ഹയർ സെക്കണ്ടറി കോഴ്സ്

ഇലക്ട്രോണിക്സ്

ക്ലാസ് - XI

കേരളസർക്കാർ
പൊതുവിദ്യാഭ്യാസവകുപ്പ്

തയാറാക്കിയത്
സംസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസ ഗവേഷണ പരിശീലന സമിതി (SCERT), കേരളം
2019

ദേശീയഗാനം

ജനഗണമന അധിനായക ജയഹേ
ഭാരത ഭാഗ്യവിധാതാ,
പഞ്ചാബസിന്ധു ഗുജറാത്ത മറാഠാ
ദ്രാവിഡ ഉത്ക്കല ബംഗാ,
വിന്ധ്യഹിമാചല യമുനാഗംഗാ,
ഉച്ഛല ജലധിതരംഗാ,
തവശുഭനാമേ ജാഗേ,
തവശുഭ ആശിഷ മാഗേ,
ഗാഹേ തവ ജയ ഗാഥാ
ജനഗണമംഗലദായക ജയഹേ
ഭാരത ഭാഗ്യവിധാതാ,
ജയഹേ, ജയഹേ, ജയഹേ,
ജയ ജയ ജയ ജയഹേ!

പ്രതിജ്ഞ

ഇന്ത്യ എന്റെ രാജ്യമാണ്. എല്ലാ ഇന്ത്യക്കാരും എന്റെ സഹോദരീസഹോദരന്മാരാണ്.

ഞാൻ എന്റെ രാജ്യത്തെ സ്നേഹിക്കുന്നു; സമ്പൂർണവും വൈവിധ്യപൂർണവുമായ അതിന്റെ പാരമ്പര്യത്തിൽ ഞാൻ അഭിമാനംകൊള്ളുന്നു.

ഞാൻ എന്റെ മാതാപിതാക്കളെയും ഗുരുക്കന്മാരെയും മുതിർന്നവരെയും ബഹുമാനിക്കും.

ഞാൻ എന്റെ രാജ്യത്തിന്റെയും എന്റെ നാട്ടുകാരുടെയും ക്ഷേമത്തിനും ഐശ്വര്യത്തിനും വേണ്ടി പ്രയത്നിക്കും.

State Council of Educational Research and Training (SCERT)
Poojappura, Thiruvananthapuram 695012, Kerala

Website : www.scertkerala.gov.in *e-mail* : scertkerala@gmail.com
Phone : 0471 - 2341883, Fax : 0471 - 2341869
Typesetting and Layout : SCERT
To be printed in quality paper - 80gsm map litho (snow-white)
© Department of Education, Government of Kerala

ആമുഖം

ഏതു വിജ്ഞാനവും മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കാനും പ്രകാശനം ചെയ്യാനും സാധിക്കും. അതിനുള്ള അവസരം പഠിതാക്കൾക്ക് ഒരുക്കേണ്ടത്, ഏതൊരു പഠന സമ്പ്രദായത്തിന്റെയും അനിവാര്യതയാണ്. അതിന്റെ തുടക്കമെന്ന നിലയ്ക്കാണ് ഹയർസെക്കന്ററി തലത്തിൽ ഭാഷേതര വിഷയങ്ങളിലെ പാഠപുസ്തകങ്ങൾ മലയാളത്തിൽ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നത്.

മാതൃഭാഷയിലൂടെയുള്ള വിദ്യാഭ്യാസം, ജ്ഞാനസമ്പാദനത്തിനുള്ള സുഗമമാർഗം എന്നതിനോടൊപ്പം സാംസ്കാരികത്തനിമയുടെ തിരിച്ചറിയൽ കൂടിയാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് വികസിതരാജ്യങ്ങൾ മാതൃഭാഷയെ മുഖ്യബോധന മാധ്യമമായി സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇന്ത്യയിലാകട്ടെ, ദേശീയതലത്തിലുള്ള പ്രധാന പരീക്ഷകളെല്ലാം പ്രാദേശിക ഭാഷകളിൽക്കൂടി നടത്തുന്നതിനുള്ള സംവിധാനവും ഉണ്ടായി വരികയാണ്. ഈയൊരു സാഹചര്യത്തിൽ നമ്മുടെ കുട്ടികളും മാതൃഭാഷയുടെ ശക്തിസൗന്ദര്യങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് വിവിധ വിഷയങ്ങളിൽ ജ്ഞാനനിർമിതിയിൽ ഏർപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. അതിന് അവരെ സജ്ജരാക്കുകയാണ് ഈ പാഠപുസ്തകങ്ങളുടെ മുഖ്യ ലക്ഷ്യം.

പരിഭാഷപ്പെടുത്തിയ പുസ്തകങ്ങളിൽ അതത് വിഷയങ്ങളിലെ സാങ്കേതിക പദങ്ങൾ പരമാവധി മലയാളത്തിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. നമ്മുടെ ഭാഷയിൽ ചിരപരിചിതമായ ഇംഗ്ലീഷ് പദങ്ങളെ അതേപടി സ്വീകരിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. വിവർത്തനത്തിന് തീർത്തും വഴങ്ങാത്ത പദങ്ങളെ അതേരീതിയിൽ തന്നെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. മാതൃഭാഷയിൽ പഠിക്കുന്നവർക്ക് ആശയഗ്രഹണം സുഗമമാക്കുന്ന വിധത്തിലാണ് പാഠപുസ്തകരചന നടത്തിയിരിക്കുന്നത്. അതോടൊപ്പം മലയാളഭാഷയുടെ വളർച്ചയ്ക്കും ഈ പ്രവർത്തനം സഹായകമാകുമെന്ന് കരുതുന്നു.

പാഠപുസ്തകവിവർത്തന രംഗത്ത് നമ്മുടെ രാജ്യത്ത് നടന്ന വലിയൊരു കാൽവെപ്പാണ് ഇത്. പ്രഥമ സംരംഭമെന്നനിലയിൽ പല പരിമിതികളും പരിഭാഷയിൽ വന്നിട്ടുണ്ടാകാം. ക്ലാസ്മുറിയിൽ പ്രയോഗത്തിൽ വരുമ്പോഴാണ് അവയെല്ലാം കൂടുതൽ ബോധ്യപ്പെടുക. തുടർന്ന് വരുന്ന ഘട്ടങ്ങളിൽ അവയൊക്കെ പരിഹരിക്കുന്നതിന് എല്ലാ അഭ്യുദയകാംക്ഷികളിൽ നിന്നും വിശിഷ്യ അധ്യാപകർ, വിദ്യാർത്ഥികൾ എന്നിവരിൽ നിന്നും അഭിപ്രായങ്ങളും നിർദേശങ്ങളും പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.

ഡോ.ജെ. പ്രസാദ്

ഡയറക്ടർ,

എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി. കേരളം

പാഠപുസ്തക പരിഭാഷാ ശില്പശാലയിൽ പങ്കെടുത്തവർ

അനീഷ്കുമാർ ടി.വി
എച്ച്.എസ്.എസ്.ടി., ഇലക്ട്രോണിക്സ്,
ഗവ: ഹയർ സെക്കൻഡറി സ്കൂൾ, ആറളം, കണ്ണൂർ.

ബിനുകുമാർ എം.ആർ
എച്ച്.എസ്.എസ്.ടി ഇലക്ട്രോണിക്സ്
കരിമ്പുഴ എച്ച്.എസ്.എസ്, തോട്ടറ, പാലക്കാട്

ബൈജു എ.ജെ
എച്ച്.എസ്.എസ്.ടി ഇലക്ട്രോണിക്സ്
സെന്റ് അഗസ്റ്റിൻസ് എച്ച്.എസ്.എസ്, കരിങ്കുന്നം, ഇടുക്കി

ഫെറിഷ് ജോർജ്
എച്ച്.എസ്.എസ്.ടി, ഇലക്ട്രോണിക്സ്
സെന്റ് അലോഷ്യസ്, എച്ച്.എസ്.എസ്., എൽത്തുരുത്ത്, തൃശ്ശൂർ

അമൽ ജോൺ
എച്ച്.എസ്.എസ്.ടി ഇലക്ട്രോണിക്സ്
സെന്റ് സെബാസ്റ്റ്യൻസ് എച്ച്.എസ്.എസ്. വഴിത്തല, തൊടുപുഴ

കൃഷ്ണദാസ് ടി.പി.
എച്ച്.എസ്.എസ്.ടി, മലയാളം
മേമുണ്ട ഹയർ സെക്കണ്ടറി സ്കൂൾ, മേമുണ്ട വടകര

വിദഗ്ധർ

ഡാലി ജോൺ
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ, കോളേജ് ഓഫ് അപ്ലൈഡ് സയൻസ്
ഐ.എച്ച്.ആർ.ഡി, ധനുവച്ചപുരം

അർച്ചന ജി.എസ്
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ, കോളേജ് ഓഫ് അപ്ലൈഡ് സയൻസ്
ഐ.എച്ച്.ആർ.ഡി, ധനുവച്ചപുരം

അക്കാദമിക് കോർഡിനേറ്റർ

ഡോ. ആൻസി വറുഗീസ്
അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ, എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി

ഉള്ളടക്കം

1. ഇലക്ട്രോണിക്സിന് ഒരു ആമുഖം 7
2. വൈദ്യുതിയുടെ അടിസ്ഥാനതത്ത്വങ്ങൾ 28
3. ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനതത്ത്വങ്ങൾ 55
4. സെമികണ്ടക്ടർ ഡയോഡ് 68
5. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ 85
6. സവിശേഷതരം ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ 111
7. ഏകദിശാകാരികൾ (Rectifiers) 139
8. ആംപ്ലിഫയറുകൾ 158
9. ഓസിലേറ്ററുകൾ 181
10. ഡിജിറ്റൽ ഇലക്ട്രോണിക്സ് 201
11. അളവുപകരണങ്ങൾ 240

F8G6K3

പാഠപുസ്തകത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന സൂചനകൾ

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

1

ഇലക്ട്രോണിക്സിന് ഒരു ആമുഖം

ആമുഖം

1.1. എന്താണ് ഇലക്ട്രോണിക്സ്?

1.2. ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ചരിത്രം

1.3. ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

1.4. ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകൾ – ആക്ടീവും – പാസ്സീവും

1.5. റസിസ്റ്ററുകൾ

1.6. കപ്പാസിറ്ററുകൾ

1.7. ഇൻഡക്ടറുകൾ

1.8. ട്രാൻസ്ഫോർമർ

J2E7S2

ആമുഖം

നിത്യജീവിതത്തിൽ നിങ്ങൾ എപ്പോഴെങ്കിലും ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെക്കുറിച്ച് ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളും അവയുടെ ഉപയോഗങ്ങളും നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തെ വളരെയേറെ സ്വാധീനിച്ചിരിക്കുന്നു. ചെറിയ അലാറം വാച്ചുകൾ മുതൽ വലിയ കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ വരെ, മൊബൈൽ ഫോണുകൾ മുതൽ കാംകോഡറുകൾ വരെ, അടുക്കള മുതൽ ശുചിമുറി വരെ, കിടക്കമുറി മുതൽ ഓഫീസ് വരെ എല്ലായിടത്തും നമുക്ക് ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ സ്വാധീനം കാണാം. അതായത് അവ സർവ വ്യാപിയായിരിക്കുന്നു. എന്തുകൊണ്ടാണ് നമുക്ക് ഇലക്ട്രോണിക്സിനെ ഇത്രയും ആശ്രയിക്കേണ്ടി വന്നിട്ടുള്ളത്? ഉത്തരം വളരെ ലളിതമാണ്. നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിലെ പ്രവർത്തനങ്ങളെയും ജീവിതരീതിയെയും ആയാസരഹിതമാക്കുന്നു എന്നതു തന്നെയാണ് കാരണം. ഉദാഹരണത്തിന്, നമുക്ക് മൊബൈൽഫോണിന്റെ കാര്യമെടുക്കാം. അത് ആശയവിനിമയത്തിന്റെ (കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ) നിർവചനത്തെ തന്നെ മാറ്റിമറിച്ചിരിക്കുന്നു. 'നടന്നുകൊണ്ടു സംസാരിക്കാൻ കഴിയും' എന്ന് ടെലിഫോൺ സിസ്റ്റത്തിന്റെ ചരിത്രത്തിന്റെ തുടക്കത്തിൽ ആരും കരുതിയിരുന്നില്ല. അതു സാധ്യമാക്കി എന്നു നമുക്കറിയാമല്ലോ.

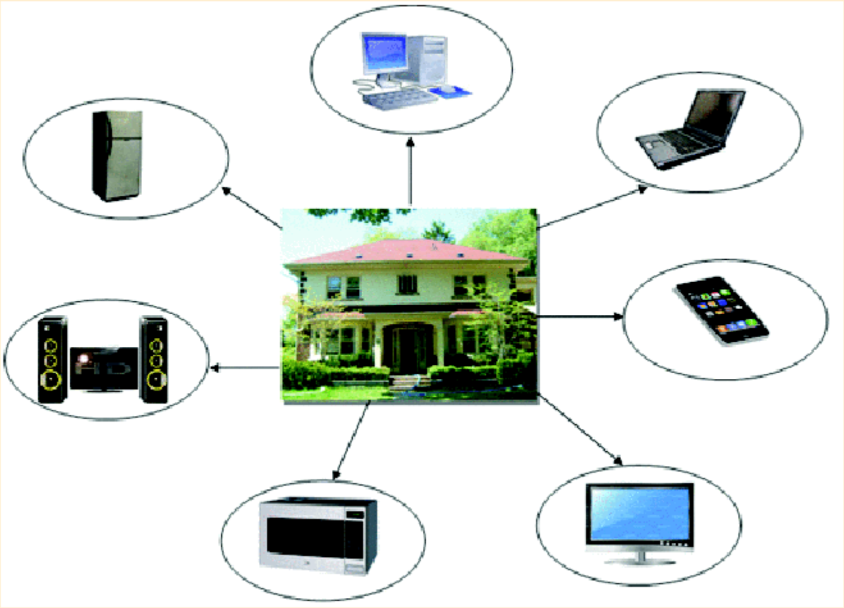
സി.ഡി. ഡ്രൈവുകൾ, ഡി.വി.ഡി.പ്ലെയറുകൾ, റെക്കോർഡ്പ്ലെയറുകൾ, സ്റ്റീരിയോകൾ, ടേപ്പ്റിക്കോർഡറുകൾ എന്നിവയെല്ലാം കഴിഞ്ഞ കുറച്ചു പതിറ്റാണ്ടുകളായുള്ള ഇലക്ട്രോണിക് സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസത്തിന്റെ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഹെഡ്ഫോണുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ചുറ്റുമുള്ളവരെ ശല്യപ്പെടുത്താതെ നമുക്ക് പാട്ടു കേൾക്കാൻ കഴിയുന്നതും ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വികാസത്തിന് ഉദാഹരണമല്ലേ.

കാമറകളിലെ ഇലക്ട്രോണിക് സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഉപയോഗം ഫോട്ടോഗ്രാഫിയുടെ ചരിത്രത്തെ മാറ്റിമറിച്ചു. നമുക്കു താങ്ങാവുന്ന വിലയ്ക്ക് ഡിജിറ്റൽ കാമറ വിപണിയിൽ ലഭിക്കുന്നു. ചിത്രങ്ങളും വീഡിയോകളുമെടുക്കാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിലുള്ള ഡിജിറ്റൽ കാമറ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സെൽഫോണുകളാണ് നമുക്കുള്ളത്. ഇത്തരം ചിത്രങ്ങളും വീഡിയോകളും വളരെ എളുപ്പത്തിൽ കമ്പ്യൂട്ടറുകളിലേക്കു മാറ്റാൻ കഴിയും. അവിടെ അവ ശേഖരിക്കാനും ഇന്റർനെറ്റ് വഴി ഷെയർ ചെയ്യാനും ചിത്രങ്ങളുടെ പകർപ്പെടുക്കാനുമെല്ലാം സാധ്യമാണല്ലോ. അത്തരം ചിത്രങ്ങൾ നമുക്ക് എഡിറ്റ് ചെയ്യാനും ക്രോപ്പ് ചെയ്യാനും വലുതാക്കാനുമെല്ലാം എളുപ്പത്തിൽ സാധ്യമാണ്. നമ്മുടെ

അടുക്കളകൾ പോലും ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ കൊണ്ട് നവീകരിച്ചതാണ്. ജലശീതീകരണികൾ മുതൽ മൈക്രോവേവ് ഓവൻ വരെയുള്ളവ ഉദാഹരണങ്ങൾ. രോഗനിർണയത്തിലും പല രോഗങ്ങളുടെയും ചികിത്സയിലും ഡോക്ടർമാരും ശാസ്ത്രജ്ഞരും പുതിയ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ എത്രത്തോളം കാര്യക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നു എന്നു തെളിയിച്ചിരിക്കുന്നു. MRI, CT, X-Rays തുടങ്ങിയ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ ചികിത്സ വളരെ വേഗത്തിലും കൃത്യമായും നടത്താൻ സഹായിക്കുന്നു.

പ്രവർത്തനം- 1

നാം നിത്യജീവിതത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക തയാറാക്കുക. ചിത്രം 1.1 നിങ്ങളെ സഹായിക്കും.



ചിത്രം 1-1 നിത്യജീവിതത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ചില ഉപയോഗങ്ങൾ

- നിത്യജീവിതത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന് നിർണായകമായ സ്ഥാനമുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ടോ?
- ജീവിതത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക് സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ത്വരിതവികസനത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ ആലോചിക്കുന്നുണ്ടോ?

1.1 എന്താണ് ഇലക്ട്രോണിക്സ്?

കഴിഞ്ഞ ഭാഗത്തിൽ വിവരിച്ച ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ റെസിസ്റ്ററുകൾ, കപ്പാസിറ്ററുകൾ, ഇൻഡക്ടറുകൾ, ഡയോഡുകൾ, ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ, IC കൾ തുടങ്ങി നിരവധി ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകളാൽ നിർമിതമാണ്. ഇലക്ട്രോണിക് കമ്പോണന്റുകളായ ഡയോഡുകൾ, ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ, IC കൾ എന്നിവ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്. ഈ കമ്പോണന്റുകളുടെ പ്രവർത്തനം അതിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റിന്റെ അളവിനെയും ദിശയെയും അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ്.

ഇലക്ട്രോണിക്സ് എന്ന പദംകൊണ്ട് നാം അർഥമാക്കുന്നത് ഇലക്ട്രോണിക് സാങ്കേതികവിദ്യയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടത് എന്നാണ്. വാക്വം, ഗ്യാസ്, അർദ്ധചാലകങ്ങൾ എന്നിവയിലൂടെയുള്ള നിയന്ത്രിതമായ വൈദ്യുതപ്രവാഹത്തെ (Current flow) കുറിച്ച് പ്രതിപാദിക്കുന്ന ശാസ്ത്ര-സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ ശാഖയെയാണ് ഇലക്ട്രോണിക്സ് എന്നു നിർവചിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. മറ്റ് എൻജി

നീയറിങ് ശാഖകളായ സിവിൽ, മെക്കാനിക്കൽ, ഇലക്ട്രിക്കൽ വിഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ഇലക്ട്രോണിക്സ് ഒരു പുതിയ ശാഖയാണ്. 1960 വരെ അത് ഇലക്ട്രിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്ങിന്റെ ഭാഗമായിരുന്നു. കഴിഞ്ഞ കുറേ പതിറ്റാണ്ടുകളിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിനുണ്ടായ ത്വരിതവികാസം അതിനെ വളരെ പ്രാധാന്യമുള്ളതും പ്രത്യേകവുമായ എൻജിനീയറിങ് ശാഖയാക്കി മാറ്റി. അദ്ഭുതാവഹമായ വേഗത്തിലുള്ള ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വികാസം അതിന്റെ ഉപശാഖകളായ കമ്പ്യൂട്ടർ എൻജിനീയറിങ്, കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ എൻജിനീയറിങ്, കൺട്രോൾ ആന്റ് ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ എൻജിനീയറിങ്, ഇൻഫർമേഷൻ ടെക്നോളജി തുടങ്ങിയവയ്ക്ക് രൂപംനൽകി. തുടർന്ന് അവ നിരവധി സർവകലാശാലകളിൽ പ്രധാന പാഠ്യവിഷയങ്ങളായി.

1.2 ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ചരിത്രം

വാക്വം ട്യൂബുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം

1897-ൽ ജെ.എ.ഫ്ളമിങ് വാക്വം ട്യൂബ് വികസിപ്പിച്ചതോടെയാണ് ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ജനനം സാധ്യമായത്. 1906-ൽ ലീ ഡി ഫോറസ്റ്റ് വാക്വം ട്രയോഡ് കണ്ടുപിടിച്ചതോടെ ഉപയോഗപ്രദമായ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ആരംഭമായി. ഈ ഉപകരണത്തിന് ഇലക്ട്രിക്കൽ സിഗ്നലിനെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ കഴിയുമെന്നതായിരുന്നു പ്രധാനം. അതിനുശേഷം 1925-ൽ ടെട്രോഡ്, പെന്റോഡ് വാക്വം ട്യൂബുകളും വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടു. രണ്ടാം ലോകയുദ്ധത്തിന്റെ അവസാനം വരെ ഇത്തരം ട്യൂബുകളാണ് ഇലക്ട്രോണിക്സിനെ സംബന്ധിച്ച് ഏറ്റവും പ്രാധാന്യമുള്ള കംപോണന്റുകളായി നിലകൊണ്ടത്.

ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം

അർധചാലക ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ കാലഘട്ടത്തിന്റെ ഉദയം എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാവുന്നത് 1948-ൽ ബെൽ ലബോറട്ടറിയിൽ വച്ച് ട്രാൻസിസ്റ്റർ കണ്ടുപിടിച്ച സമയമാണ്. അതോടെ ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളിലെ വലുപ്പം കൂടിയ വാക്വം ട്യൂബുകളെ മാറ്റി ആ സ്ഥാനം ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ കൈയടക്കി.

ജോൺ ബർഡീൻ, വാൾട്ടർ- ബ്രിട്ടൻ, വില്യം ഷോക്ലി എന്നിവർക്ക് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് 1956- ൽ ഫിസിക്സിൽ നോബൽ സമ്മാനം ലഭിച്ചു.

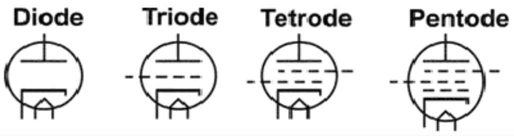
വാക്വം ട്യൂബ്

ജോൺ ആംബ്രോസ് ഫ്ളമിങ്

സീൽ ചെയ്യപ്പെട്ട ഒരു പാത്രത്തിലെ വാക്വത്തിലൂടെ പ്രവഹിക്കുന്ന വൈദ്യുതിയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഉപകരണത്തെയാണ് വാക്വം ട്യൂബ്, അഥവാ തെർമിയോണിക് വാൽവ് എന്നു പറയുന്നത്. പാത്രം സാധാരണ സിലിണ്ടർ ആകൃതിയിലുള്ളതും തെളിഞ്ഞ (Transparent) ഗ്ലാസ്കൊണ്ടു നിർമിച്ചതുമായിരിക്കും. വാക്വം ട്യൂബിന്റെ ലളിതമായ രൂപമാണ് ഡയോഡ്. ഒരു ഇൻകാൻഡസെന്റ് ബൾബിനുള്ളിൽ ഒരു ഇലക്ട്രോഡ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെയാണ് ഇതിന്റെ ഘടന. അടിക്കടി കത്തിപ്പോകുമെന്നതിനാൽ ട്യൂബ് മാറ്റിവയ്ക്കേണ്ട അവസ്ഥ ഉണ്ടാകുമായിരുന്നു. ഇപ്പോൾ ട്യൂബുകളുടെ ഉപയോഗം ഏതാണ്ട് പൂർണമായും ഇല്ലാതെ ആയിരിക്കുന്നു.

ബൾബിലെ ഫിലമെന്റ് ശക്തമായി ചൂടാവുമ്പോൾ ഇലക്ട്രോണുകൾ വേർപെട്ട് ബൾബിനുള്ളിലെ വാക്വത്തിലേക്കു പ്രവേശിക്കും. പ്ലേറ്റ് അഥവാ ആനോഡ് എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോഡ് ഫിലമെന്റിനെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ളതായാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ വാക്വത്തിൽനിന്ന് ഇലക്ട്രോഡിലേക്ക് നേർവൈദ്യുതി (Direct current) പ്രവഹിക്കും. അടിക്കടി ട്യൂബ് മാറ്റിവയ്ക്കേണ്ടതായി വരുന്നു എന്നത് ഒരു വലിയ ന്യൂനതയാണ്. ഏതായാലും ഇപ്പോൾ വാക്വം ട്യൂബുകൾ കാലഹരണപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞു.

(ഒരേ ദിശയിൽ മാത്രമാണ് വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുന്നത് എന്നുള്ളതുകൊണ്ട് ഫിലമെന്റിലേക്കു കൊടുക്കുന്ന ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റിനെ (AC) ഡയറക്ട് കറന്റ് (DC) ആക്കി മാറ്റാൻ കഴിയും. ഇലക്ട്രോഡുകളുടെ എണ്ണം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് മറ്റനേകം ഉപയോഗങ്ങൾക്ക് വാക്വം ട്യൂബുകൾ ഉപകരിക്കും. മൂന്ന് ഇലക്ട്രോഡുകളുള്ള ട്യൂബുകളെ ട്രയോഡ് എന്നും നാലെണ്ണമുള്ളവയെ ടെട്രോഡുകൾ എന്നും അഞ്ച് ഇലക്ട്രോഡുള്ളവയെ പെന്റോഡുകൾ എന്നും പറയുന്നു).



ട്യൂബുകൾക്ക് ചില വലിയ ന്യൂനതകളുണ്ട്. ഉപയോഗത്തിലല്ലാത്തപ്പോഴും സ്രോതസ്സിൽ നിന്നു പവർ എടുക്കുകയും തന്മൂലം ഫിലമെന്റ് കത്തിപ്പോവുകയും ചെയ്യുന്നതു കാരണം ട്യൂബ് മാറ്റിവക്കേണ്ട അവസര വരുന്നു (ശുദ്ധീകരിച്ചെടുക്കാൻ എളുപ്പമായതിനാൽ ആദ്യകാലങ്ങളിൽ 'ജെർമേനിയം' ആണ് ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ നിർമിക്കാനുപയോഗിച്ചിരുന്നത്. 1954-ൽ ആണ് സിലിക്കൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ വികസിക്കപ്പെട്ടത്. സിലിക്കൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾക്ക് 200^0C ഊഷ്മാവു വരെ താങ്ങാനുള്ള ശേഷിയുള്ളപ്പോൾ ജെർമേനിയത്തിന് 75^0C വരെ മാത്രമേ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയൂ. നിലവിൽ മിക്കവാറും എല്ലാ അർധചാലക കംപോണന്റുകളും സിലിക്കൺ ഉപയോഗിച്ചാണ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്).

ഇന്റർഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടുകളുടെ (IC) കണ്ടുപിടിത്തം

ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ട് മുഴുവനായി ഒരു ചെറിയ അർധചാലക ചിപ്പിനുള്ളിൽ നിർമിച്ചെടുക്കാമെന്ന ആശയം ഉന്നയിച്ചത് 1958-ൽ കിൽബി എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്. തുടർന്ന് എല്ലാ ആക്ടീവ്, പാസീവ് കംപോണന്റുകളും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട കണക്ഷനുകളും ഈ ചെറിയ അർധചാലക ചിപ്പിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. ഇതുമൂലം ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ വലുപ്പം, ഭാരം, വിലനിലവാരം എന്നിവ വളരെയധികം കുറഞ്ഞു.

മനുഷ്യന്റെ തലമുടിയോളം മാത്രം വലുപ്പമുള്ള, അതായത് ഏകദേശം 3 x $5mm^2$ വിസ്തീർണമുള്ള ഒരു IC ചിപ്പിൽ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാനായ കംപോണന്റുകളുടെ എണ്ണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വികാസ കാലഘട്ടം.

1951 – ഡിസ്ക്രീറ്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

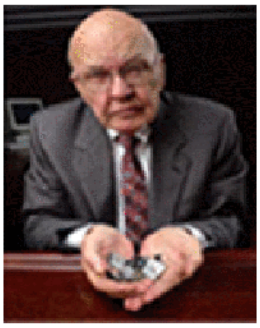
1960 – സ്മാൾസ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ (SSI)–100–ൽ താഴെ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

1966 – മീഡിയം സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ (MSI)- 100 മുതൽ 1000 വരെ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

1969 – ലാർജ് സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ (LSI)–1000 മുതൽ 10000 വരെ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

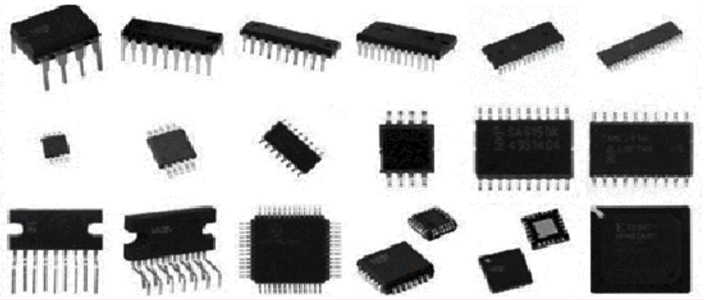
1975 – വെരിലാർജ്സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ (VLSI)–10000–ൽ കൂടുതൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

1994 – അൾട്രാ ലാർജ് സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ (ULSE)- ഒരു ദശലക്ഷത്തിലേറെ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ



Jack Kilby

2012 – INTEL 5,000,000,000 ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചുകൊണ്ട് ഒരു കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോസസർ ചിപ്പ് വികസിപ്പിച്ചു.(62-Core Xeon phi)



1.3 ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

ജീവിതത്തിന്റെ എല്ലാ മേഖലകളിലും ഇലക്ട്രോണിക്സ് പ്രധാന ജോലികൾ നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട്. സാധാരണ വാച്ച് മുതൽ സൂപ്പർ കമ്പ്യൂട്ടർ വരെ, ആഴക്കടലിലുള്ള ടെലിഫോൺ റിപ്പീറ്ററുകൾ മുതൽ ബഹിരാകാശത്തെ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ വരെ, ആധുനിക വീട്ടുപകരണങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം മുതൽ

കടലിലൂടെ ചരക്കുഗതാഗതം നടത്താനുപയോഗിക്കുന്ന സൂപ്പർ ടാങ്കറുകളുടെ നിയന്ത്രണം വരെ എല്ലാ മേഖലകളിലും ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വികാസം കടന്നുകഴിഞ്ഞു.

ആശയവിനിമയവും വിനോദവും (Communication and Entertainment)

ഏതൊരു രാജ്യത്തിന്റെയും പുരോഗതി ആ രാജ്യത്ത് ചെലവുകുറഞ്ഞതും വേഗമേറിയതുമായ ആശയവിനിമയ ശൃംഖലയുടെ ലഭ്യതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. തുടക്കത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗം ടെലിഫോണി, ടെലിഗ്രാഫി എന്നീ മേഖലകളിലായിരുന്നു. ഇവ ഒരു ജോടി വയറുകളെയാണ് കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ ചാനലുകളായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്നത്. തുടർന്ന് വയറുകളുടെ സാന്നിധ്യമില്ലാതെതന്നെ ഒരിടത്തുനിന്നു മറ്റൊരിടത്തേക്കു സന്ദേശങ്ങൾ അയക്കാമെന്നു വന്നു (Wireless Communication). സാറ്റലൈറ്റ് കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ വന്നതോടെ ആളുകളും സ്ഥലങ്ങളും തമ്മിലുള്ള അകലം വളരെ കുറഞ്ഞു.

ജെ.സി. ബോസ്

ബംഗാളി ഊർജതന്ത്രജ്ഞനും ജീവശാസ്ത്രകാരനും പുരാവസ്തുശാസ്ത്രജ്ഞനും ശാസ്ത്രസാഹിത്യകാരനുമായി അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന വ്യക്തിയാണ് സർ ജഗദീഷ് ചന്ദ്രബോസ് (നവംബർ 30, 1858 – നവംബർ 23, 1937). അദ്ദേഹം റോഡിയോതരംഗങ്ങളിലും മൈക്രോവേവ് ഓപ്റ്റിക്സിലും ഗവേഷണം നടത്തി. സസ്യശാസ്ത്രത്തിനും ധാരാളം സംഭാവനകൾ നൽകി. ഇന്ത്യൻ ഉപഭൂഖണ്ഡത്തിൽ പരീക്ഷണശാസ്ത്രത്തിന് അടിത്തറപാകി എന്ന ബഹുമതിയും അദ്ദേഹത്തിനുണ്ട്.

ആശയവിനിമയരംഗത്ത് സർ ജെ.സി. ബോസിന്റെ നേട്ടങ്ങൾ

- സർ ജെ.സി. ബോസ് മെർക്കുറി കോഹിറർ കണ്ടുപിടിച്ചു. ടെലിഫോൺ റിസീവറിനൊപ്പം ഇത് ഉപയോഗിച്ച് മാർക്കോണി റേഡിയോ സിഗ്നൽ സ്വീകരിച്ചുകൊണ്ട് ആദ്യത്തെ ദീർഘദൂര റേഡിയോ കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ സാധ്യമാക്കി. 1901-ൽ ഏകദേശം 2000 മൈൽ ദൂരത്തുനിന്ന് അയച്ച സിഗ്നൽ (ഡിസംബർ 1901 ൽ പൊൾധു, UK നിന്ന് ന്യൂഫൗണ്ട്ലാൻഡ്, സെന്റ് ജോൺസിലേക്ക്) ആണ് സ്വീകരിച്ചത്.
- 1895-ൽ വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങളുടെ (Electro magnetic waves) പ്രദർശനം നടത്തി. ഇത്തരം തരംഗങ്ങളുപയോഗിച്ച് കുറച്ചു ദൂരത്തുള്ള ബെല്ല് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചുകൊണ്ടും വെടിമരുന്ന് കത്തിച്ചുകൊണ്ടുമാണ് ഇത് സാധ്യമാക്കിയത്. വൈദ്യുത കാന്തികതരംഗങ്ങൾ ഏതാണ്ട് 75 അടി ദൂരത്തിൽ ഒരു മുറിയുടെ ഭിത്തിയിലൂടെയും മറ്റൊരവസരത്തിൽ മനുഷ്യശരീരത്തിലൂടെയും കടത്തിവിട്ട് അദ്ദേഹം പ്രദർശനം നടത്തി.
- ഡയോഡ് ഡിറ്റക്ടർ ഉപയോഗിച്ച് വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങളെ സ്വീകരിക്കുന്നതിനുള്ള ആഗോളതലത്തിലുള്ള പേറ്റന്റ് അദ്ദേഹത്തിനാണ്.
- മൈക്രോവേവ് ഉപകരണങ്ങളുടെ മേഖലകളിലെ ഏറ്റവും വിദഗ്ധനായിരുന്നു സർ ജെ.സി. ബോസ്.

റേഡിയോ, ടി.വി. സംപ്രേഷണങ്ങൾ ഒരേസമയം ആശയവിനിമയത്തിനും വിനോദത്തിനും ഉപകരിക്കുന്നു. ടേപ്പ് റെക്കോർഡറുകൾ, മ്യൂസിക് – വീഡിയോ പ്ലെയറുകൾ, സ്റ്റീരിയോകൾ, പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റം തുടങ്ങി ധാരാളം ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ വിനോദോപാധികളായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

പ്രതിരോധമേഖലയിലെ ഉപയോഗങ്ങൾ

യുദ്ധത്തിൽ ഒരു രാജ്യത്തിനു വിജയമോ പരാജയമോ എന്നു തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നത് അവിടത്തെ ആശയവിനിമയശൃംഖലയുടെ വിശ്വാസ്യതയ്ക്ക് അനുസരിച്ചാണ്. പുതിയ കാലഘട്ടത്തിലെ യുദ്ധമേഖലകളിലെല്ലാം ആശയവിനിമയം പൂർണമായും ഇലക്ട്രോണികമാണ്. നിയന്ത്രിത മിസൈലുകളെല്ലാം ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകൾ വഴിയാണ് നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നത്.

രണ്ടാം ലോകയുദ്ധകാലത്തെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട കണ്ടുപിടിത്തമാണ് RADAR(Radio Amplifi-

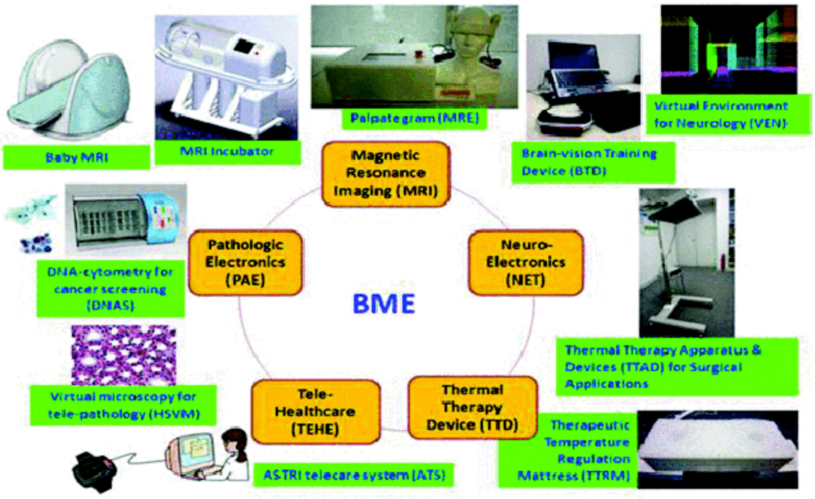
cation Detection And Ranging). ഇതുപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് ശത്രുവിമാനത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം കണ്ടെത്താമെന്നു മാത്രമല്ല, അതിന്റെ കൃത്യമായ സ്ഥാനം അറിയാനും സാധിക്കും. ഇതുമൂലം പ്രതിരോധായുധങ്ങൾ ശത്രുവിമാനത്തെ ആക്രമിക്കാനായി നേരിട്ട് അയയ്ക്കുവാൻ സാധിക്കും.

പ്രതിരോധമേഖലയിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ: മിസൈലുകൾ, റഡാറുകൾ, യുദ്ധവിമാനങ്ങൾ, ആശയവിനിമയ സംവിധാനം, RADARകളും ശത്രുവിമാനങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കുന്ന ആയുധങ്ങളുമെല്ലാം സ്വയംപ്രവർത്തിക്കുന്ന നിയന്ത്രണ സംവിധാനമുപയോഗിച്ച് ബന്ധിപ്പിക്കാൻ കഴിയും.

ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ

വ്യവസായങ്ങളിലും ഗവേഷണസ്ഥാപനങ്ങളിലും എല്ലാം ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷന് വളരെ പ്രാധാന്യമുണ്ട്. വളരെ കൃത്യവും ഉപഭോക്തൃസൗഹൃദവുമായ ഡിജിറ്റൽ വോൾട്ട് മീറ്റർ (DVM), കാഥോഡ് റേ ഓസിലോ സ്കോപ്പ് (CRO), ഫ്രീക്വൻസി കൗണ്ടർ, സിഗ്നൽ ജനറേറ്റർ, സ്ട്രയിൻ ഗേജ്, pHമീറ്റർ, സ്പെക്ട്രം അനലൈസറുകൾ തുടങ്ങിയ ഉപകരണങ്ങളില്ലാതെ ഒരു ലബോറട്ടറിയും പൂർണമാവില്ല.

മെഡിക്കൽ ഇലക്ട്രോണിക്സ്



ചിത്രം 1.2
വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്ത് ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്ത് വിപുലമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നുണ്ട്. അവ രോഗനിർണയത്തെ മാത്രമല്ല, പല രോഗങ്ങൾക്കും ജനിതകവൈകല്യങ്ങൾക്കുള്ള ചികിത്സയെയും സഹായിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോൺ മൈക്രോസ്കോപ്പ്, ഇ.സി.ജി, ഇ.ഇ.ജി, എക്സ്റേ, ഡിഫൈബ്രിലേറ്റർ, എം.ആർ.ഐ, സി.ടി.സ്കാനർ, ഗ്ലൂക്കോമീറ്റർ എന്നിവയെല്ലാം ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ചില ഉപകരണങ്ങൾ ചിത്രം 1.2-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

പ്രവർത്തനം -2

വൈദ്യശാസ്ത്രരംഗത്ത് ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക തയാറാക്കുക.

- ഒരു രോഗിയുടെ ഹൃദയത്തിന്റെ അവസ്ഥ നിർണയിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ ഏതെല്ലാം എന്ന് പറയാമോ?
- ഒരു രോഗിയുടെ അസ്ഥിഘടനയുടെ ചിത്രം ഏത് ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണം ഉപയോഗിച്ച് പകർത്താൻ സാധിക്കും?

വ്യവസായരംഗത്ത് ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

വ്യവസായരംഗത്ത് സ്വയംപ്രവർത്തന നിയന്ത്രണസംവിധാനത്തിന്റെ ഉപയോഗം നാൾക്കുനാൾ വർധിച്ചുവരുകയാണല്ലോ. ഉൽപ്പന്നത്തിന്റെ ഗുണമേന്മ, വലുപ്പം, ഭാരം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകൾ ഉപയോഗിച്ച് എളുപ്പത്തിൽ നിയന്ത്രിക്കാനാവും. ഓട്ടോമാറ്റിക് ഡോർ ഓപ്പണറുകൾ, ലൈറ്റിങ്, പവർ സിസ്റ്റം, സുരക്ഷാ ഉപകരണങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം നിയന്ത്രിക്കാനും ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകൾക്കു കഴിയും.

വിമാനടിക്കറ്റുകൾ, റെയിൽവേ ടിക്കറ്റുകൾ എന്നിവയൊക്കെ ബുക്ക് ചെയ്യുന്നത് കമ്പ്യൂട്ടർ സംവിധാനം വന്നതോടെ വളരെ ലളിതവും എളുപ്പമായി മാറി. ആയിരക്കണക്കിന് മെഗാവാട്ട് വൈദ്യുതി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന വൈദ്യുത നിലയങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണവും ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകൾ ഏറ്റെടുത്തുകഴിഞ്ഞു.

ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗം ഓട്ടോമൊബൈൽ രംഗത്ത്

കാറുകളിലെ ബാറ്ററി ചാർജ് ചെയ്യാനും വൈദ്യുതി നിയന്ത്രണത്തെ സഹായിക്കാനും പലതരം അളവു ഉപകരണങ്ങളായും എൻജിൻ കാര്യക്ഷമത നിരീക്ഷിക്കാനും നിയന്ത്രിക്കാനുമെല്ലാം ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളെയാണ് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നത്. വാഹനത്തിന്റെ വേഗത്തിന് അനുസരിച്ച് ഇഗ്നിഷന്റെ ടൈമിങ് നിയന്ത്രിക്കുന്ന തരത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന 'ഇലക്ട്രോണിക് ഇഗ്നിഷൻ' ഓട്ടോമൊബൈൽ രംഗത്തെ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗത്തിന് നല്ല ഉദാഹരണമാണ്. ലോകത്ത് ഏറ്റവും വേഗത്തിൽ വളർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മേഖലകളിലൊന്നാണ് ഓട്ടോമൊബൈൽ വ്യവസായം. ഇന്ധനകാര്യക്ഷമത, സുരക്ഷിതത്വം, സൗകര്യങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് ആവശ്യകത ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉന്നത സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസം ഇതെല്ലാം സാധ്യമാക്കുന്നു. പാർക്കിങ് സെൻസറുകൾ, ഓട്ടോമാറ്റിക് ലൈറ്റുകൾ, സുരക്ഷയ്ക്കുള്ള എയർബാഗുകൾ, മോഷണത്തിൽ നിന്നു രക്ഷപ്പെടുത്തുന്ന ആന്റിതെഫ്റ്റ് അലാറം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ഓട്ടോമൊബൈൽ വ്യവസായരംഗത്തെ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

കൺസ്യൂമർ ഇലക്ട്രോണിക്സ്

വീടുകളിലെ ഫാനുകൾക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്ന റെഗുലേറ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനത്തെപ്പറ്റി ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? TRIAC എന്ന ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റാണ് ഫാനിന്റെ വേഗം നിയന്ത്രിക്കാനായി റെഗുലേറ്ററിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഫാനിന്റെ വേഗതമെന്നത് അതിന്റെ മോട്ടോറിൽ എത്തുന്ന ഇലക്ട്രിക് പവറിന് നേർ അനുപാതത്തിലാണ്. റെഗുലേറ്ററിലെ നോബിന്റെ സ്ഥാനത്തിനനുസരിച്ച് ഫാനിലെത്തുന്ന പവറിനെ അത് നിയന്ത്രിക്കുന്നു. സിലിക്കൺ കൺട്രോൾഡ് റെക്ടിഫയർ (SCR) പോലുള്ള ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകൾ മോട്ടോർ വേഗനിയന്ത്രണത്തിനും പവർ റെക്ടിഫയറുകൾ, ഇൻവെട്ടറുകൾ തുടങ്ങിയവയിലും ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്.

കാറിനുള്ളിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

എൻജിൻ : കാറിന്റെ ഹൃദയമാണ് അതിന്റെ എൻജിൻ. എൻജിനിലേക്കു കടക്കേണ്ട ഇന്ധനത്തിന്റെ അളവ് നിശ്ചയിക്കുന്നത് ഇലക്ട്രോണിക് കൺട്രോൾ യൂണിറ്റ് ആണ്(ECU). പ്രഷർ സെൻസർ, ഓക്സിജൻ സെൻസർ, ഫ്യൂവൽഇൻജക്ടർ എന്നിവയുടെയെല്ലാം സഹായത്തോടെയാണ് ECU എൻജിനിലേക്ക് കടത്തിവിടേണ്ട ഇന്ധനത്തിന്റെ അളവു തീരുമാനിക്കുന്നത്. ECU ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്റെ പ്രധാനലക്ഷ്യം കാറിന്റെ ഇന്ധനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുകയാണ്.

ട്രാൻസ്മിഷൻ : രണ്ടുതരം ട്രാൻസ്മിഷനുകളാണ് പ്രധാനമായും കാറുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് - മാനുവൽ ഗിയറിങ്ങും ഓട്ടോമാറ്റിക് ഗിയറിങ്ങും. ഓട്ടോമാറ്റിക് ഗിയറിങ്ങിലാണ് ഇലക്ട്രോണിക്സിന് കൂടുതൽ പ്രാധാന്യമുള്ള ജോലി ഉള്ളത്. ഇവിടെ ട്രാൻസ്മിഷൻ കൺട്രോൾ യൂണിറ്റ് (TCU) വഴിയാണ് ഓട്ടോമാറ്റിക് ട്രാൻസ്മിഷൻ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നത്. വാഹനത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന സെൻസറുകളിൽ നിന്നുള്ള വിവരങ്ങൾ ECU ശേഖരിക്കുന്നു. ഈ ഡാറ്റ ഉപയോഗിച്ച് കൃത്യസമയത്ത് ഗിയർ മാറ്റാൻ കഴിയുന്നു. അങ്ങനെ കാര്യക്ഷമത വർധിക്കുന്നു.

ബ്രേക്ക് : കാറുകളിൽ ആന്റി ബ്രേക്കിങ് സിസ്റ്റം (ABS) സുപരിചിതമായിവരുകയാണല്ലോ. ബാലൻസ് നഷ്ടപ്പെടാതെ തന്നെ വേഗത്തിൽ കാർ നിർത്താൻ സഹായിക്കുന്ന സംവിധാനമാണ് ABS. അതിന് നാലു പ്രധാനഭാഗങ്ങളുണ്ട്. വേഗസെൻസറുകൾ, കൺട്രോളറുകൾ, വാൽവുകൾ, പമ്പുകൾ എന്നിങ്ങനെയാണ് അവ.ഇതിൽ ആദ്യത്തെ രണ്ട് എണ്ണം ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ട് ഉപയോഗിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണ്.

ഡാഷ്ബോർഡ് : വിവിധ സെൻസറുകളുടെ റീഡിങ്ങുകൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന കൺട്രോൾ പാനലുകളാണ് ഡാഷ്ബോർഡിൽ പ്രധാനമായുമുള്ളത്. നിലവിലെ ഇന്ധനത്തിന്റെ അളവ്, കാറിന്റെ വേഗം, ഓയിലിന്റെ അളവ്, കാർ ന്യൂട്രൽ അവസ്ഥയിൽ ആണോ എന്നുള്ളത് തുടങ്ങിയ സൂചനകളും ഇതുനൽകുന്നു. കൂടാതെ ജി.പി.എസ്, മ്യൂസിക് പ്ലെയറുകൾ, എയർ കണ്ടിഷനറുകൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ഡാഷ് ബോർഡിൽ ഉണ്ടാവാം.

പേഴ്സണൽ കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ, ടെലിഫോണുകൾ, ടെലിവിഷനുകൾ, കാൽക്കുലേറ്ററുകൾ, വാഷിങ് മെഷീനുകൾ, DVD പ്ലെയറുകൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം നിത്യവും ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ചില ഉപകരണങ്ങളാണ്. ചിത്രം 1.3-ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളത്.

(a) (b) (c) (d)

ചിത്രം 1.3 (a) വാഷിങ് മെഷീൻ (b) TV (c) റേഡിയോ (d) മൊബൈൽഫോൺ

പ്രവർത്തനം - 3

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതുപോലെ നിങ്ങൾക്ക് പരിചയമുള്ള ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ പട്ടികയുണ്ടാക്കി അവ ഏതൊക്കെ മേഖലകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നവയാണ് എന്നു തരംതിരിക്കുക.

ഉദാഹരണം : റേഡിയോ, ടെലിവിഷൻ, ഹോംതിയേറ്റർ, റഡാർ, X-Ray, ECG, ഇലക്ട്രിക് പിയാനോ, ട്രാഫിക് കൺട്രോൾ.

1.4 ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകൾ - ആക്ടീവും പാസീവും

ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകളെ ആക്ടീവ് കംപോണന്റുകൾ, പാസീവ് കംപോണന്റുകൾ എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം. ഒരു ഇലക്ട്രിക്കൽ സിഗ്നലിനെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാനും പ്രോസസ് ചെയ്യാനും കഴിയുന്ന തരത്തിലുള്ള ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകളെയാണ് ആക്ടീവ് കംപോണന്റുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

ഉദാഹരണം : ഡയോഡ്, ട്രാൻസിസ്റ്റർ

ഒരു സിഗ്നലിനെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാനോ പ്രോസസ് ചെയ്യാനോ കഴിയാത്ത കംപോണന്റുകളാണ് പാസീവ് കംപോണന്റുകൾ. അവ സിഗ്നലിനെ കടത്തിവിടുക മാത്രമേ ചെയ്യുന്നുള്ളൂ.

ഉദാഹരണം : റെസിസ്റ്ററുകൾ, കപ്പാസിറ്ററുകൾ, ഇൻഡക്ടറുകൾ

1.5 റെസിസ്റ്ററുകൾ

ഒരു സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള കറന്റിന് പ്രതിരോധം (Resistance) ഉളവാക്കുന്ന രണ്ടു ടെർമിനലുകളുള്ള ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റാണ് റെസിസ്റ്റർ. ചിത്രം 1.4-ൽ റെസിസ്റ്ററിന്റെ ചിഹ്നം സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. എല്ലാ റെസിസ്റ്ററുകൾക്കും പവർ റേറ്റിങ് സൂചിപ്പിക്കാറുണ്ട്. റെസിസ്റ്റർ കേടുവരാത്തവിധത്തിൽ അതിന് ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയുന്ന പരമാവധി പവറിനെയാണ് പവർറേറ്റിങ് എന്നതുകൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്. അതായത് 100 Ω റെസിസ്റ്റൻസുള്ള ഒരു 1W റെസിസ്റ്ററിന് പരമാവധി 100 mA കറന്റ് കടത്തിവിടാൻ കഴിയും. കൂടുതൽ പവർ ഉൾക്കൊള്ളാൻ പര്യാപ്തമാകേണ്ടതുള്ളതുകൊണ്ട് പവർറേറ്റിങ് കൂടിയ റെസിസ്റ്ററുകൾക്ക് വലുപ്പവും കൂടുതലായിരിക്കും. റെസിസ്റ്ററുകളുടെ സ്ഥിരമൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ (Fixed resistors) എന്നും വ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന റെസിസ്റ്ററുകൾ (Variable resistors) എന്നും രണ്ടായി തിരിക്കാം.

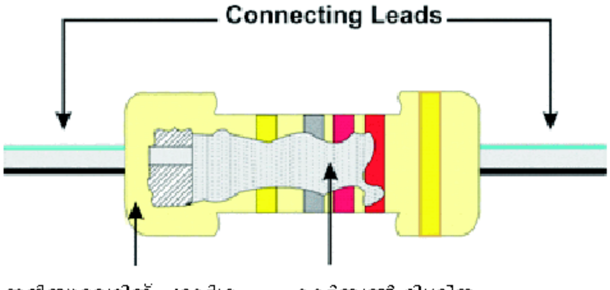
ചിത്രം 1.4 റെസിസ്റ്ററിന്റെ ചിഹ്നങ്ങൾ

സ്ഥിരമൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ (Fixed Resistors)

റെസിസ്റ്ററുകളുടെ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യത്തിൽ വ്യത്യാസം വരുത്താൻ കഴിയാത്ത സ്ഥിരമൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകളാണിവ. കാർബൺമിശ്രിതം (Carbon Composition resistors) ഉപയോഗിച്ച് നിർമിക്കുന്ന റെസിസ്റ്ററുകൾ, വയർചുരുൾ കൊണ്ടു നിർമിക്കുന്ന റെസിസ്റ്ററുകൾ (Wire wound resistors) എന്നിവയൊക്കെ സ്ഥിരമൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകളാണ്.

കാർബൺമിശ്രിത റെസിസ്റ്ററുകൾ (Carbon composition resistors)

കാർബൺമിശ്രിത റെസിസ്റ്ററിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പ്രതിരോധപദാർഥം (Resistive material) കാർബൺ-കളിമണ്ണു മിശ്രിതമാണ് (Carbon-clay Composition). റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യത്തിന് അനുസരിച്ച് വേണ്ട പ്രത്യേക അനുപാതത്തിലാണ് ഈ രണ്ടു പദാർഥങ്ങളും മിശ്രണം ചെയ്യുന്നത്. ഈ മിശ്രിതത്തിന്റെ അളവിനു നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും റെസിസ്റ്ററിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം. പദാർഥത്തിന്റെ കാഠിന്യം സംരക്ഷിക്കാനും വൈദ്യുതരോധത്തിനു (Insulation) മായി റെസിസ്റ്റർ പദാർഥം ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് കേസിനുള്ളിൽ ആവരണം ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ



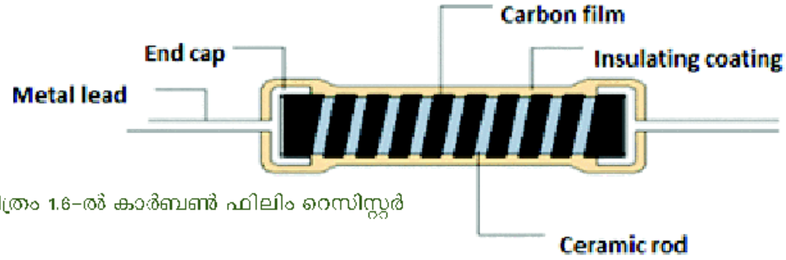
ചിത്രം 1.5 കാർബൺമിശ്രിത സെന്റർ

ലീഡുകൾ, ടിൻ-കോപ്പർ മിശ്രിതംകൊണ്ടാണ് നിർമിക്കുന്നത്. ഏതാനും Ω (ohm) മൂല്യം മുതൽ 22MΩ വരെയുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ ഈ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. 5% മുതൽ 20% വരെ ടോളറൻസുള്ള ഇത്തരം റെസിസ്റ്ററുകൾ $\frac{1}{4}W$, $\frac{1}{2}W$, 1W, 2W എന്നീ പവർ റേറ്റിങ്ങുകളിൽ ലഭ്യമാണ്.

കാർബൺ ഫിലിം റെസിസ്റ്ററുകൾ

ശുദ്ധമായ കാർബൺഫിലിം ഒരു ഗ്ലാസിലോ സെറാമിക് വസ്തുവിലെ നിക്ഷേപിച്ചാണ് കാർബൺ ഫിലിം റെസിസ്റ്ററുകൾ നിർമിക്കുന്നത്.

കാർബൺ ഫിലിം പാളിയുടെ കനം പ്രത്യേക തരത്തിൽ മുറിച്ചോ വളയരൂപത്തിലുള്ള പല ചാലുകളായി മുറിച്ചോ ആണ് ആവശ്യമുള്ള മൂല്യത്തിലുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ നിർമിക്കുന്നത്. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഉടനീളം റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ മൂല്യം നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയും ആവശ്യമുള്ള മൂല്യത്തിലെത്തിയാൽ കാർബൺ ഫിലിം മുറിക്കൽ അവസാനിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും. പുറമേ സെർക്കീട്ടുമായി ബന്ധിപ്പിക്കാൻ ആവശ്യമായ മേൽമൂടികൾ (Contact caps) രണ്ടുവശത്തും സ്ഥാപിക്കുക കൂടി ചെയ്യും. +1 % മാത്രം പരമാവധി പ്രതീക്ഷിതവ്യതിയാനത്തിൽ (Tolerence) ലഭിക്കുന്നതിനാൽ കാർബൺ ഫിലിം റെസിസ്റ്ററുകളെ പ്രിസിഷൻ ടൈപ്പ് (Precision type) റെസിസ്റ്ററുകൾ എന്നും വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1.6-ൽ കാർബൺ ഫിലിം റെസിസ്റ്റർ

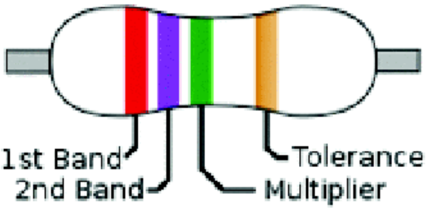
വയർചുരുൾ റെസിസ്റ്ററുകൾ (Wire wound resistors)

1Watt-ൽ കൂടുതൽ റേറ്റിങ്ങുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ നാം വയർചുരുൾ റെസിസ്റ്ററുകൾ ആണ് പൊതുവെ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതിൽ നിക്രോം പോലുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് വയറുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു സെറാമിക് അല്ലെങ്കിൽ പോർസലൈൻ കോറിൽ കനം കുറഞ്ഞ നിക്രോം വയർ ചുറ്റുന്നു. വയറിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ കോറിൽ കടത്തിവച്ചിരിക്കുന്ന ലോഹക്കഷണങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ടിൻ-കോപ്പർ വയറുകൊണ്ടുള്ള ലീഡുകൾ ഈ ലോഹക്കഷണങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ഗ്ലാസ്പൗഡർ കൊണ്ടുള്ള ഇനാമൽ ഉപയോഗിച്ച് ഇതിനെ ആവരണം ചെയ്യുക കൂടി ചെയ്താണ് വയർചുരുൾ റെസിസ്റ്ററുകൾ (Wire wound resistors) നിർമിക്കുന്നത്. 200W വരെ പവർറേറ്റിങ്ങിലും 1Ω മുതൽ 100KΩ വരെയുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യങ്ങളിലും ഇത്തരം റെസിസ്റ്ററുകൾ ലഭ്യമാണ്.

ചിത്രം 1.7 വയർചുരുൾ റെസിസ്റ്റർ

റെസിസ്റ്ററുകളുടെ കളർ കോഡിങ് രീതി

കാർബൺ മിശ്രിത റെസിസ്റ്ററുകളും കാർബൺഫിലിം റെസിസ്റ്ററുകളും വലുപ്പത്തിൽ ചെറുതാണ്. അതിനാൽ അവയ്ക്കു മുകളിൽ അവയുടെ റേറ്റിങ്ങുകൾ പ്രിന്റ് ചെയ്യാൻ പ്രയാസമാണ്. അതുകൊണ്ട് റേറ്റിങ്ങുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനായി ഒരു പൊതുവായ കളർകോഡിങ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. നാലു കളറുകൾ (അല്ലെങ്കിൽ അഞ്ച്) അടയാളമായി റെസിസ്റ്ററുകളുടെ ഉപരിതലത്തിൽ പെയിന്റ് ചെയ്താണ് റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ മൂല്യത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ഈ ബാൻഡുകൾ ഏത് അഗ്രവുമായാണോ ഏറ്റവും അടുത്തു നിൽക്കുന്നത്, ആ അഗ്രത്തിൽനിന്ന് ഇടത്തു നിന്നു വലത്തോട്ടാണ് മൂല്യം കണക്കാക്കുന്നത്. ചിത്രം കാണുക.



ചിത്രം 1.8
റെസിസ്റ്ററുകളുടെ കളർ കോഡിങ്

(ചിത്രം 1.8 റെസിസ്റ്ററുകളുടെ കളർകോഡിങ്) ആദ്യത്തെയും രണ്ടാമത്തെയും കളർബാൻഡുകൾ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യത്തിന്റെ ആദ്യത്തെയും രണ്ടാമത്തെയും അക്കങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. മൂന്നാമത്തേത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഗുണനഘടകത്തെയാണ്. നാലാമത്തെ ബാൻഡ് പരമാവധി പ്രതീക്ഷിത വ്യതിയാനത്തെ (Tolerence) സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് റെസിസ്റ്റർ നിർമാണത്തിലെ കൃത്യതയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. നാലാമത്തെ കളർബാൻഡ് പതിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിൽ പരമാവധി പ്രതീക്ഷിത വ്യതിയാനം ±20% ആണെന്നു കരുതണം. കളർകോഡിൽനിന്ന് റെസിസ്റ്റൻസ്മൂല്യം കണക്കാക്കുന്നതു വിശദീകരിക്കുന്നതാണ് ചിത്രം 1.9-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.

Colour	Significant figures	Multiplier	Tolerance
Black	0	$x10^{0}$	–
Brown	1	$x10^{1}$	±1%
Red	2	$x10^{2}$	±2%
Orange	3	$x10^{3}$	-
Yellow	4	$x10^{4}$	(±5%)
Green	5	$x10^{5}$	±0.5%
Blue	6	$x10^{6}$	±0.25%
Violet	7	$x10^{7}$	±0.1%
Gray	8	$x10^{8}$	±0.05%
White	9	$x10^{9}$	-
Gold	-	$x10^{-1}$	±5%
Silver	-	$x10^{2}$	±10%
None	-	--	±20%

ചിത്രം 1.9 കളർകോഡിങ് പട്ടിക

ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു റെസിസ്റ്ററിന്റെ കളർബാൻഡ് മഞ്ഞ, വയലറ്റ്, ഓറഞ്ച്, ഗോൾഡ് എന്നിങ്ങനെ ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. ചിത്രം 1.9-ൽ ഉള്ള കളർകോഡിങ് ടേബിൾ അനുസരിച്ച് താഴെ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പ്രകാരം നമുക്ക് റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം കണക്കാക്കാം.

ബാൻഡ് 1	ബാൻഡ് 2	ബാൻഡ് 3	ബാൻഡ് 4	റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം
മഞ്ഞ	വയലറ്റ്	ഓറഞ്ച്	ഗോൾഡ്	
4	7	10^3	± 5 %	47kΩ ± 5 %

47 KΩ ന്റെ 5% എന്നത് 2.35KΩ ആണ്. അതുകൊണ്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് 47 KΩ ± 2.35KΩ ആയിരിക്കും. അതായത് 44.65 KΩ നും 49.35 KΩ നും ഇടയ്ക്ക്. മിക്ക ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളിലും കൃത്യമായ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം തന്നെ ഉപയോഗിക്കണമെന്നില്ല. രൂപകൽപ്പന ചെയ്ത മൂല്യത്തിൽ നിന്ന് ഏകദേശം ± 20% വരെ വ്യതിയാനമുണ്ടായാലും സെർക്കീട്ട് കാര്യക്ഷമമായി പ്രവർത്തിക്കും. അതിനാൽ നമുക്ക് കൃത്യമായ മൂല്യത്തിലുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ നിർമിക്കേണ്ടതില്ല.

അഞ്ച് ബാൻഡുകളുള്ള കോഡിങ് രീതിയാണെങ്കിൽ ആദ്യ മൂന്നു കളർബാൻഡുകൾ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യത്തിന്റെ ആദ്യ മൂന്ന് അക്കങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. നാലാമത്തെ ബാൻഡ് ഗുണനഘടകത്തെയും അഞ്ചാമത്തെ ബാൻഡ് പരമാവധി പ്രതീക്ഷിതവ്യതിയാനത്തെ (Tolerence) യും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

കമ്പോളത്തിൽ ലഭ്യമാകുന്ന നിശ്ചിത മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസുകളുടെ പട്ടിക

Ohms (Ω)			*Kilohms* (kΩ)			*Megohms* (MΩ)	
1.0	10	100	1.0	10	100	1.0	10
1.2	12	120	1.2	12	120	1.2	12
1.5	15	150	1.5	15	150	1.5	15
1.8	18	180	1.8	18	180	1.8	18
2.2	22	220	2.2	22	220	2.2	22
2.7	27	270	2.7	27	270	2.7	
3.3	33	330	3.3	33	330	3.3	
3.9	39	390	3.9	39	390	3.9	
4.7	47	470	4.7	47	470	4.7	
5.6	56	560	5.6	56	560	5.6	
6.8	68	680	6.8	68	680	6.8	
8.2	82	820	8.2	82	820	8.2	

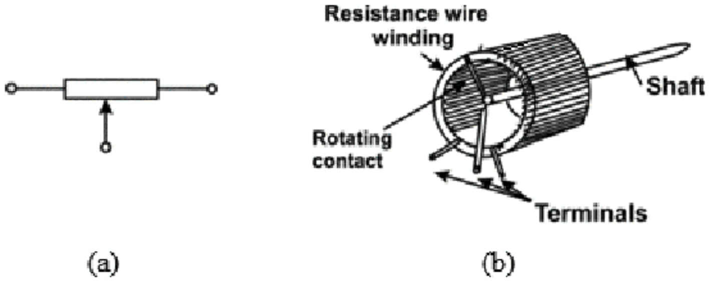
പഠനപുരോഗതി വിലയിരുത്താം

1. നമുക്ക് 4.7Ω മൂല്യമുള്ള ± 5% പരമാവധി പ്രതീക്ഷിതവ്യതിയാനമുള്ള ഒരു റെസിസ്റ്റർ വേണമെന്നിരിക്കട്ടെ. അതിന്റെ മൂല്യം സൂചിപ്പിക്കുന്ന കളർകോഡ് വ്യത്യാസം കണ്ടുപിടിക്കുക.
2. ഒരു റെസിസ്റ്ററിലെ കളർകോഡ് വിന്യാസം ചുവപ്പ്, പച്ച, മഞ്ഞ, വെള്ളി എന്നിങ്ങനെയാണ് എന്നിരിക്കട്ടെ. ഈ റെസിസ്റ്ററിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന റെസിസ്റ്ററുകൾ (Variable resistors)

ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളിൽ പലപ്പോഴും ഉപകരണം പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ തന്നെ കറന്റ്, വോൾട്ടേജ് എന്നിവയിൽ വ്യതിയാനം വരുത്തേണ്ടിവരും. ശബ്ദം കൂട്ടുകയോ കുറയ്ക്കുകയോ ചെയ്യുക, ടെലിവിഷൻ ചിത്രത്തിന്റെ പ്രകാശത്തിന് തെളിച്ച വ്യതിയാനം വരുത്തുക എന്നിങ്ങനെയൊക്കെയുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്ക് മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന റെസിസ്റ്ററുകൾ (Variable resistors) ഉപയോഗിക്കാം.

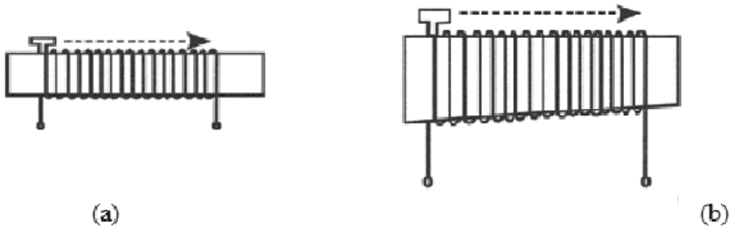
വലുപ്പം കൂടിയ ഇത്തരം മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന (Variable) റെസിസ്റ്ററുകളെ റിയോസ്റ്റാറ്റുകൾ (Rheostats) എന്നു പറയുന്നു. വലുപ്പം കുറഞ്ഞവയെ നാം പൊട്ടെൻഷ്യോമീറ്ററുകൾ (ചുരുക്കത്തിൽ 'Pots' എന്നും വിളിക്കും) എന്നു പറയുന്നു. പൊട്ടെൻഷ്യോമീറ്ററിന്റെ ചിഹ്നം ചിത്രം 1.10(a) ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു കാണുക. ഇതിൽ ആരോ മാർക്ക് സൂചിപ്പിക്കുന്നതു ചലിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന ടെർമിനൽ ആണ്. ഇത് റെസിസ്റ്റൻസ്മൂല്യത്തിൽ വ്യതിയാനം വരുത്താൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന റെസിസ്റ്ററുകളിൽ പ്രാഥമികമായി വയർചുരുൾ റെസിസ്റ്ററുകളും മറ്റു ചിലത് കാർബൺഫിലിം റെസിസ്റ്ററുകളുമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ചിത്രം 1.10 (b) വയർ ചുരുൾ പോട്ട് (Wire wound Pot) നിർമാണമാതൃക സൂചിപ്പിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1.10 പൊട്ടെൻഷ്യോ മീറ്റർ
(a) ചിഹ്നം (b) വയർചുരുൾ പോട്ടിന്റെ നിർമാണമാതൃക

ബേക്കലൈറ്റ് അല്ലെങ്കിൽ സെറാമിക്സ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള മകുടാകൃതിയിൽ റെസിസ്റ്റൻസ് വയർ ചുറ്റുന്നു. അതിന്റെ നടുവിലായി ചലിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഷാഫ്റ്റ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ ഷാഫ്റ്റ് അതുമായി ബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള ദണ്ഡും റെസിസ്റ്റൻസ് വസ്തുവിന്റെ രണ്ട് അഗ്രത്തിലുള്ള ടെർമിനലുകളും വരെ ചലിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു.

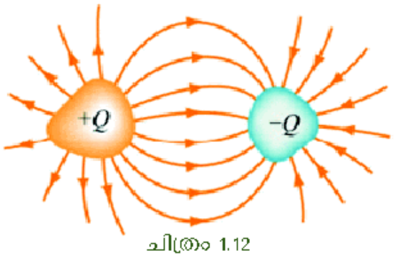
നോൺലീനിയർ പൊട്ടെൻഷ്യോമീറ്ററിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് വ്യതിയാനം ലീനിയറോ നോൺലീനിയറോ ആവാം. ചിത്രം 1.11 (a)-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ലീനിയർ പൊട്ടെൻഷ്യോമീറ്ററിന്റെ കോർ ഏകീകൃതമായ ഉയരത്തിലുള്ളതായതിനാൽ ഷാഫ്റ്റ് കറങ്ങുന്നതിന് നേർ അനുപാതത്തിൽ അതിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസിൽ വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നു. നോൺലീനിയർ പൊട്ടെൻഷ്യോമീറ്ററിൽ കോർ ഏകീകൃതമായ ഉയരത്തിലുള്ളതല്ല. ഒരു അഗ്രത്തു നിന്ന് മറ്റേ അഗ്രം വരെ വീതികുറഞ്ഞുവരുന്ന രീതിയിലാണ് അതിന്റെ കോർ രൂപകല്പന ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. റേഡിയോ, ടേപ്പ് റെക്കോർഡർ എന്നിവയിലെല്ലാം ശബ്ദനിയന്ത്രണത്തിന് ഇത്തരം പൊട്ടെൻഷ്യോ മീറ്ററുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 1.11 വയർചുരുൾ (a) ലീനിയർ (b) പൊട്ടെൻഷ്യോ മീറ്റർ

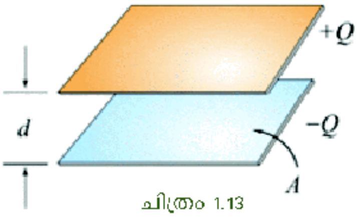
1.6 കപ്പാസിറ്ററുകൾ

ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന് അതിന്റെ വൈദ്യുതമണ്ഡലത്തിൽ (Elecetric field) വൈദ്യുതോർജം ശേഖരിക്കാനും ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ പുറത്തുവിടാനും കഴിയും. ഒരു കപ്പാസിറ്റർ അതിന്റെ ടെർമിനലുകളുടെ കുറുകെ വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസത്തിനുണ്ടാകുന്ന മാറ്റത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നു. കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് അളക്കുന്ന യൂണിറ്റാണ് ഫാരഡ് (F). ആകൃതിയിലും വലുപ്പത്തിലും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുമെങ്കിലും കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ അടിസ്ഥാനഘടന രണ്ടു ചാലകങ്ങളെ (Conductors) ഒരു ഇൻസുലേറ്റിങ് മാധ്യമം കൊണ്ടു വേർതിരിച്ചതാണ്.



ചിത്രം 1.12
കപ്പാസിറ്ററിന്റെ അടിസ്ഥാനഘടന

ചാർജ് ചെയ്യാത്ത ഒരു കപ്പാസിറ്ററിലെ രണ്ടു ചാലകങ്ങളിലെയും ചാർജ് പൂജ്യമായിരിക്കുമല്ലോ. ഒരു ബാറ്ററി കപ്പാസിറ്ററിനു കുറുകെ ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ അതിന് ചാർജ് ചെയ്യാൻ കഴിയും. ചാർജ് ചെയ്യുമ്പോൾ 'Q' അളവ് ചാർജ് ഒരു ചാലകത്തിൽനിന്നു മറ്റൊരു ചാലകത്തിലേക്ക് മാറ്റപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. അങ്ങനെ ഒരു ചാലകത്തിന് '+Q' ചാർജും മറ്റേ ചാലകത്തിന് '-Q' ചാർജും ലഭിക്കുകയും അതുമൂലം രണ്ടു ചാലകങ്ങൾ തമ്മിൽ ഒരു പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും. പോസിറ്റീവ് ചാർജ് ലഭിച്ച ചാലകം നെഗറ്റീവ് ചാർജ് ലഭിച്ച ചാലകത്തേക്കാൾ വലിയ പൊട്ടൻഷ്യൽ അവസ്ഥയിലായിരിക്കും. ചാർജ് ചെയ്യപ്പെട്ട കപ്പാസിറ്ററായാലും ചാർജ് ചെയ്യപ്പെടാത്ത കപ്പാസിറ്ററായാലും ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൊത്തം ചാർജ് പൂജ്യമാണ്.



ചിത്രം 1.13
സമാന്തര പ്ലേറ്റ് കപ്പാസിറ്റർ

ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ ലളിത ഉദാഹരണമായി 'A' വിസ്തീർണം വീതമുള്ള രണ്ടു ചാലക പ്ലേറ്റുകൾ 'd' അകലത്തിൽ വേർതിരിച്ചിരിക്കുന്നത് ചിത്രം 1.13-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക. ഒരു കപ്പാസിറ്ററിൽ പ്ലേറ്റുകൾ വേർതിരിക്കുന്ന ഇൻസുലേറ്റിങ് മാധ്യമം ഡൈഇലക്ട്രിക് (Dieelectric) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്.

ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് അതിലെ ഡൈഇലക്ട്രിക് വസ്തുവിനെയും അതിന്റെ പ്ലേറ്റ് വിസ്തീർണത്തെയും പ്ലേറ്റുകൾക്കിടയിലുള്ള അകലത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. മറ്റെല്ലാ ഘടകങ്ങളും ഒരുപോലെയാണെങ്കിൽ പ്ലേറ്റ് വിസ്തീർണം കൂടുതലുള്ള കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് കൂടുതലായിരിക്കും. ഒരു നിശ്ചിത വോൾട്ടേജിൽ വിസ്തീർണം കൂടിയ പ്ലേറ്റുകൾക്ക് വിസ്തീർണം കുറഞ്ഞ പ്ലേറ്റുകളെക്കാൾ കൂടുതൽ ചാർജ് ശേഖരിക്കാൻ കഴിയും എന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. പ്ലേറ്റുകൾ തമ്മിൽ അകലം കുറഞ്ഞ കപ്പാസിറ്ററുകൾ പ്ലേറ്റുകൾ തമ്മിൽ അകലം കൂടുതലുള്ള കപ്പാസിറ്ററുകളേക്കാൾ കപ്പാസിറ്റസ് മൂല്യം കൂടിയവ ആയിരിക്കും. ഡൈഇലക്ട്രിക് വസ്തുവിന്റെ പെർമിറ്റിവിറ്റി കൂടുന്നതനുസരിച്ച് കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം കൂടും.

ഇതെല്ലാം കണക്കിലെടുത്ത് ഒരു സമാന്തര പ്ലേറ്റ് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള സൂത്രവാക്യം

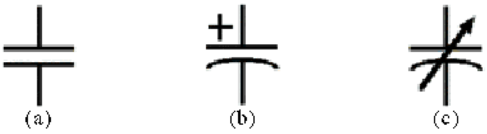
$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad ....1.1$$

'C' കപ്പാസിറ്റൻസിനെയും (ഫാരഡിൽ) 'E' ഡൈഇലക്ട്രിക്കിന്റെ പെർമിറ്റിവിറ്റിയെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

പരീക്ഷണങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഒരു കപ്പാസിറ്റർ ശേഖരിക്കുന്ന ചാർജിന്റെ അളവ് (a)അതിന്റെ പ്ലേറ്റുകൾക്കിടയിലുള്ള പൊട്ടെൻഷ്യൽ വ്യത്യാസത്തിന് നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും എന്നാണ്.

അതായത് **Q = C V** 1.2

സെർക്കീട്ടുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന വിവിധതരം കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങളാണ് 1.14-ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. നിശ്ചിത ധ്രുവ അവസ്ഥയുള്ള (Definite polarity) ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ ചിഹ്നമാണ് ചിത്രം 1.14 (b) സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററിന്റെ (Variable capasitor) ചിഹ്നം ചിത്രം 1.14 (c) സൂചിപ്പിക്കുന്നു.



(a) സാധാരണ - (b) ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്റർ
(c) മൂല്യവ്യതിയാനം 1.14 കപ്പാസിറ്റർ ചിഹ്നങ്ങൾ

റെസിസ്റ്റൻസിനെ പോലെത്തന്നെ കപ്പാസിറ്ററുകളും അതുവഴി കടന്നുപോകുന്ന സിഗ്നലിന് നിശ്ചിത പ്രതിരോധം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇതിനെയാണ് കപ്പാസിറ്റിവ് റിയാക്ടൻസ് എന്നു പറയുന്നത്.

കപ്പാസിറ്റിവ് റിയാക്ടൻസ് $X_c = \frac{1}{wc} = \frac{1}{2\pi fc}$ ....1.3. ഇവിടെ 'X_c' എന്നത് കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസും, 'w' എന്നത് ആംഗുലാർ ഫ്രീക്വൻസിയും 'C' കപ്പാസിറ്റൻസും '*f*' ഫ്രീക്വൻസിയും (Hertz) ആകുന്നു.

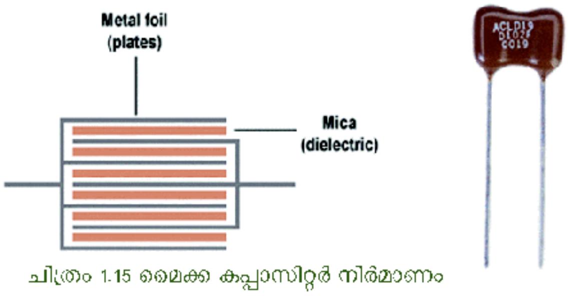
കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസിന്റെ യൂണിറ്റ് 'Ω' ആണ്.

ഫ്രീക്വൻസി കുറയുന്നതനുസരിച്ച് കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസ് കൂടുന്നു എന്നത് മേൽപ്പറഞ്ഞ സൂത്ര വാക്യത്തിൽനിന്ന് (1.3) വ്യക്തമാണല്ലോ. പൂജ്യം ഫ്രീക്വൻസിയിൽ (DC) ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് അനന്തമായതുകൊണ്ട് (infinite) അതുൾപ്പെടുന്ന സെർക്കീട്ട് ഒരു തുറന്ന സെർക്കീട്ട് (Open Circute) ആയി പ്രവർത്തിക്കും. അതുകൊണ്ട് വളരെ കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസിയുള്ള സിഗ്നൽ കപ്പാസിറ്റർ വഴി കടന്നുപോകില്ല. വളരെ വലിയ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസ് തീരെ കുറയുകയും അത് താരതമ്യേന ഒരു ഷോർട്ട് സെർക്കീട്ട് ആയി പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യും. അതായത് താരതമ്യേന ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള സിഗ്നലുകളാണ് കപ്പാസിറ്ററുകൾ വഴി കടന്നുപോകുന്നത്. ഒരു കപ്പാസിറ്റർ DC യെ തടഞ്ഞുനിർത്തുകയും AC യെ കടത്തിവിടുകയും ചെയ്യുന്നു എന്ന് ഇതിൽനിന്നു വ്യക്തമാണ്. അതുകൊണ്ട് ഒരു സെർക്കീട്ടിൽനിന്ന് AC വോൾട്ടേജിനെ മറ്റൊരു സെർക്കീട്ടിലേക്കു ബന്ധിപ്പിക്കാനും ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ നിന്ന് DCവോൾട്ടേജ് അതുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചുള്ള മറ്റൊരു സെർക്കീട്ടിലേക്കു കടക്കുന്നതു തടഞ്ഞുനിർത്താനും കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിക്കാം.

റെസിസ്റ്ററുകൾ പോലെ തന്നെ നിശ്ചിത മൂല്യമുള്ളവയും മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്നവയുമായ കപ്പാസിറ്ററുകളുമുണ്ട്. സാധാരണ ഉപയോഗത്തിലുള്ള നിശ്ചിതമൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്ററുകളാണ് മൈക്ക, സെറാമിക്, പേപ്പർ, ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് എന്നീ കപ്പാസിറ്ററുകൾ. നിശ്ചിതമൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്ററുകൾ (Fixed Capacitor), എയർ ഗാങ് കപ്പാസിറ്ററുകൾ എന്നിവ മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററുകളാണ്.

മൈക്ക കപ്പാസിറ്ററുകൾ

അലുമിനിയം ഫോയിൽകൊണ്ടുള്ള പ്ലേറ്റുകൾ മൈക്ക ഷീറ്റുകൾ ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിക്കുന്ന രീതിയിലാണ് മൈക്ക കപ്പാസിറ്ററുകൾ നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചിത്രം 1.15 നോക്കുക. ഈ പ്ലേറ്റുകൾ രണ്ട് ഇലക്ട്രോഡുകളുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഊഷ്മാവ് വ്യതിയാനം വരുന്ന അവസരയിലും ഉയർന്ന വോൾട്ടേജ് വേണ്ടുന്ന സെർക്കീട്ടുകളിലുമെല്ലാം മൈക്ക കപ്പാസിറ്ററുകൾ കാര്യക്ഷമമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. 5 മുതൽ 10^3 PF വരെ മൂല്യത്തിലുള്ള മൈക്ക കപ്പാസിറ്ററുകൾ ലഭ്യമാണ്. 500Vവരെയുള്ള സെർക്കീട്ട് അവസരങ്ങളിൽ മൈക്ക കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിക്കാം.



ചിത്രം 1.15 മൈക്ക കപ്പാസിറ്റർ നിർമാണം

സെറാമിക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ

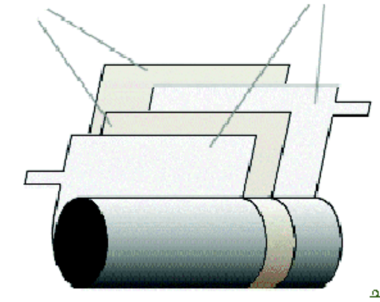
ഒരു സെറാമിക് ഡിസ്കിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലും കോപ്പറോ സിൽവറോ ലോഹങ്ങൾ ആവരണം ചെയ്താണ് സെറാമിക് കപ്പാസിറ്റർ നിർമിക്കുന്നത്. ഈ ആവരണങ്ങൾ രണ്ടു പ്ലേറ്റുകളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ടിൻ മിശ്രിത വയർലീഡുകൾ ഘടിപ്പിച്ചശേഷം യൂണിറ്റ് മുഴുവനായി പ്ലാസ്റ്റിക് കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്യുകയും അതിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം അക്കങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചോ കളർകോഡ് ഉപയോഗിച്ചോ അടയാളപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. റെസിസ്റ്ററുകൾക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്ന കളർകോഡുകൾക്ക് സമാനമാണ് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ കളർകോഡിങ് രീതി. സെറാമിക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ എല്ലായിടത്തും ധാരാളം ഉപയോഗത്തിലുള്ളതാണ്. 3V മുതൽ 6000V വരെയുള്ള വോൾട്ടേജ് റേറ്റിങ്ങുകളിൽ ഇവ ലഭ്യമാണ്. 3pF മുതൽ 3μF വരെ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യത്തിലാണ് സെറാമിക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ ഉള്ളത്.

ചിത്രം 1.16
സെറാമിക് ഡിസ്ക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ

1) DC - Direct Current എന്നതിന്റെ ചുരുക്കെഴുത്താണ് 'DC'. ഒരു സെർക്കീട്ടിന് DC വോൾട്ടേജ് നൽകുമ്പോൾ ഒരേ ദിശയിൽ കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്നു. ഒരു സെക്കന്റിലുള്ള സൈക്കിളുകളുടെ എണ്ണമാണ് ഫ്രീക്വൻസി. DC വോൾട്ടേജിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി പൂജ്യമാണ്.

2) AC - ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ സമയബന്ധിതമായി ദിശ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന കറന്റിനെയാണ് ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിന്റെ ചുരുക്കപ്പേരാണ് AC.

പേപ്പർ കപ്പാസിറ്ററുകൾ



ചിത്രം 1.17 പേപ്പർ കപ്പാസിറ്ററുകൾ

രണ്ടു ലോഹഫോയിലുകൾ പേപ്പർകഷണങ്ങൾകൊണ്ടു വേർതിരിച്ചതാണ് പേപ്പർ കപ്പാസിറ്റർ. ഡൈഇലക്ട്രിക് വസ്തുക്കളായ മെഴുക്, പ്ലാസ്റ്റിക്, ഓയിൽ എന്നിവ നിറച്ചാണ് പേപ്പർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ലോഹഫോയിലുകൾക്കിടയിൽ പേപ്പർ ചുരുളാക്കി വയ്ക്കാം എന്നതുകൊണ്ട് ഒരു ചെറിയ വ്യാപ്തത്തിനുള്ളിൽ വലിയ പ്ലേറ്റ് വിസ്തീർണം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ കഴിയും. 0.0005 μ Fമുതൽ ധാരാളം μ F വരെ പേപ്പർ കപ്പാസിറ്റർ ലഭ്യമാണ്. 100V മുതൽ ആയിരക്കണക്കിന് വോൾട്ടേജ് റേറ്റിങ്ങിലും ഇവ ലഭ്യമാണ്. DC സെർക്കീട്ടുകളിലും AC സർക്കീട്ടുക്ളിലും പേപ്പർകപ്പാസിറ്ററുകൾ ഉപയോഗിക്കാം.

ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ

ചിത്രം 1.18
ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ

ഒരു വശത്ത് അലുമിനിയം ഓക്സൈഡ് ഫിലിം ആവരണം ചെയ്ത അലുമിനിയം ഫോയിൽ ഇലക്ട്രോഡ് ആണ് ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്ററിൽ ഉള്ളത്. അലുമിനിയം ഫോയിൽ പോസിറ്റീവ് പ്ലേറ്റ് ആയും അലുമിനിയം ഓക്സൈഡ് ഡൈഇലക്ട്രിക് ആയും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഓക്സൈഡ് ഇലക്ട്രോലൈറ്റിൽ മുക്കിവച്ചിരിക്കുന്ന തുണിക്കഷണവുമായോ പേപ്പറുമോ ആയി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോലൈറ്റ് ആണ് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ നെഗറ്റീവ് പ്ലേറ്റ് ആയി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഇലക്ട്രോലൈറ്റുമായി വൈദ്യുതബന്ധം സ്ഥാപിക്കാനായി മറ്റൊരു അലുമിനിയപാളി (ഓക്സൈഡ് ഇല്ലാത്ത) കൂടി സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. പലപ്പോഴും നെഗറ്റീവ് പ്ലേറ്റ് കപ്പാസിറ്ററിനെ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ലോഹപ്പാത്രവുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുകയാണ് പതിവ്. അപ്പോൾ ഈ ലോഹപ്പാത്രം തന്നെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

അലുമിനിയം ഓക്സൈഡ്പാളി വളരെ കനംകുറഞ്ഞത് ആകയാൽ ഇത്തരം കപ്പാസിറ്ററുകൾക്ക് ചെറിയ വ്യാപ്തത്തിൽ തന്നെ വലിയ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇവയ്ക്ക് കപ്പാസിറ്റൻസ് -വലുപ്പം അനുപാതം വളരെ കൂടുതലാകുന്നു. ടെർമിനലുകൾ പോസിറ്റീവ്, നെഗറ്റീവ് എന്നിങ്ങനെ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. 1 μF മുതൽ അനേകായിരം μF കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യത്തിലും 1V മുതൽ 500V വരെ വോൾട്ടേജ് റേറ്റിങ്ങിലും ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്ററുകൾ ലഭ്യമാണ്.

മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററുകൾ (Variable Capasitors)

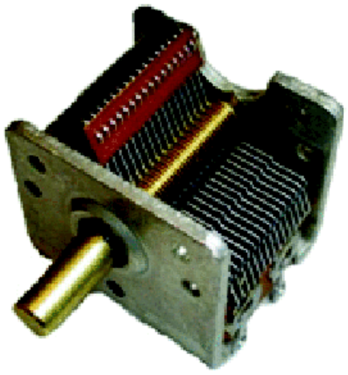
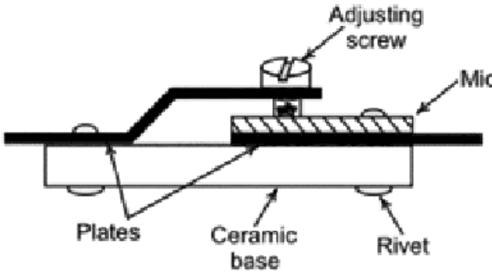


Fig 1.19 എയർഗാങ് കപ്പാസിറ്ററുകൾ

പലപ്പോഴും കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം സെർക്കീട്ടിന്റെ ആവശ്യാനുസരണം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തേണ്ടിവരും.(ഉദാഹരണത്തിന് റേഡിയോയിൽ വിവിധതരം ചാനലുകൾ തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന ട്യൂണിങ് സെർക്കീട്ട്). മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററുകളാണ് എയർ ഗാങ് കപ്പാസിറ്ററുകൾ (Air Gang Capacitor) (ചിത്രം1.19). ഈ കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ ഡൈഇലക്ട്രിക് എയർ (Air) ആയിരിക്കും. ഇതിലെ ഷാഫ്റ്റിന്റെ ഒരു അഗ്രം കറക്കുന്നതനുസരിച്ച് ചലിപ്പിക്കാവുന്ന പ്ലേറ്റിന്റെയും നിശ്ചലമായ പ്ലേറ്റിന്റെയും ഇടയിലുള്ള പൊതുവിസ്തീർണം വ്യത്യാസപ്പെടുത്താൻ കഴിയും. ഈ പൊതുവിസ്തീർണം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് കപ്പാസിറ്റൻസ് കൂടും.

ചില ഉപയോഗങ്ങളിൽ തുടർച്ചയായി മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താ

വുന്ന തരത്തിലുള്ള കപ്പാസിറ്ററുകൾ ആവശ്യമില്ല. ഒരു പ്രത്യേക കപ്പാസിറ്റൻസിൽ സെറ്റ് ചെയ്താൽ അത് നിരവധി സാധാരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗിക്കാം. അത്തരം അവസരങ്ങളിൽ നാം ട്രിമ്മർ (Trimmer) എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. മൈക്കയോ സെറാമിക്കോ ആണ് ട്രിമ്മർ കപ്പാസിറ്ററിന്റെ ഡൈഇലക്ട്രിക് വസ്തുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് (ചിത്രം 1.20).



ചിത്രം 1.20
ഒരു മൈക്ക ട്രിമ്മറിന്റെ അടിസ്ഥാനനിർമാണം

1.7 ഇൻഡക്ടറുകൾ

ചുറ്റുമുള്ള കാന്തികമണ്ഡലത്തിൽ വൈദ്യുതോർജം ശേഖരിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് ഇൻഡക്ടർ. ഒരു കോയിലിന് അതിലൂടെയുള്ള ഇലക്ട്രിക് കറന്റിന്റെ വ്യതിയാനത്തെ പ്രതിരോധിക്കാനുള്ള കഴിവിനെയാണ് ഇൻഡക്ടൻസ് എന്നു പറയുന്നത്. കോയിലിലുള്ള ചുരുളുകളുടെ എണ്ണത്തിന് ആനുപാതികമാണ് അതിന്റെ ഇൻഡക്ടൻസ്. ഇൻഡക്ടൻസ് കോയിലിന്റെ ആരത്തെയും (Radious) കോയിൽ ചുറ്റപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന കോറിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. വിവിധതരം ഇൻഡക്ടറുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങളാണ് ചിത്രം 1.21 -ൽ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇൻഡക്ടൻസിന്റെ യൂണിറ്റാണ് ഹെൻറി (H).

ഒരു ഇൻഡക്ടർ സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള കറന്റിന്റെ വ്യതിയാനത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നു. ഇത്തരം പ്രതിരോധത്തെയാണ് ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ് എന്ന് പറയുന്നത്.

ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസിന്റെ നിർവചനം സൂചിപ്പിക്കുന്ന സൂത്രവാക്യമാണ്

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ ....(1.4)

ഇവിടെ 'X_L' ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസും 'ω' ആംഗുലാർ ഫ്രീക്വൻസിയും 'f' എന്നത് ഹെർട്സ് യൂണിറ്റിലുള്ള ഫ്രീക്വൻസിയും 'L' ഇൻഡക്ടൻസുമാണ്.

ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസിന്റെ യൂണിറ്റ് ഓം (Ω)ആണ്. ഫ്രീക്വൻസി കൂടുന്നതനുസരിച്ച് ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസും കൂടുന്നു.

ഫ്രീക്വൻസി പൂജ്യം (0) ആയിരിക്കുമ്പോൾ ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസും പൂജ്യമായിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അത് ഒരു ഷോർട്ട് സെർക്കീട്ടായി പ്രവർത്തിക്കും. അതിനാൽ കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള സിഗ്നലുകൾ ഇൻഡക്ടറിലൂടെ കടന്നുപോകും. കൂടിയ ഫ്രീക്വൻസിയുള്ള സിഗ്നലുകളെ സംബന്ധിച്ച് അത് ഓപ്പൺ സെർക്കീട്ട് ആയി പ്രവർത്തിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അത്തരം സിഗ്നലുകളെ ഇൻഡക്ടർ കടത്തിവിടില്ല. ഇതിൽനിന്ന് ഇൻഡക്ടർ AC യെ തടഞ്ഞുനിർത്തുമെന്നും DC സിഗ്നലിനെ കടത്തിവിടുമെന്നും വ്യക്തമാണ്. ഇത് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ ധർമത്തിന് നേർവിപരീതമാണ്.

ഇൻഡക്ടറുകളെ പൊതുവായി രണ്ടായി തിരിക്കാം, നിശ്ചിതമൂല്യമുള്ളവയെന്നും (Fixed) മൂല്യവ്യതിയാനം (Variable) വരുത്താവുന്നവയെന്നും. നിർമാണപ്രവർത്തനങ്ങൾ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഇൻഡക്ടറുകളെ വീണ്ടും മൂന്നായി തിരിക്കാം. എയർകോർ ഇൻഡക്ടർ (Air Core Inductor) എന്നും അയൺകോർ ഇൻഡക്ടർ (Iron Core Inductor) എന്നും ഫെറൈറ്റ് കോർ ഇൻഡക്ടർ (Ferrite Core Inductor) എന്നും. കനം കുറഞ്ഞ ചെമ്പുകമ്പി ഒരു കോറിന്റെയും സഹായമില്ലാതെ ചുറ്റിയെടുത്താണ് എയർകോർ ഇൻഡക്ടർ നിർമിക്കുന്നത്. മില്ലി ഹെൻറി, മൈക്രോഹെൻറി, അളവുകളിലുള്ള ചെറിയ മൂല്യമുള്ള ഇൻഡക്ടറുകളാണ് ഇവ. ലാമിനേറ്റ് ചെയ്യപ്പെട്ട ഇരുമ്പുകോറിൽ ചെമ്പുകമ്പി ചുറ്റിയെടുത്താണ് അയൺകോർ ഇൻഡക്ടർ നിർമിക്കുന്നത്. ശ്രവ്യശബ്ദത്തിലുള്ള ഫ്രീക്വൻസി സിഗ്നലുകൾക്ക് ഇത്തരം ഇൻഡക്ടറുകൾ അനുയോജ്യമാണ്.

ഫെറൈറ്റ് (Ferrite) എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഫെറോ മാഗ്നറ്റിക് വസ്തുകൊണ്ടുള്ള കോറിൽ ചെമ്പുകമ്പി ചുറ്റിയാണ് ഫെറൈറ്റ് കോർ ഇൻഡക്ടർ നിർമിക്കുന്നത്. വ്യതിയാനം വരുത്താവുന്നതും ഫെറൈറ്റ് കോർ ഇൻഡക്ടറുകളിൽ കോർ കോയിലിന് ഉള്ളിൽ കൂടി ഉള്ളിലേക്കും പുറത്തേക്കും ചലിപ്പിക്കാവുന്നതുമായ തരത്തിലാണ് ഇതു നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. കോർ മുഴുവനായും ഇൻഡക്ടറിനുള്ളിലാകുന്ന അവസ്ഥയിലാണ് അതിന് പരമാവധി ഇൻഡക്ടൻസ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ഉയർന്ന

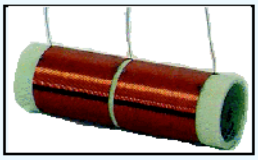
വിവിധ ഫ്രീക്വൻസി പരിധികളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇൻഡക്ടറുകൾ

റെക്ടിഫയർ ഉപയോഗിച്ച് AC (50 Hz^2) വോൾട്ടേജിനെ (DC) ആക്കി മാറ്റുമ്പോൾ ശുദ്ധമായ DC അല്ല ലഭിക്കുന്നത്. മറിച്ച്, കുറച്ച് വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനമുള്ള DC ആയിരിക്കും (Pulsating DC). അത്തരം DC യെ ശുദ്ധമായ DC ആക്കി മാറ്റാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ചോക്കിനെയാണ് ഫിൽറ്റർ ചോക്ക് എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിലെ ഇൻഡക്ടൻസിന്റെ പരിധി 5 മുതൽ 20H വരെയാണ്. ഒരു ഫിൽറ്റർ ചോക്ക് ഇരുമ്പുകോറിൻ ചുറ്റിയ നിരവധി വയർചുറ്റുകളോടുകൂടിയ ഇൻഡക്ടറാണ്. അവയ്ക്ക് നിശ്ചിത ഇൻഡക്ടൻസ് മൂല്യമാണുള്ളത്.

ശ്രവ്യശബ്ദ ഫ്രീക്വൻസി ചോക്കുകൾ (Audio Frequency Chokes)

20 H_z മുതൽ 20 KH_z വരെയുള്ള ശ്രവ്യശബ്ദ ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഫിൽറ്റർ ചോക്കുകളെ അപേക്ഷിച്ച് ഇവ വലുപ്പത്തിൽ ചെറുതും റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യത്തിൽ കുറഞ്ഞതും ആകുന്നു.

ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്ക് (20 KHz^2 മുകളിൽ) ഉപയോഗിക്കുന്ന മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന ഇൻഡക്ടറുകളാണ് റേഡിയോ ഫ്രീക്വൻസി ചോക്കുകൾ (RFC). ഇതിന്റെ കോറിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഷാഫ്റ്റ് തിരിക്കുന്നതനുസരിച്ച് ഇൻഡക്ടൻസ് മൂല്യത്തിന് വ്യതിയാനം വരുത്താനാവും. RFC കൾക്ക് (μtt) അളവിലുള്ള ചെറിയ ഇൻഡക്ടൻസ് മൂല്യമാണുള്ളത്. ചിത്രം കാണുക.



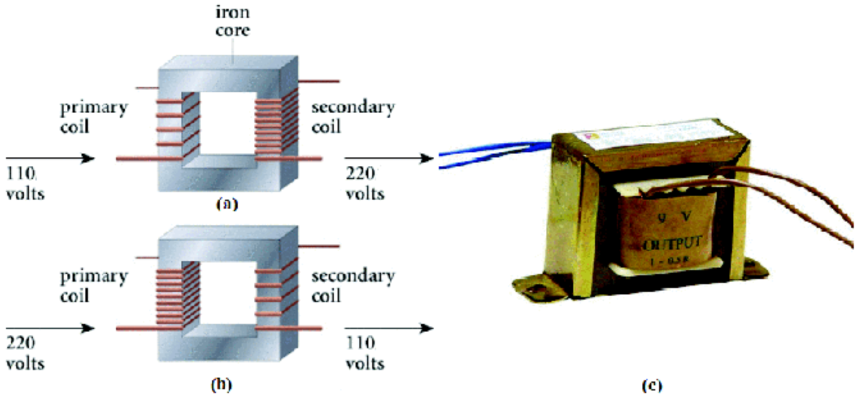
ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്കാണ് ഇത്തരം ഇൻഡക്ടറുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

(a) എയർകോർ (b) അയൺകോർ (c) ഫൈറൈറ്റ് കോർ

ചിത്രം 1.21 ഇൻഡക്ടറുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങൾ

1.8 ട്രാൻസ്ഫോർമറുകൾ

പ്രത്യക്ഷത്തിൽ ഇൻഡക്ടറുപോലെ തോന്നിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് ട്രാൻസ്ഫോർമർ. ഒരു പൊതുവായ കോറും രണ്ട് ഇൻഡക്ടറുകളുമാണ് ട്രാൻസ്ഫോർമറിൽ കാണുന്നത്. (ചിത്രം1.22). ഇതിൽ ഒരു ഇൻഡക്ടർ അല്ലെങ്കിൽ വൈൻഡിങിനെ പ്രൈമറി എന്നും മറ്റേതിനെ സെക്കൻഡറി എന്നും പറയും. പ്രൈമറി വൈൻഡിങ്ങിലൂടെ ഒരു ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് കടത്തിവിടുമ്പോൾ സെക്കന്ററിയിൽ ഒരു പ്രേരിത വോൾട്ടേജ് (Induced Voltage) രൂപപ്പെടുന്നു. സ്റ്റെപ്പ്അപ്പ് ട്രാൻസ്ഫോമറിൽ സെക്കന്ററിയിലെ ചുരുളുകളുടെ എണ്ണം പ്രൈമറിയിലേതിനെക്കാൾ കൂടുതലാണ്. അതുകൊണ്ട് സെക്കന്ററി വോൾട്ടേജ് പ്രൈമറിയിലേതിനേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. സെക്കന്ററിയിലെ ചുരുളുകളുടെ എണ്ണം താരതമ്യേന കുറവാണെങ്കിൽ സെക്കന്ററി വോൾട്ടേജ് പ്രൈമറിയെ അപേക്ഷിച്ച് ആനുപാതികമായി കുറയും. അത്തരം ട്രാൻസ്ഫോർമറുകളെ സ്റ്റെപ്പ് ഡൗൺ ട്രാൻസ്ഫോർമറുകൾ എന്നു പറയും.



ചിത്രം 1.22 (a) സ്റ്റെപ്പ് അപ്പ് ട്രാൻസ്ഫോർമർ

(b) സ്റ്റെപ്പ്ഡൗൺ ട്രാൻസ്ഫോർമർ (c) ഒരു ചെറിയ പവർറേറ്റിങ്ങിലുള്ള ട്രാൻസ്ഫോർമർ.

സംഗ്രഹിക്കാം

നിത്യജീവിതത്തിലെ സമസ്തമേഖലകളിലെയും അവിഭാജ്യഘടകമാണ് ഇലക്ട്രോണിക്സ്. ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വികാസചരിത്രത്തിലെ നാഴികക്കല്ലാണ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം. ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടുകളും SSI, LSI, VLSI സാങ്കേതികവിദ്യകളിലൂടെയുള്ള അവയുടെ വികസനവും എല്ലാ മേഖലകളിലും ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ത്വരിതഗതിയിലുള്ള വളർച്ചയ്ക്ക് കാരണമായി. ആശയവിനിമയവും വിനോദവും, പ്രതിരോധം, കൺട്രോൾ - ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ മേഖല, ജീവശാസ്ത്രമേഖല, മോട്ടോർവാഹന മേഖല, വീട്ടുപകരണങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വ്യാപകമായ ഉപയോഗമുള്ള ചില മേഖലകളാണ്. ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകളെ പാസീവ് കംപോണന്റുകൾ എന്നും ആക്ടീവ് കംപോണന്റുകൾ എന്നും തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. പലതരം റെസിസ്റ്ററുകളും കപ്പാസിറ്ററുകളും ഇൻഡക്ടറുകളും വിവിധതരം സെർക്കീട്ടുകളിൽ ധാരാളം ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു. റെസിസ്റ്ററുകളുടെ റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം കണക്കാക്കാൻ കളർകോഡിങ് രീതി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു കപ്പാസിറ്റർ AC യെ കടത്തിവിടുകയും DC യെ തടഞ്ഞുനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അതേസമയം ഒരു ഇൻഡക്ടർ DC യെ കടത്തിവിടുകയും AC യെ തടഞ്ഞുനിർത്തുകയുമാണ് ചെയ്യുന്നത്.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ജനനവും വികാസചരിത്രവും വിശദീകരിക്കുന്നു.
- നിത്യജീവിതത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ പ്രാധാന്യം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു.
- വിവിധ മേഖലകളിലെ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ തരംതിരിക്കുന്നു.
- ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ അടിസ്ഥാന കംപോണന്റുകൾ തിരിച്ചറിയുന്നു.
- ഇലക്ട്രോണിക്സിലെ പ്രധാന കംപോണന്റുകളെ ആക്ടീവ് എന്നും പാസീവ് എന്നും തരംതിരിക്കുന്നു.
- വിവിധതരത്തിലുള്ള റെസിസ്റ്ററുകളെയും കപ്പാസിറ്ററുകളെയും ഇൻഡക്ടറുകളെയും അവയുടെ ഘടനയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തിരിച്ചറിയുന്നു.
- കളർകോഡിങ് രീതി ഉപയോഗിച്ച് റെസിസ്റ്ററുകളുടെ മൂല്യം കണ്ടെത്തുന്നു.
- വിവിധ പാസീവ്, ആക്ടീവ് കംപോണന്റുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങൾ വരയ്ക്കുന്നു.
- വിവിധതരം റെസിസ്റ്ററുകളുടെയും കപ്പാസിറ്ററുകളുടെയും ഇൻഡക്ടറുകളുടെയും റേറ്റിങ്ങുകൾ വിശദീകരിക്കുന്നു.

വിനോദോപാധിയായി ഇലക്ട്രോണിക്സ്

ഇലക്ട്രിക്കൽ എൻജിനീയറിങ്/സെർക്കീട്ടുകൾ വിനോദത്തോടു കൂടി പഠിക്കാൻ സ്വീകരിക്കേണ്ട ഏറ്റവും നല്ല രീതി എന്താണ്?

1) സോൾഡറിങ് അയൺ വാങ്ങി സോൾഡറിങ് പരിശീലിച്ച് പരിചിതമാക്കുക.
2) ബ്രെഡ് ബോർഡുകൾ, വയർ ക്ലിപ്പുകൾ തുടങ്ങി കൂടുതൽ ഉപകരണങ്ങൾ വാങ്ങുക.
3) ലളിതമായ ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ ചിത്രവും ഉപയോഗവും പ്രതിപാദിക്കുകയും വ്യത്യസ്ത ഇലക്ട്രോണിക് കമ്പോണന്റുകളെയും അവയുടെ ആവശ്യകതകളെയും എല്ലാം വിശദീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങളുടെ വരിക്കാരാവുക. അതിൽ നിന്നും നിങ്ങൾക്ക് ഇഷ്ടമുള്ള സാങ്കേതികപുസ്തകങ്ങളുടെ പരസ്യങ്ങളും ലഭിക്കും.

കൂടുതൽ വായനയ്ക്ക്

http://www.physicsforums.com, http://www.cpanorama.net

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. സ്രോതസ്സിൽനിന്ന് ഊർജം സ്വീകരിക്കുകയും തിരികെ നൽകാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന സെർക്കീട്ട് കമ്പോണന്റ് ....ആകുന്നു.

   എ) കപ്പാസിറ്റർ　　ബി) റെസിസ്റ്റർ

   സി) ട്രാൻസ്ഫോർമർ　　ഡി) ഡയോഡ്

2. ഒരു ആക്ടീവ് കമ്പോണന്റിന് ഉദാഹരണമാണ്.

   എ) വൈദ്യുതബൾബ്　　ബി) ഡയോഡ്

   സി) ട്രാൻസ്ഫോർമർ　　ഡി) ലൗഡ് സ്പീക്കർ

3. കാന്തികമണ്ഡലത്തിൽ ഊർജം ശേഖരിക്കുകയും സ്രോതസ്സിലേക്കു തിരിച്ചുതരുകയും ചെയ്യുന്ന കമ്പോണന്റ് ....ആണ്.

   എ) കപ്പാസിറ്റർ　　ബി) റെസിസ്റ്റർ

   സി) സെനർ ഡയോഡ്　　ഡി) ഇൻഡക്ടർ

4. ഒരു ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ടിൽ ഒരു 100 µF കപ്പാസിറ്റർ ആവശ്യമുണ്ട്. അത്തരം വലിയ മൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്റർ.....................ആയിരിക്കും.

   എ) സെറാമിക് കപ്പാസിറ്റർ　　ബി) മൈക്ക കപ്പാസിറ്റർ

   സി) ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്റർ　　ഡി) പേപ്പർ കപ്പാസിറ്റർ

5. ഒരു റെസിസ്റ്ററിന്റെ കളർകോഡ് ശ്രേണി ബ്രൗൺ, ബ്ലാക്, ഗ്രീൻ, ഗോൾഡ് എന്നിങ്ങനെ ആയാൽ അതിന്റെ മൂല്യം ....ആകുന്നു.

   എ) $1\ K\Omega \pm 10\%$　　ബി) $1\ M\Omega \pm 5\%$

   സി) $10\ K\Omega \pm 5\%$　　ഡി) $1\ M\Omega \pm 10\%$

6. വൈദ്യുതമണ്ഡലത്തിൽ ഊർജം ശേഖരിക്കുകയും സ്രോതസ്സിലേക്ക് തിരികെ നൽകുകയും ചെയ്യുന്ന കമ്പോണന്റ്........................ആകുന്നു.

   എ) റെസിസ്റ്റർ　　ബി) ഇൻഡക്ടർ

   സി) കപ്പാസിറ്റർ　　ഡി) ഇവ ഒന്നുമല്ല

7. RADAR ന്റെ സഹായത്തോടെ നമുക്ക്

   എ) ഗണിതക്രിയകൾ വേഗത്തിൽ നിർവഹിക്കാനാവും.

   ബി) സംഗീതം ശ്രവിക്കാനാവും.

   സി) വിമാനത്തിന്റെ സ്ഥാനം നിർണയിക്കാനാവും.

   ഡി) മനുഷ്യശരീരത്തിലെ നശിക്കപ്പെട്ട കലകൾ ചികിത്സിച്ചു ഭേദമാക്കാനാവും.

8. നിശ്ചിതമൂല്യമുള്ള ഒരു കാർബൺ റെസിസ്റ്ററിന്റെ കളർകോഡ് ബ്രൗൺ, റെഡ്, ബ്ലാക് എന്നിങ്ങനെ ആയാൽ അതിന്റെ റെസിസ്റ്റന്റ് മൂല്യം ....ആകുന്നു.

   എ) 12Ω　　ബി) 21Ω

   എ) 120Ω　　എ) 210Ω

9. ICയുടെ പൂർണരൂപം .... ആണ്.

10. താഴെ പറയുന്നവയിൽ പാസീവ് കംപോണന്റ് .... ആകുന്നു.

എ) വാക്വം ഡയോഡ് ബി) ട്രാൻസിസ്റ്റർ

സി) റെസിസ്റ്റർ ഡി) ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ

ഉത്തരസൂചിക

1) ബി 2) ബി 3) ഡി 4) സി 5) ബി 6) സി 7) സി 8) എ

9) Integrated Circuit 10) സി

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1. നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിൽ ഇലക്ട്രോണിക്സ് വലിയ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നു - ന്യായീകരിക്കുക.
2. ആക്ടീവ്, പാസീവ് കംപോണന്റുകൾ വേർതിരിച്ചു വിശദീകരിക്കൂ.
3. RADAR എന്നാൽ എന്ത്?
4. താഴെ പറയുന്ന മേഖലകളിൽ ഓരോന്നിലും ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ മൂന്ന് ഉപയോഗങ്ങൾ വീതം എഴുതുക.

   (a) ആശയവിനിമയവും വിനോദവും

   (b) പ്രതിരോധം

   (c) മെഡിക്കൽ സയൻസ്
5. റെസിസ്റ്ററുകളുടെ പരമാവധി പ്രതീക്ഷിത മൂല്യവ്യതിയാനം (Tolerence)എന്നാലെന്ത്?
6. കാർബൺ മിശ്രിത റെസിസ്റ്ററുകളുടെ നിർമാണപ്രക്രിയ വിശദീകരിക്കുക. ഇതിന്റെ പവർറേറ്റിങ് പരിധി എന്താണ്?
7. വിവിധതരം പൊട്ടെൻഷ്യോ മീറ്ററുകളെ കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.
8. കുറിപ്പ് തായാറാക്കുക

   എ) കപ്പാസിറ്റർ

   ബി) ഇൻഡക്ടർ
9. കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ ഉപയോഗങ്ങളെ കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.
10. ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ ഡൈഇലക്ട്രിക് ആയി ഉപയോഗിക്കുന്നത് എന്താണ്? ഇലക്ട്രോലിറ്റിക് കപ്പാസിറ്റർ നിശ്ചിത ധ്രുവാവസ്ഥയിലുള്ളതാവുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?
11. ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റേറ്റിങ്ങുകൾ എന്തെല്ലാം? കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസിനെ ബാധിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?
12 റേഡിയോയുടെ ശബ്ദം നിയന്ത്രിക്കുന്ന നോബ് തിരിക്കുമ്പോൾ റേഡിയോയ്ക്കുള്ളിലുള്ള ഏതു കംപോണന്റിന്റെ മൂല്യത്തിനാണ് വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നത്?
13. എയർഗാങ് കപ്പാസിറ്ററും ട്രിമ്മർ കപ്പാസിറ്ററും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ വിശദമാക്കുക.
14. എന്താണ് ഒരു ഇൻഡക്ടർ? അതിന്റെ യൂണിറ്റ് എന്താണ്?
15. വിവിധയിനം ഇൻഡക്ടറുകൾ തരംതിരിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.
16. ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ചില ആക്ടീവ് കംപോണന്റുകളുടെ പേരുകളെഴുതുക.

2

വൈദ്യുതിയുടെ അടിസ്ഥാനതത്ത്വങ്ങൾ

ആമുഖം

2.1 ഇലക്ട്രിക് കറന്റ്

2.2 വോൾട്ടത

2.3 വൈദ്യുത പവർ

2.4 ഓം നിയമം

2.5 റെസിസ്റ്ററുകളെ ശ്രേണീരൂപത്തിലും സമാന്തരരൂപത്തിലും ഘടിപ്പിക്കൽ

2.6 കപ്പാസിറ്ററുകളെ വിവിധ തരത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കൽ

2.7 കിർച്ചോഫ് നിയമങ്ങൾ

2.8 വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സുകൾ

2.9 കറന്റ് സ്രോതസ്സുകൾ

2.10 DC യും ACയും

2.11 ഫ്രീക്വൻസി, ടൈംപീരിയേഡ്, ഫേസ് ആംഗിൾ

2.12 എ.സി യുടെ RMS, ആവറേജ് മൂല്യങ്ങൾ

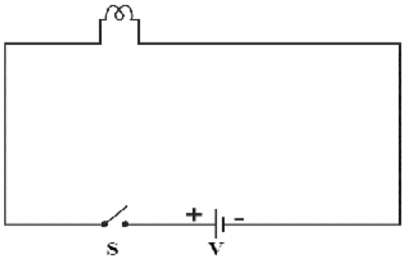
2.13 ഇംപീഡൻസ് എന്ന ആശയം

G5C2Z9

ആമുഖം

എണ്ണമറ്റ ഉപയോഗങ്ങൾ മൂലം ഇലക്ട്രോണിക്സ് നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിലെ അവിഭാജ്യഘടകമായി മാറിക്കഴിഞ്ഞു എന്നു നമുക്കറിയാം. സെമികണ്ടക്ടറുകളുടെ അടിസ്ഥാനാശയങ്ങൾ, ഡയോഡുകൾ, ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ, മറ്റു പ്രത്യേകതരം ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ, റെക്ടിഫയറുകളുടെയും ആംപ്ലിഫയറുകളുടെയും ഓസിലേറ്ററുകളുടെയും അടിസ്ഥാന സെർക്കീട്ടുകൾ, ഡിജിറ്റൽ ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെയും അളവുപകരണങ്ങളുടെയും അടിസ്ഥാനതത്ത്വങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെയെല്ലാമുള്ള കാര്യങ്ങളിലൂടെയാണ് അടുത്ത യൂണിറ്റു മുതൽ നാം കടന്നുപോകേണ്ടത്. അതിനുമുമ്പ് നമുക്ക് ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെയെല്ലാം ഊർജസ്രോതസ്സായ വൈദ്യുതിയുടെ അടിസ്ഥാനതത്ത്വങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനു തുടക്കമെന്ന നിലയിൽ ഇലക്ട്രിക് കറന്റ്, വോൾട്ടേജ്, പവർ എന്നിവയൊക്കെ എന്താണ് എന്നും ഒരു കണ്ടക്ടറിലൂടെ ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് നിലനിർത്തുന്നത് എങ്ങനെയെന്നും പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസത്തിന്റെ മാറ്റത്തിന് അനുസരിച്ച് കറന്റ് എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു എന്നെല്ലാം നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം. റെസിസ്റ്ററുകൾ, കപ്പാസിറ്ററുകൾ, അവയുടെ ശ്രേണീരൂപത്തിലും സമാന്തരരൂപത്തിലുമുള്ള ഘടനകൾ തുടങ്ങിയവയൊക്കെ ഒരു ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ടിനെ എങ്ങനെയെല്ലാം ബാധിക്കുന്നു എന്നും ചർച്ച ചെയ്യാം. കൂടാതെ ഓം നിയമം, കിർച്ചോഫ് നിയമം എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ടിലെ ഓരോ കമ്പോണന്റിലൂടെയുമു ള്ള ഇലക്ട്രിക് കറന്റും അവയ്ക്കെതിരെ വരുന്ന വോൾട്ടേജുകളുമെല്ലാം എങ്ങനെ കണ്ടുപിടിക്കാമെന്നും നമുക്കു പരിശോധിക്കാം.

2.1. ഇലക്ട്രിക് കറന്റ്



ചിത്രം 2.1 ലളിതമായ ഒരു ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ട്

ഒരു ടോർച്ച് ലൈറ്റിന്റെ സ്വിച്ച് അമർത്തുമ്പോൾ എന്താണു സംഭവിക്കുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾക്ക് പറയാമോ? ടോർച്ചിനു ള്ളിലുള്ള അടിസ്ഥാന സെർക്കീട്ടാണ് ചിത്രം 2.1ൽ കാണിച്ചി രിക്കുന്നത്. സ്വിച്ച് 'S' അമർത്തുമ്പോൾ സെർക്കീട്ടിലൂടെ ഇല ക്ട്രിക് കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് ഒഴുകുമ്പോൾ ബൾബ് പ്രകാശിക്കുന്നു. ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമി നലിൽനിന്നു നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിലേക്കാണ് കറന്റ് ഒഴു കുന്ന ദിശ.

ഉയർന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ മേഖലയിൽനിന്നു താഴ്ന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ മേഖലയിലേക്കാണ് കറന്റ് ഒഴു കുന്നത്. ബാറ്ററിയുടെ പൊട്ടൻഷ്യൽ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിനെ അപേക്ഷിച്ച് പോസിറ്റീവ് ടെർമിന ലിൽ കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നു.

ഇലക്ട്രിക് ചാർജുകളുടെ ഒഴുക്കിന്റെ നിരക്കിനെയാണ് ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് അഥവാ ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് ഇന്റൻസിറ്റി എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഒരു കണ്ടക്ടറിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്തുകൂടി 't' സമയത്തേക്കു കടന്നുപോകുന്ന ചാർജ് 'q' ആണെങ്കിൽ ആ കണ്ടക്ടറിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റ്

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

ഇലക്ട്രിക് കറന്റിന്റെ യൂണിറ്റ് ആമ്പിയർ (A) ആണ്. 1 സെക്കന്റിൽ 1 കൂളോം ചാർജ് ഒഴുകു മ്പോഴാണ് 1 ആമ്പിയർ കറന്റ് ഒഴുകുന്നു എന്നു പറയുന്നത്. ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് അളക്കാൻ ഉപയോ ഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് അമ്മീറ്റർ.

2.2. വോൾട്ടത

ഒരു യൂണിറ്റ് പോസിറ്റീവ് ചാർജിനെ ഒരു ബിന്ദുവിൽനിന്നും മറ്റൊരു ബിന്ദുവിലേക്കു ചലിപ്പിക്കാൻ വേണ്ടിവരുന്ന പ്രവൃത്തിയെയാണ് (ഊർജത്തെ) ആ രണ്ട് ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിലെ വോൾട്ടേജ് എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിനെ പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസമെന്നും ഇലക്ട്രോമോട്ടീവ് ഫോഴ്സ് (e m f) എന്നും പറയും.

$$V = \frac{W}{Q}$$

ഇതിൽ

V - പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം (വോൾട്ടേജ് അല്ലെങ്കിൽ വോൾട്ട്)

W- ചെലവാക്കിയ ഊർജം (ജൂൾ)

Q - ഇലക്ട്രിക് ചാർജ് (കൂളോമ്പ്)

ഒരു ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ടിലെ ഒരു ബിന്ദുവിൽനിന്നു മറ്റൊരു ബിന്ദുവിലേക്ക് ഒരു കൂളോമ്പ് ചാർജ് ചലി പ്പിക്കാൻ ഒരു ജൂൾ വർക്ക് ആണ് ചെയ്യേണ്ടതെങ്കിൽ ആ രണ്ടു പോയിന്റുകൾക്കിടയിലുള്ള പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസമാണ് ഒരു വോൾട്ട് എന്നു പറയപ്പെടുന്നത്. അതായത് ഒരു ഇലക്ട്രിക് പവർ ലൈനിൽ 220V വോൾട്ടേജ് ഉണ്ട് എന്നാൽ അതിനർഥം അതിലെ ഒരു ലൈനിൽനിന്നു മറ്റേ ലൈനിലേക്ക് അവയ്ക്കിട യിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണംവഴി ഒരോ കൂളോമ്പ് ചാർജ് ചലിപ്പിക്കാൻ 220J വർക്ക് വേണം എന്നാ ണ്.

1 Volt = 1 Joule/coulomb അല്ലെങ്കിൽ 1V = 1 J/C. വോൾട്ടേജ് അളക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് വോൾട്ട് മീറ്റർ.

2.3. വൈദ്യുത പവർ

ഒരു ബിന്ദുവിൽനിന്നു മറ്റൊരു ബിന്ദുവിലേക്കു ചാർജുകൾ ചലിപ്പിക്കാൻവേണ്ട പ്രവൃത്തിയുടെ സമയനിരക്കിനെയാണ് ഇലക്ട്രിക് പവർ എന്നു വിളിക്കുന്നത്. പവറിനെ സൂചിപ്പിക്കാൻ ഉപയോ

ഗിക്കുന്ന ചിഹ്നം 'P' യും അതിന്റെ യൂണിറ്റ് വാട്ടും (Watt) ആണ്.

1V വോൾട്ടേജുള്ള ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ 1A വൈദ്യുതി ഒഴുകുമ്പോൾ അതിനുവേണ്ടി വരുന്ന പ്രവൃത്തിയുടെ സമയനിരക്കാണ് പ്രായോഗികമായി വാട്ട് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഒരു റെസിസ്റ്ററിനെതിരെയുള്ള വോൾട്ടേജിന്റെയും അതിലൂടെയുള്ള കറന്റിന്റെയും ഗുണനഫലമാണ് ആ റെസിസ്റ്റർ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇലക്ട്രിക് പവറിന്റെ അളവ്.

പവർ = വോൾട്ടേജ് × കറന്റ്

$P = V \times I$ അല്ലെങ്കിൽ $P = VI$

2.4. ഓം നിയമം

പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് കൂടുമെന്നത് നാം കണ്ടു. 'ഒരു നിശ്ചിത ഊഷ്മാവിൽ ഒരു കണ്ടക്ടറിനെതിരെയുള്ള പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം അതിലൂടെയുള്ള കറന്റിന് നേർ അനുപാതത്തിൽ ആയിരിക്കും എന്നു പറയാം.

ഓം നിയമത്തെ 'നിശ്ചിത ഊഷ്മാവിൽ $V \propto I$' എന്നു ചുരുക്കിപറയാം.

V/I = ഒരു സ്ഥിരാങ്കം

ഈ ആനുപാതികതയുടെ സ്ഥിരാങ്കത്തെയാണ് ഒരു കണ്ടക്ടറിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിന്റെ SI യൂണിറ്റ് ആണ് ഓം (Ω).

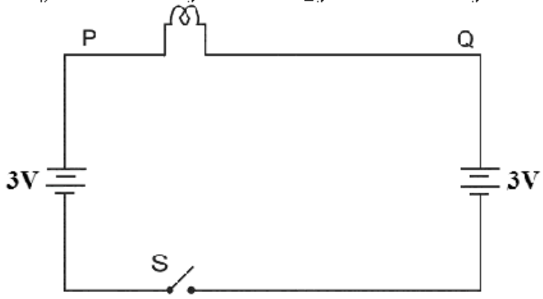
ഓം നിയമം അനുസരിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന കണ്ടക്ടറുകളാണ് ഓമിക് കണ്ടക്ടറുകൾ. ഓം നിയമം അനുസരിക്കാത്ത കണ്ടക്ടറുകൾക്ക് (Non-ohmic conductors) ഉദാഹരണമാണ് സെമികണ്ടക്ടറുകൾ.

2.5. റെസിസ്റ്ററുകളെ ശ്രേണീരീതിയിലും (Series) സമാന്തരരീതിയിലും (Parallel) സംയോജിപ്പിക്കൽ

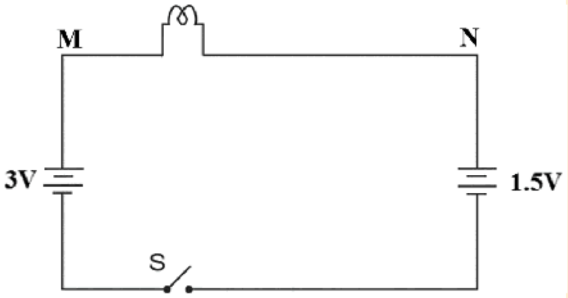
ഒരു ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ടിൽ 200Ω റെസിസ്റ്ററും മറ്റൊന്നിലേക്ക് നമുക്ക് ഒരു 50Ω റെസിസ്റ്ററും ആവശ്യമുണ്ടെന്നിരിക്കട്ടെ. നമ്മുടെ കൈയിൽ 100Ω റെസിസ്റ്ററുകൾ മാത്രമേ ഉള്ളൂ എങ്കിൽ നാം എന്തു ചെയ്യും?

പഠനപ്രവർത്തനം 1

ചിത്രം 2.2, ചിത്രം 2.3 എന്നിവയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ടു സെർക്കീട്ടുകൾ നിർമിക്കുക.



ചിത്രം 2.2 രണ്ടു ടെർമിനലുകളിലും ഒരേ പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നൽകിയിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 2.3 രണ്ടു ടെർമിനലുകളിലും വ്യത്യസ്ത പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ നൽകിയിരിക്കുന്നത്.

- *നിങ്ങൾക്ക് എന്തു നിരീക്ഷിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു?*
- *സ്വിച്ചുകൾ അമർത്തുമ്പോൾ ഏതുബൾബ് പ്രകാശിക്കും? ഏതു ബൾബ് പ്രകാശിക്കാതിരിക്കും?*
- *രണ്ടു സെർക്കീട്ടുകളും വ്യത്യസ്ത രീതിയിൽ പെരുമാറുന്നത് എന്തുകൊണ്ടെന്നു ചിന്തിക്കുക.*
- *നിങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണഫലത്തെ സാധൂകരിക്കുക.*

P, Q എന്നീ ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിൽ പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസമില്ലാത്തതുകൊണ്ട് ചിത്രം 2.2ലെ ബൾബ് പ്രകാശിക്കുന്നില്ല. ചിത്രം 2.3ൽ M, N എന്നീ ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിൽ ഒരു പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നൽകിയിരിക്കുന്നതിനാൽ ബൾബിലൂടെ കറന്റ് ഒഴുകുകയും തന്മൂലം ആ ബൾബ് പ്രകാശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു കണ്ടക്ടറിലൂടെ കറന്റ് പ്രവഹിക്കണമെങ്കിൽ അതിന്റെ രണ്ട് അഗ്രങ്ങൾക്കിടയിൽ ഒരു പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം കൂടിയേ തീരൂ എന്നു നമുക്ക് ഇതിൽ നിന്ന് അനുമാനിക്കാം. 'M' എന്ന ബിന്ദുവിലെ പൊട്ടൻഷ്യൽ കുറച്ചുകൂടി കൂട്ടിയാൽ ആ സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള കറന്റ് കൂടുകയും ബൾബ് കൂടുതൽ തെളിച്ചത്തോടെ പ്രകാശിക്കുകയും ചെയ്യും. അങ്ങനെ സെർക്കീട്ടിൽ മാറ്റം വരുത്തി വീണ്ടും നിരീക്ഷിക്കുക.

നമ്മുടെ കൈയിൽലുള്ള 100Ω റെസിസ്റ്ററുകൾ പലതരത്തിൽ സംയോജിപ്പിച്ച് ഈ പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാൻ കഴിയും.

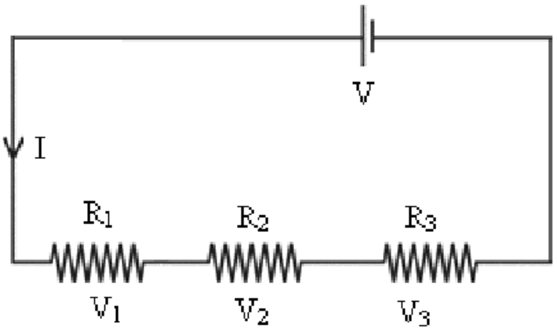
റെസിസ്റ്ററുകൾ രണ്ടു തരത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കാം

1. ശ്രേണീരീതിയിൽ
2. സമാന്തരരീതിയിൽ

ശ്രേണീരീതിയിൽ സംയോജിപ്പിക്കൽ (Series)

രണ്ടോ അതിലധികമോ റെസിസ്റ്ററുകളിൽ ഒരേ വൈദ്യുതി ഒഴുകുന്ന തരത്തിലാണ് അവ സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ ആ റെസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരീതിയിലാണ് സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് എന്നു പറയാം. ശ്രേണീരീതിയിൽ സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന R_1, R_2, R_3 എന്നീ റെസിസ്റ്ററുകൾക്ക് കുറുകെ 'V' വോൾട്ട് നൽകിയിരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. ചിത്രം 2.4 കാണുക.

ഈ സെർക്കീട്ടിൽ എല്ലാ റെസിസ്റ്ററുകളിലൂടെയും ഒരേ കറന്റാണ് ഒഴുകുന്നത്. പക്ഷേ, ഓരോ റെസിസ്റ്ററിനു കുറുകെയുമുള്ള പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം പലതാണ്. ഓം നിയമമനുസരിച്ച്,



ചിത്രം 2.4 റെസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ

'R_1' ന് കുറുകെ വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം, $V_1 = IR_1$

'R_2' ന് കുറുകെ വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം, $V_2 = IR_2$

'R_3' ക്ക് കുറുകെ വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം, $V_3 = IR_3$

R_1, R_2, R_3 എന്നിവയുടെ സഫല (Effective) റെസിസ്റ്റൻസ് 'R' എന്നതും സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള കറന്റ് 'I' എന്നതും ആണെങ്കിൽ സെർക്കീട്ടിലെ സഫല പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം,

$V = IR$ ആയിരിക്കും.

എന്നാൽ സെർക്കീട്ട് വോൾട്ടേജ് ആയ 'V' വോൾട്ട് എന്നത് ഓരോ റെസിസ്റ്ററിനു കുറുകെയും വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസങ്ങളുടെ ആകെ തുകയായിരിക്കും.

അതായത് $V = V_1 + V_2 + V_3$

ഇതിൽ വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യമായ $V = IR$ എന്നതു പകരം വച്ചാൽ,

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

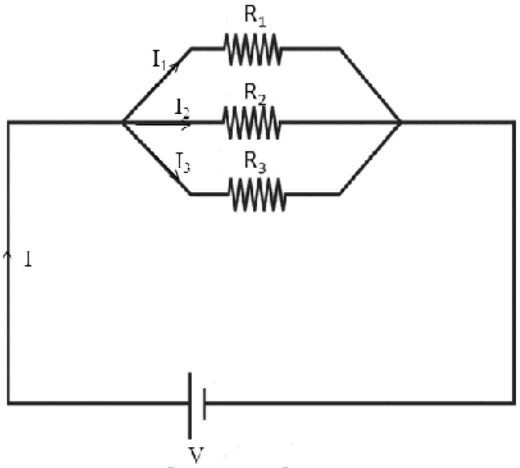
'I' എന്ന പൊതു ഘടകം കൊണ്ട് സമത്തിന്റെ ഇരുവശവുമുള്ള പദങ്ങളെ ഹരിച്ചാൽ

$R = R_1 + R_2 + R_3$ എന്നു ലഭിക്കും.

അതായത് ഒന്നിലധികം റെസിസ്റ്ററുകളെ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് എന്നത് അതിൽ ഓരോ റെസിസ്റ്ററിന്റെയും റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യങ്ങളുടെ ആകെ തുക ആയിരിക്കും.

സമാന്തരരീതിയിൽ സംയോജിപ്പിക്കൽ (Parallel)

രണ്ടോ അതിലധികമോ റെസിസ്റ്ററുകളിൽ ഓരോന്നിലും ഒരേ വോൾട്ടേജ് വരുന്ന തരത്തിലാണ് അവ സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ ആ റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരരീതിയിലാണ് എന്നു പറയാനാവും. R_1, R_2, R_3 എന്നീ റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുകയും അവയ്ക്കു കുറുകെ V വോൾട്ട് പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നൽകിയിരിക്കുകയുമാണെന്നു കരുതുക. ചിത്രം 2.5 കാണുക.



ചിത്രം 2.5 റെസിസ്റ്ററുകളെ സമാന്തരമായി സംയോജിപ്പിക്കൽ

ഇവിടെ എല്ലാ റെസിസ്റ്ററുകളും ഒരേ ടെർമിനലുകൾക്ക് കുറുകെയാണ് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് എന്നതുകൊണ്ട് ഓരോ റെസിസ്റ്ററിനു കുറുകെയും വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം തുല്യംതന്നെയാണ്. പക്ഷേ, ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലൂടെയും ഒഴുകുന്ന കറന്റ് വ്യത്യസ്തമാണ്. ഓം നിയമമനുസരിച്ച് ആ കറന്റുകളുടെ അളവ് നമുക്കു കണ്ടുപിടിക്കാം.

'R_1' ലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റ്, $I_1 = \frac{V}{R_1}$

'R_2' യിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റ്, $I_2 = \frac{V}{R_2}$

'R_3' യിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റ്, $I_3 = \frac{V}{R_3}$

ഈ സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള മൊത്തം കറന്റ് $I = \frac{V}{R}$, ആയിരിക്കും ഇവിടെ 'R' എന്നത് സെർക്കീട്ടിന്റെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് ആകുന്നു.

പക്ഷേ, സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള മൊത്തം കറന്റ് = ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലും ഒഴുകുന്ന കറന്റുകളുടെ ആകെതുക ആണ്.

അതായത്, $I = I_1 + I_2 + I_3$

ഈ സൂത്രവാക്യത്തിൽ $I = \frac{V}{R}$ എന്ന കറന്റിന്റെ മൂല്യം പകരം വച്ചാൽ,

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

ഇതിലെ പൊതുഘടകമായ 'V' യെ ഒഴിവാക്കിയാൽ,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

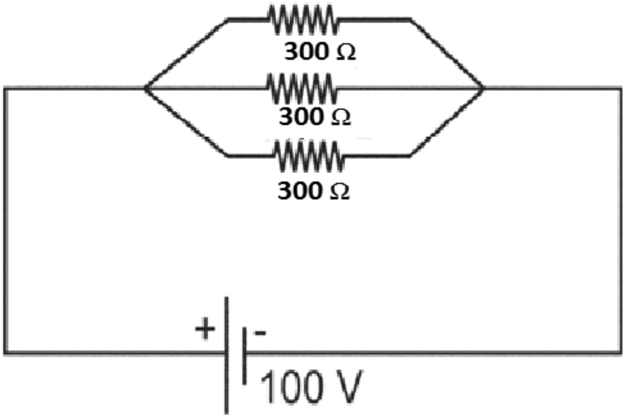
അതായത് റെസിസ്റ്ററുകളുടെ സമാന്തരഘടനയിൽ സഫല റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ വ്യുൽക്രമം അതിലെ

ഓരോ റെസിസ്റ്ററിന്റെയും റെസിസ്റ്റൻസ്മൂല്യങ്ങളുടെ വ്യുൽക്രമങ്ങളുടെ ആകെ തുക ആയിരിക്കും.

'R_1','R_2' എന്നീ രണ്ടു റെസിസ്റ്ററുകൾ മാത്രം സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ അവയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ ആയിരിക്കും.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

ചിത്രം 2.6ൽ കാണുന്ന സെർക്കീട്ടിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ആകെ കറന്റ് കണ്ടുപിടിക്കുക. അതിലെ ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റുകളും കാണുക.



ചിത്രം 2.6

ഉത്തരം

300 Ω വീതമുള്ള 3 റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരമായാണ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്.

ഇതിന്റെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് കാണുന്നതിന്,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} + \frac{1}{300}$$

$$R = \frac{300}{3}$$

$$= 100\,\Omega$$

സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള ആകെ കറന്റ്

$$I = \frac{V}{R} = \frac{100}{100} = 1\,A$$

$R_1 = R_2 = R_3$ ആയതിനാൽ ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലൂടെയും ഒഴുകുന്ന കറന്റ്

$$= \frac{\text{ആകെ കറന്റ്}}{\text{റെസിസ്റ്ററുകളുടെ എണ്ണം}} = \frac{1}{3}A$$

മേൽ സൂചിപ്പിച്ച പ്രശ്നത്തിൽനിന്ന് 'R' റെസിസ്റ്റൻസ്മൂല്യം വീതമുള്ള '*n*' റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ ആ ഘടനയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് $R_{eff} = \frac{R}{n}$ എന്ന് നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം. രണ്ട് 100 Ω റെസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ നമുക്ക് 200 Ω സെർക്കീട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് ലഭിക്കുന്നു. കാരണം $R_{effective} = R_1 + R_2$ 50 Ω സെർക്കീട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് ആണ് വേണ്ടതെങ്കിൽ ഇവയെ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ മതിയാവും. കാരണം $1/R_{effective} = 1/R_1 + 1/R_2$. അതിനാൽ റെസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ റെസിസ്റ്റൻസ്മൂല്യം വർധിക്കുമെന്നും സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ കുറയുമെന്നും മനസ്സിലാക്കാം.

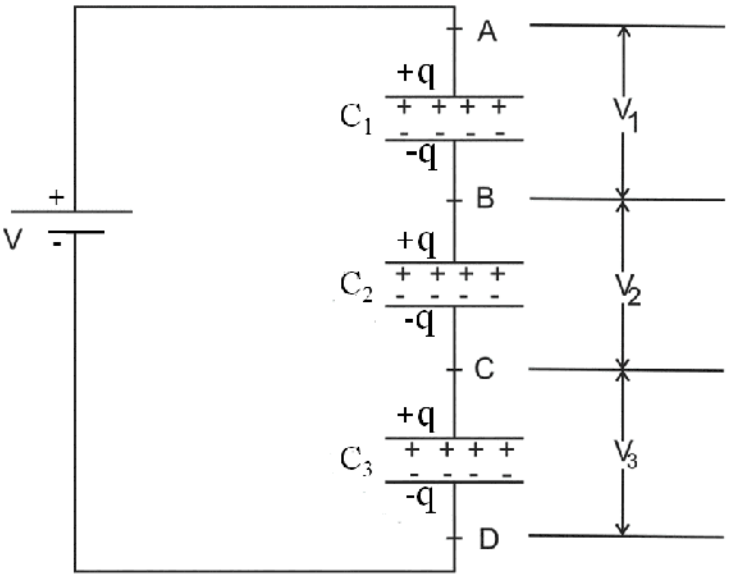
പഠനപ്രവർത്തനം 2

മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകൾ ഉപയോഗിച്ച് 200 Ω റെസിസ്റ്റൻസും 50 Ω റെസിസ്റ്റൻസും ലഭ്യമാക്കാൻ നിർദേശിക്കുന്ന 2.5 വിഭാഗത്തിലെ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം കണ്ടെത്തുക.

- *ആവശ്യമായ സെർക്കീട്ടുകൾ വരയ്ക്കുക.*
- *ശ്രേണീരൂപത്തിലും സമാന്തരരൂപത്തിലും ഘടിപ്പിക്കുന്ന റെസിസ്റ്റൻസ് ഘടനകളിൽ ഓരോന്നിലും കൂടുതൽ റെസിസ്റ്ററുകൾ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചാൽ അവയുടെ സഫലപ്രതിരോധങ്ങൾ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെടും?*

2.6 കപ്പാസിറ്ററുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിലും സമാന്തരരൂപത്തിലും സംയോജിപ്പിക്കാൻ കഴിയും

കപ്പാസിറ്ററുകളെയും ശ്രേണീരൂപത്തിലും സമാന്തരരൂപത്തിലും ഘടിപ്പിക്കാൻ കഴിയും.



ചിത്രം 2.7 കപ്പാസിറ്ററുകളെ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കൽ

കപ്പാസിറ്ററുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ:

C_1, C_2, C_3 എന്നീ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യമുള്ള മൂന്നു കപ്പാസിറ്ററുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരി

ക്കുകയും ആ സെർക്കീട്ടിന് കുറുകെ ‘V’ വോൾട്ട് പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നൽകിയിരിക്കുകയുമാണെന്ന് കരുതുക (ചിത്രം 2.7). ഇവിടെ എല്ലാം കപ്പാസിറ്ററുകളും ശേഖരിക്കുന്നത് ഒരേ അളവ് ചാർജാണ്. എന്നാൽ അവ ഓരോന്നിലും വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം വ്യത്യസ്തമാണ്. സെർക്കീട്ടിൽ വരുന്ന ആകെ വോൾട്ടേജ് എന്നത് ഓരോ കപ്പാസിറ്ററിലും വരുന്ന വോൾട്ടേജുകളുടെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

അതുകൊണ്ട്, $V = V_1 + V_2 + V_3$ ____________ (1)

സെർക്കീട്ടിലെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് ‘C’ യും വോൾട്ടേജ് $V = \frac{\text{ചാർജ്}}{\text{കപ്പാസിറ്റൻസ്}}$ എന്നതും പ്രയോഗിച്ചാൽ

സൂത്രവാക്യം (1)

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

പൊതുഘടകമായ ‘q’ ഒഴിവാക്കിയാൽ

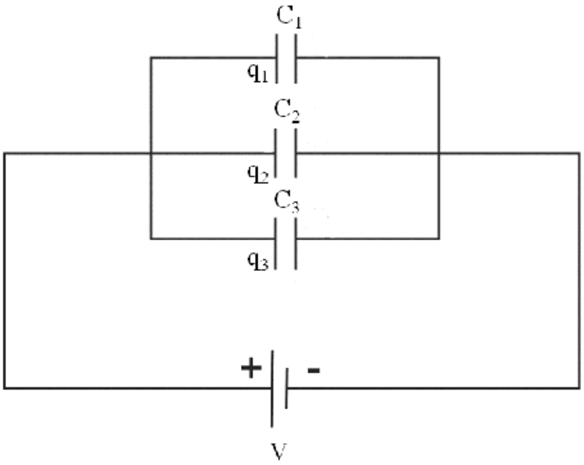
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

C_1, C_2 എന്നീ മൂല്യങ്ങളുള്ള രണ്ടു കപ്പാസിറ്ററുകൾ മാത്രമാണ് ശ്രേണീ രൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നതെങ്കിൽ

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \text{അല്ലെങ്കിൽ } C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

കപ്പാസിറ്ററുകൾ സമാന്തരരൂപത്തിൽ

C_1, C_2, C_3 എന്നീ മൂല്യങ്ങളുള്ള മൂന്നു കപ്പാസിറ്ററുകൾ ഒരു ‘V’ വോൾട്ട് ബാറ്ററിക്ക് കുറുകെ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ മൂന്നു കപ്പാസിറ്ററുകൾക്കു കുറുകെയും വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം തുല്യമായിരിക്കും. അതായത് ‘V’ വോൾട്ട് തന്നെയായിരിക്കും. പക്ഷേ, കപ്പാസിറ്ററുകൾ ശേഖരിക്കുന്ന ചാർജ് വ്യത്യസ്ത അളവിലുള്ളത് ആയിരിക്കും.



ചിത്രം 2.8 കപ്പാസിറ്ററുകളെ സമാന്തരരൂപത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കൽ

q_1, q_2, q_3 എന്നിങ്ങനെയാണ് C1, C2, C3 എന്നീ കപ്പാസിറ്റൻസ് ഉള്ള കപ്പാസിറ്ററുകൾ യഥാക്രമം ശേഖരിക്കുന്നതെങ്കിൽ ബാറ്ററിയിൽ നിന്നും എടുക്കപ്പെടുന്ന ആകെ ചാർജ്

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

സെർക്കീട്ടിലെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് ‘C’ ആണെങ്കിൽ

$$CV = C_1V + C_2V + C_3V$$

അതായത്

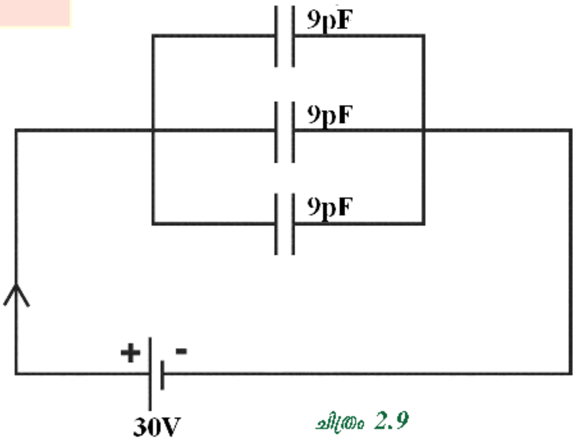
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

അതുകൊണ്ട് രണ്ടോ അതിലധികമോ കപ്പാസിറ്ററുകൾ സമാന്തരരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് അതിലെ ഓരോ കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും കപ്പാസിറ്റൻസുകളുടെ ആകെതുക ആയിരിക്കും.

ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് അതിലെ ഏറ്റവും ചെറിയ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യത്തേക്കാൾ കുറവായിരിക്കും. സമാന്തരരൂപത്തിലാണ് കപ്പാസിറ്ററുകൾ ഘടിപ്പിക്കുന്നതെങ്കിൽ ആ സെർക്കീട്ടിന്റെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് അതിലെ ഏറ്റവും വലിയ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യത്തേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

9 pF കപ്പാസിറ്റൻസ് വീതമുള്ള മൂന്നു കപ്പാസിറ്ററുകൾ (a) ശ്രേണീരൂപത്തിൽ (b) സമാന്തരരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. സെർക്കീട്ടിന് 30V DC ആണ് നൽകുന്നതെങ്കിൽ ഓരോ ഘടനയ്ക്കുമുള്ള സഫല കപ്പാസിറ്റൻസും ഓരോ കപ്പാസിറ്ററും ശേഖരിക്കുന്ന ചാർജിന്റെ അളവും കണക്കാക്കുക.



ചിത്രം 2.9

ഉത്തരം

സമാന്തരഘടനയുടെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ്

$C = C_1 + C_2 + C_3 = 9 + 9 + 9 = 27\,pF$

9 pF കപ്പാസിറ്ററിലെ ചാർജ്

$CV \quad = 9 \times 10^{-12} \times 30$

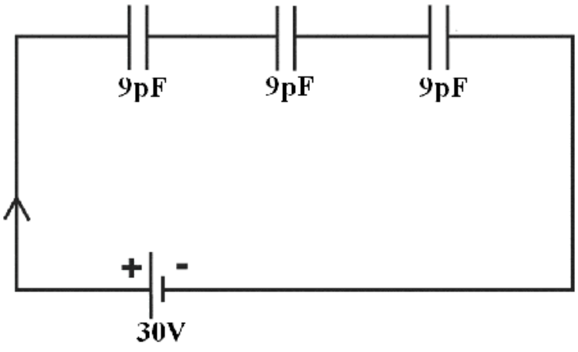
$\quad = 27 \times 10^{-11}\,C$

ആകെ ചാർജ് $q = q_1 + q_2 + q_3$

$= C_1V + C_2V + C_3V$

$= 3 \times 27 \times 10^{-11}\,C$

$= 71 \times 10^{-11}\,C$



ചിത്രം 2.10

ശ്രേണീഘടനയിലെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ്

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9}$$

അതുകൊണ്ട്, $C = \frac{9}{3} = 3pF$

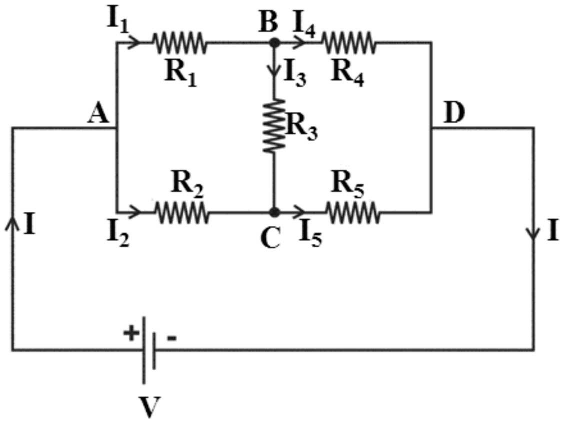
ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഓരോ കപ്പാസിറ്ററിലും വരുന്ന ചാർജ് തുല്യമായിരിക്കും.

$$q = CV$$
$$= 3 \times 10^{-12} \times 30$$
$$= 9 \times 10^{-11} C$$

2.7 കിർച്ചോഫ് നിയമങ്ങൾ

ചിത്രം 2.11 ൽ കൊടുത്ത സെർക്കീട്ട് അപഗ്രഥിക്കുക.

ഈ സെർക്കീട്ട് ഒരു ശ്രേണീരൂപത്തിലോ സമാന്തരരൂപത്തിലോ ഒക്കെയുള്ള ലളിതമായ ഒന്നാക്കി ചെറുതാക്കാൻ കഴിയില്ല. കാരണം ശ്രേണീരൂപത്തിലോ സമാന്തരരൂപത്തിലോ എന്ന് നിർവചിക്കാൻ കഴിയാത്ത റെസിസ്റ്ററുകളുടെ സംയോജനം അതിലുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് ഇത്തരം സെർക്കീട്ടുകൾ ഓം നിയമം ഉപയോഗിച്ച് ലളിതമായി അപഗ്രഥിക്കാനാവില്ല. അത്തരം സങ്കീർണമായ സെർക്കീട്ട്ശൃംഖലകൾ അപഗ്രഥിക്കുന്നതിന് റോബർട്ട് കിർച്ചോഫ് രണ്ട് പൊതുനിയമങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 2.11 കിർച്ചോഫ് നിയമങ്ങൾ വിശദമാക്കുന്ന സെർക്കീട്ട്

കിർച്ചോഫ് കറന്റ് നിയമം (KCL)

വിവിധ സെർക്കീട്ട് കമ്പോണന്റുകൾ സംയോജിക്കുന്ന ഒരു സന്ധിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന കറന്റുകളുടെ ആകെ തുക ആ സന്ധിയിൽ നിന്നു പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുന്ന കറന്റുകളുടെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമായിരിക്കും. ചിത്രം 2.11 പരിഗണിച്ചാൽ

സന്ധി A, $I = I_1 + I_2$

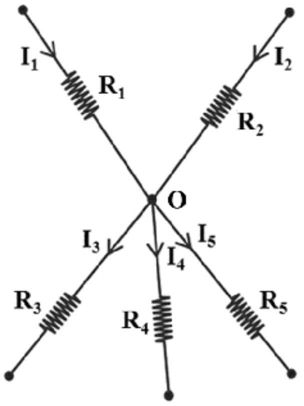
സന്ധി B, $I_1 = I_3 + I_4$

സന്ധി C, $I_3 + I_2 = I_5$

സന്ധി D, $I_4 + I_5 = I$

സന്ധിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന കറന്റുകളെ പോസിറ്റീവായും സന്ധിയിൽനിന്ന് പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുന്ന കറന്റുകളെ നെഗറ്റീവായും പരിഗണിച്ചാൽ "ഒരു സന്ധിയിൽ സംയോജിക്കുന്ന കറന്റുകളുടെ സദിശ തുക (Algebraic sum) പൂജ്യമായിരിക്കും" എന്നു പ്രസ്താവിക്കാം.

ചിത്രം 2.12ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു നോക്കുക. ഇതിൽ I_1, I_2 എന്നീ കറന്റുകൾ 'O' എന്ന സന്ധിയിൽ പ്രവേശിക്കുന്നവയും I_3, I_4, I_5 എന്നിവ സന്ധിയിൽനിന്നു പുറത്തേക്കു പോകുന്നവയുമാണെന്നു കാണാം.



ചിത്രം 2.12 KCL വിശദമാക്കുന്ന സെർക്കീട്ട്

കിർച്ചോഫ് കറന്റ് നിയമമനുസരിച്ച് (KCL)

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

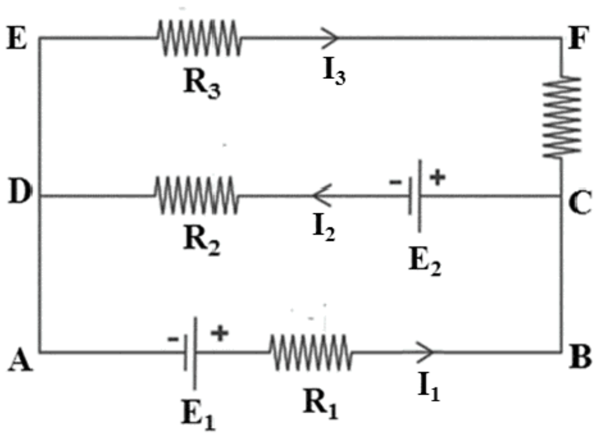
കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം (KVL)

"ഒരു അടഞ്ഞ സെർക്കീട്ട് ലൂപ്പിന് ചുറ്റുമുള്ള ആകെ പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസങ്ങളുടെ സദിശ തുക പൂജ്യം ആയിരിക്കും" എന്നാണ് കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം പ്രസ്താവിക്കുന്നത്.

വിശദീകരണം

താഴെ കാണുന്ന സെർക്കീട്ട് പരിഗണിക്കുക. KVL ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ദിശാസൂചിക കണക്കിലെടുക്കേണ്ടത് വളരെ പ്രധാനമാണ്. ഇതു മനസ്സിലാക്കാൻ താഴെ പറയുന്ന വിശദീകരണം നിങ്ങളെ സഹായിക്കും.

നമുക്ക് ABCDA എന്ന ലൂപ്പ് പരിഗണിക്കുകയും A എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് എതിർഘടികാരദിശയിൽ ഈ ലൂപ്പിലൂടെ നമുക്ക് കടന്നുപോവുകയും ചെയ്യാം.



ചിത്രം 2.13 KVL ദിശാസൂചികകൾ

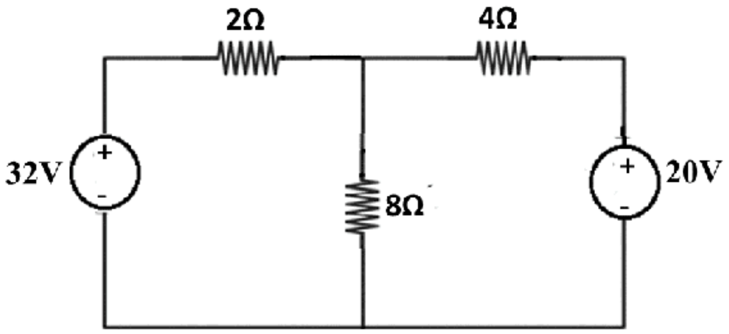
1. 'E_1' *emf* ഉള്ള സെല്ലിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ നെഗറ്റീവിൽനിന്നു പോസിറ്റീവിലേക്കാണ് യാത്ര. തന്മൂലം 'E_1' പോസിറ്റീവായി കരുതാം.
2. നമ്മുടെ സഞ്ചാരദിശയും കറന്റിന്റെ ദിശയും 'R_1' എന്ന റെസിസ്റ്ററിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഒന്നാണ് എന്നതുകൊണ്ട് R_1 ന് എതിരെ വരുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസത്തെ നെഗറ്റീവായി കരുതാം. അതായത് $-I_1R_1$
3. 'E_2' *emf* ഉള്ള സെല്ലിലൂടെ കടക്കുമ്പോൾ നാം പോസിറ്റീവിൽനിന്ന് നെഗറ്റീവിലേക്കാണ് കടക്കുക. തന്മൂലം 'E_2' നെഗറ്റീവായി കരുതാം.
4. അതുപോലെ 'R_2' എതിരെയുള്ള പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നെഗറ്റീവായി കരുതാം. അതായത് $-I_2R_2$

KVL അനുസരിച്ച് ABCDA എന്നീ സെർക്കീട്ട് ലൂപ്പിൽ

$E_1 - I_1R_1 - E_2 - I_2 R_2 = 0$ എന്ന സമവാക്യം എഴുതാം.

ചോദ്യം : 2.1

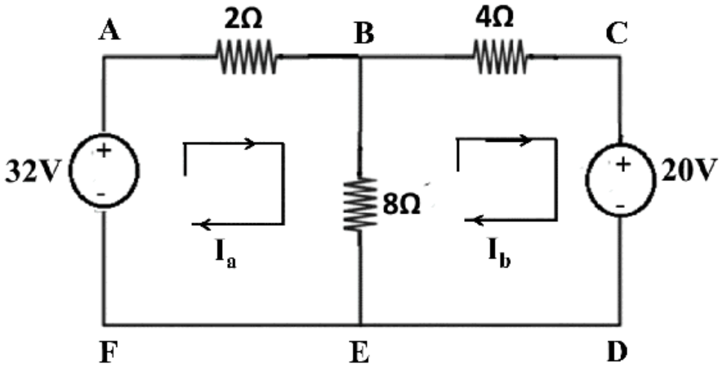
താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിൽ ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലൂടെയും ഒഴുകുന്ന കറന്റ് കണ്ടുപിടിക്കുക.



ചിത്രം. 2.14

ഉത്തരം

KVL ഉപയോഗിച്ച് ഉത്തരം കണ്ടെത്താം.



ചിത്രം 2.15

ABEFA എന്ന ലൂപ്പിൽ KVL പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ,

$$-2I_a - 8(I_a - I_b) + 32 = 0$$

BCDEB എന്ന ലൂപ്പിൽ KVL പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ,

$$-4I_b - 20 - 8(I_b - I_a) = 0$$

ഈ സമവാക്യങ്ങളെ ലഘൂകരിച്ചാൽ,

$$10\,I_a - 8\,I_b = 32$$

$$-8\,I_a + 12\,I_b = -20$$

ഈ രണ്ടു സമവാക്യങ്ങളെ വീണ്ടും ലഘൂകരിച്ചാൽ

$I_a = 4A$, $I_b = 1A$ എന്നു ലഭിക്കും.

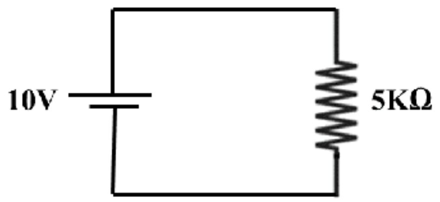
2Ω റെസിസ്റ്ററിലൂടെയുള്ള കറന്റ് = $I_a = 4A$

8Ω റെസിസ്റ്ററിലൂടെയുള്ള കറന്റ് = $I_a - I_b = 3A$

4Ω റെസിസ്റ്ററിലൂടെയുള്ള കറന്റ് = $I_b = 1A$

2.8 വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സുകൾ

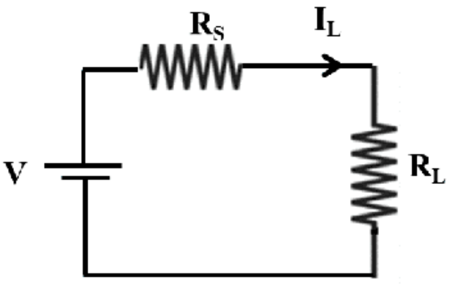
ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് പൂജ്യമായിട്ടുള്ള ശുദ്ധമായ ഒരു ബാറ്ററിയെ സംബന്ധിച്ചാണെങ്കിൽ അതിൽ ആന്തരിക വോൾട്ടേജ് നഷ്ടം (Internal Voltage drop) ഇല്ലാത്തതിനാൽ മുഴുവൻ ബാറ്ററി വോൾട്ടേജും ബാറ്ററിക്കു കുറുകെ ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ലോഡിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടും. അങ്ങനെയുള്ള ഒരു ബാറ്ററി ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന് (Ideal voltage source) ഉദാഹരണമാണ്.



ചിത്രം 2.16

ചിത്രം 2.16 ൽ കാണുന്ന സെർക്കീട്ടിൽ ഓം നിയമം അനുസരിച്ച് 2*m*A കറന്റ് ലോഡിൽ കൂടി ഒഴുകുന്നു. നാം ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് 1K ആയി കുറച്ചാൽ അപ്പോഴും ലോഡ് വോൾട്ടേജ് 10V തന്നെയായിരിക്കും. എന്നാൽ ലോഡ് കറന്റ് 10*m*A ആയി വർധിക്കും.

ഒരു ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിൽനിന്നുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്, ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസിനെയോ ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റിനെയോ ആശ്രയിച്ചായിരിക്കില്ല. മുകളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിൽ ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് പൂജ്യമായി കുറയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ, അതിന്റെ ലോഡ് കറന്റ് അനന്തമായി മാറും. എന്നാൽ കുറഞ്ഞ അളവിലുള്ള ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ സാന്നിധ്യം മൂലം ഒരു റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന് അനന്തമായി കറന്റ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാനാവില്ല. ഇതിൽനിന്നെല്ലാം മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്നത്, ഒരു റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന് കുറച്ച് ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് ഉണ്ടായിരിക്കും എന്നാണ്.



ചിത്രം 2.17

ഒരു റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിൽ ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസും (R_S) ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസും (R_L) ശ്രേണീരൂപത്തിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഇവിടെ ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് പൂജ്യമായി പരിഗണിക്കുകയാണെങ്കിൽ

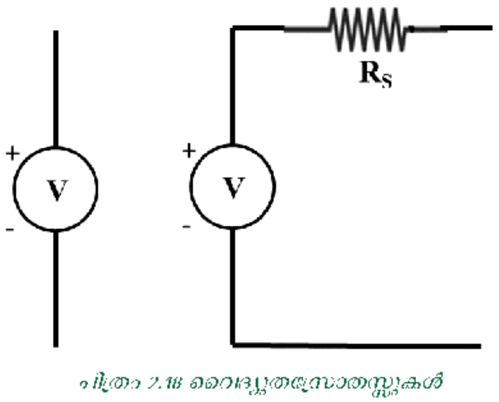
ഓം നിയമമനുസരിച്ച്, $I_L = \frac{V}{Rs}$.

ഇത് ഒരു റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന് പുറപ്പെടുവിക്കാൻ കഴിയുന്ന പരമാവധി ലോഡ് കറന്റ് ആണ്. എന്നാൽ സാധാരണനിലയിലെ ലോഡ് കറന്റ് (R_L ഗണ്യമായ അളവിലാകുമ്പോൾ)

$$I_L = \frac{V}{R_S + R_L} \quad \text{അതുകൊണ്ട് ലോഡ് വോൾട്ടേജ്} \quad V_L = \frac{VR_L}{R_S + R_L}$$

ഇതിൽ ലോഡ്റെസിസ്റ്റൻസ് (R_L) കൂടുന്നതനുസരിച്ച് ലോഡ് വോൾട്ടേജും കൂടും. ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് അനന്തമാകുമ്പോൾ ($R_S << R_L$) ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് (R_S) നിസ്സാരമാകുന്നു. കൂടാതെ, ലോഡ് വോൾട്ടേജ് ഐഡിയൽ സ്രോതസ്സിന്റെ വോൾട്ടേജ് തുല്യമാകത്തക്കവിധത്തിൽ എത്തുന്നു. വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സുകളുടെ ചിത്രീകരണവും ചിഹ്നങ്ങളും ചിത്രം 2.18ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

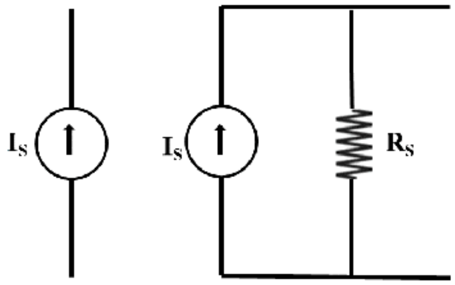
റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിൽ ആന്തരിക റെസിറ്റൻസ് ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിനൊപ്പം ശ്രേണീരൂപത്തിലാണ് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 2.18 വൈദ്യുതസ്രോതസ്സുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ
(a) ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സ്
(b) റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സ്

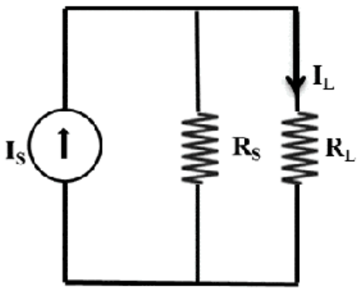
2.9 കറന്റ് സ്രോതസ്സുകൾ

ഒരു വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിനു വളരെ ചെറിയ ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസും ഒരു കറന്റ് സ്രോതസ്സിന് വളരെ വലിയ ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസുമാണുള്ളത്. മാതൃകാപരമായി ഒരു കറന്റ് സ്രോതസ്സിന് ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് അനന്തമാണ്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ, ഒരു കറന്റ് സ്രോതസ്സുൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് ലോഡ്റെസിസ്റ്റൻസിനെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. യഥാർഥ കറന്റ്സ്രോതസ്സിൽ ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് എപ്പോഴും ഐഡിയൽ കറന്റ് സ്രോതസ്സുമായി സമാന്തരരൂപത്തിലാണ് ചിത്രീകരിക്കപ്പെടുന്നത്.



ചിത്രം 2.19 (a) ഐഡിയൽ കറന്റ് സ്രോതസ്സ് (b) റിയൽ കറന്റ് സ്രോതസ്സ്

ലോഡ് ടെർമിനലുകൾ ഷോർട്ട് ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ മുഴുവൻ സെർക്കീട്ട് കറന്റും ഷോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ട ലോഡിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കുന്നു എന്നു ചിത്രം 2.20ൽ നിന്നു മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് (R_L) കൂടുന്തോറും ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് വഴി കറന്റ് പ്രവഹിക്കുകയും തദ്ഫലമായി ലോഡ് കറന്റ് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ട് ലോഡ് കറന്റ് സുസ്ഥിരമായി നിലനിർത്താൻ ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് കൂട്ടേണ്ടതുണ്ട്.



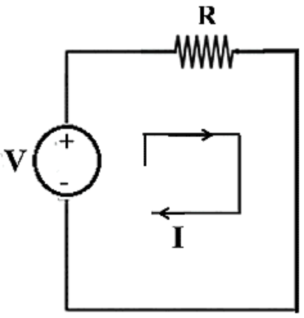
ചിത്രം 2. 20 കറന്റ് സ്രോതസ്സും അതിന്റെ ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസും ലോഡുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു.

2.10 ഡയറക്ട് കറന്റും (DC) ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റും (AC)

ഒരു ബാറ്ററിയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന കറന്റ് ഡയറക്ട് കറന്റാണെന്നും ഗാർഹിക വൈദ്യുത കണക്ഷനിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന കറന്റ് ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റാണെന്നും നമുക്കറിയാം. ഡയറക്ട് കറന്റ് സംവിധാനവും ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് സംവിധാനവും തമ്മിലുള്ള അടിസ്ഥാനവ്യത്യാസങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണെന്ന് ഇനി പരിശോധിക്കാം.

ഡയറക്ട് കറന്റ് (DC)

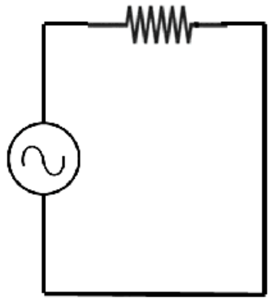
ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ ഡയറക്ട് കറന്റ് ഒരു ദിശയിലേക്കു മാത്രമേ പ്രവഹിക്കുകയുള്ളൂ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഈ വൈദ്യുതപ്രവാഹം ഏകദിശാ വൈദ്യുതപ്രവാഹം (യൂണി ഡയറക്ഷണൽ കറന്റ് ഫ്ളോ) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. DCകറന്റിൽ വോൾട്ടേജിന് സ്ഥിരമായ ഒരു ധ്രുവത്വം (പൊളാരിറ്റി) ഉണ്ടായിരിക്കും. ഒരു ബാറ്ററിയിലെ വൈദ്യുത പ്രവാഹത്തിന്റെ ദിശ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനലിൽ നിന്നും നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിലേക്ക് ഒരു ആരോ മാർക്ക് കൊണ്ടാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. എന്നാൽ, ഇലക്ട്രോൺപ്രവാഹത്തിന്റെ ദിശ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിൽനിന്നു പോസിറ്റീവ് ടെർമിനലിലേക്കായിരിക്കും. അതായത് ഇലക്ട്രോൺ പ്രവാഹം വൈദ്യുതപ്രവാഹത്തിന്റെ വ്യവസ്ഥാപിത ദിശയ്ക്കു വിപരീതദിശയിലായിരിക്കും (ചിത്രം 2.21).



ചിത്രം 2. 21 ഒരു സെർക്കീട്ടിലെ DC വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന്റെ ചിത്രീകരണം.

ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് (AC)

ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റിന്റെ അളവ് (മാഗ്നറ്റ്യൂഡ്) തുടർച്ചയായി വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കും. അതായത്, ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റിന്റെ പ്രവാഹം ആദ്യം ഒരു ദിശയിലേക്കും പിന്നീട് വിപരീത ദിശയിലേക്കുമായിരിക്കും (ചിത്രം 2.22).



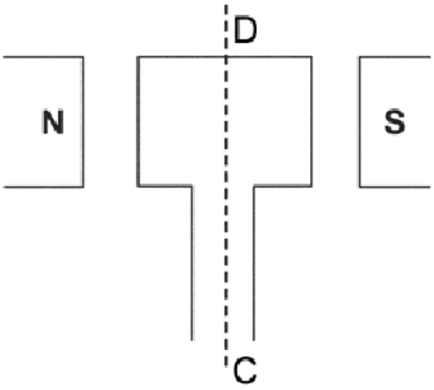
ചിത്രം 2. 22 AC വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന്റെ ചിത്രീകരണം

മുൻക്ലാസുകളിൽ പഠിച്ചതനുസരിച്ച് ഫാരഡെയുടെ വൈദ്യുതകാന്തിക പ്രേരണനിയമ പ്രകാരം ഒരു കോയിലിൽ വലയം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന കാന്തിക ഫ്ളക്സിന് വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുമ്പോൾ ആ കോയിലിൽ ഒരു *emf* പ്രേരിതമാകുന്നു. ഫാരഡെയുടെ രണ്ടാം നിയമമനുസരിച്ച് ഈ പ്രേരിത *emf* കോയിലിൽ വലയം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന കാന്തിക ഫ്ളക്സിന്റെ വ്യതിയാനനിരക്കിന് നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും. കൂടാതെ കാന്തിക ഫ്ളക്സിന് വ്യതിയാനമുണ്ടാകാനുള്ള കാരണത്തെ എതിർക്കുന്ന രീതിയിലായിരിക്കും പ്രേരിത *emf* ന്റെയും അതുമൂലമുണ്ടാകുന്ന കറന്റിന്റെയും ദിശ. 'A' വിസ്തീർണമുള്ളതും 'N' ചുറ്റുകളുള്ളതുമായ ചതുരാകൃതിയിലുള്ള ഒരു വയർ ലൂപ്പ് 'ω' ആംഗുലാർ പ്രവേഗത്തിൽ 'B' കാന്തിക ഫീൽഡ് ശക്തിയുള്ള മേഖലയിൽ CD അക്ഷത്തിനു ചുറ്റും കറങ്ങുന്നു എന്നു കരുതുക. കാന്തിക ഫീൽഡിനെ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന (ലംബമായി) കോയിലിന്റെ വിസ്തീർണം $A\cos\theta$ ആണ്. അപ്പോൾ കോയിലിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന കാന്തിക ഫ്ളക്സിന്റെ അളവ്

$$\phi = NBA\cos\theta$$

$$\phi = NBA\cos\omega t, \ \theta = \omega t$$ ആയതുകൊണ്ട്

ആ കോയിലിൽ പ്രേരിതമാകുന്ന *emf*,



$$V = -\frac{d\phi}{dt}$$

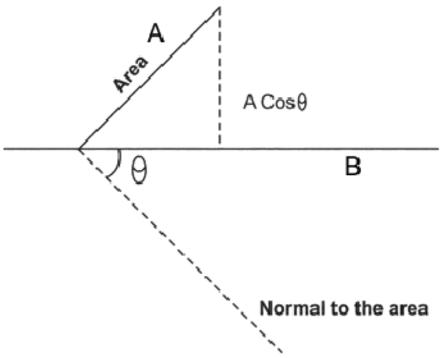
$$= \frac{d(NBA\cos\omega t)}{dt}$$

$$= -NBA\frac{d(\cos\omega t)}{dt}$$

$$= -NBA(-\omega\sin\omega t)$$

$$= NBA\omega\sin\omega t$$

emf ന്റെ പരമാവധി മൂല്യം $V_0 = NBA\omega$ യും ഫേസ് 'ωt' യും ആണെങ്കിൽ $V = V_0\sin\omega t$ എന്നും പറയാം. ആ കമ്പിച്ചുരുൾ 180° യിൽ കറക്കുമ്പോൾ അതിലെ പ്രേരിത *emf* അല്ലെങ്കിൽ കറന്റ് പൂജ്യത്തിൽനിന്ന് പരമാവധിയിലേക്ക് ഉയരുകയും തിരികെ വരുകയും ചെയ്യും. വീണ്ടും ഈ കമ്പിച്ചുരുൾ 180° യിൽ കറക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിലെ പ്രേരിത *emf* അതിന്റെ വിപരീതദിശയിൽ പൂജ്യത്തിൽനിന്ന് പരമാവധിയിലേക്കു കുതിക്കുകയും തിരിച്ചുവരുകയും ചെയ്യും. കോയിൽ ഒരു പ്രാവശ്യം പൂർണമായി കറങ്ങുമ്പോൾ (360°) ഒരു സൈക്കിൾ പൂർത്തിയാക്കി എന്നു പറയാം.

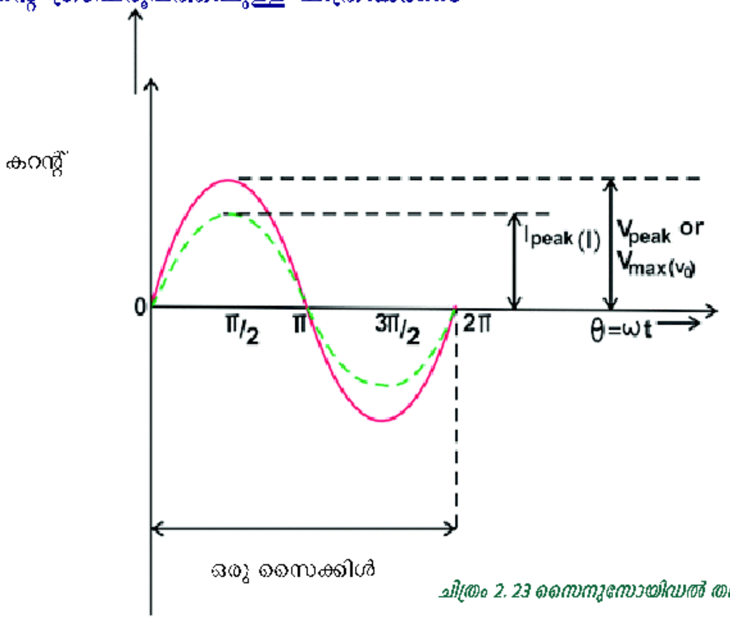


2.11 ഫ്രീക്വൻസി, ടൈംപിരീയഡ്, ഫേസ് ആങ്കിൾ

ഒരു പോസിറ്റീവ് അർധസൈക്കിളും ഒരു നെഗറ്റീവ് അർധസൈക്കിളും കൂടിച്ചേരുന്നതാണ് ഒരു സൈക്കിൾ. ഒരു ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് ഒരു സെക്കന്റിൽ പൂർത്തിയാക്കുന്ന സൈക്കിളുകളുടെ എണ്ണത്തെ അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി എന്നു പറയുന്നു. ഇതിന്റെ യൂണിറ്റ് ഹെർട്ട്സ് (Hz) അല്ലെങ്കിൽ സൈക്കിൾസ് പെർ സെക്കന്റ് (cps) ആണ്. ഗാർഹികവൈദ്യുത കണക്ഷനിൽനിന്നുള്ള AC പ്രവാഹത്തിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി 50Hz ആണെന്നറിയാം. ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് ഒരു സൈക്കിൾ പൂർത്തിയാക്കാനെടുക്കുന്ന സമയത്തെ ടൈം പിരീയഡ് എന്നു പറയുന്നു. ഇതിനെ 'T' എന്ന അക്ഷരം കൊണ്ടാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ഫ്രീക്വൻസിയുടെ വ്യുൽക്രമമാണ് ടൈം പിരീയഡ് അതായത് $T = \frac{1}{f}$.

ഒരു AC തരംഗരൂപത്തെ സൈൻതരംഗങ്ങളുടെ ആകെ തുകയായി അനുമാനിക്കാവുന്നതാണ്. അതായത് സൈൻതരംഗം, $V = V_0 \sin(2\pi ft+\varphi)$, ഇവിടെ V_0 പരമാവധി ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡും 'f' ഫ്രീക്വൻസിയും φ ഫേസ് ആംഗിളുമാണ്. തരംഗരൂപത്തിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് പൂജ്യത്തിൽ തുടങ്ങുകയാണെങ്കിൽ ഫേസും പൂജ്യമായിരിക്കും. അത് മറ്റേതെങ്കിലും അളവിലാണ് തുടങ്ങുന്നതെങ്കിൽ ഫേസ് ആംഗിൾ അതിന് ആനുപാതികമായിരിക്കും.

സൈൻതരംഗത്തിന്റെ ഗ്രാഫ്രൂപത്തിലുള്ള ചിത്രീകരണം



ചിത്രം 2. 23 സൈനുസോയിഡൽ തരംഗരൂപം

സമയത്തിനാനുപാതികമായി സൈനുസോയിഡൽ കറന്റിന്റെയും വോൾട്ടേജിന്റെയും വ്യതിയാനം വിശദമാക്കുന്ന പട്ടിക.

$\theta = \omega t$	$V = V_0 \sin \omega t$	$I = I_0 \sin \omega t$
0	0	0
$\frac{\pi}{2}$	V_0	I_0
π	0	0
$\frac{3\pi}{2}$	$-V_0$	$-I_0$
2π	0	0

2.12 AC യുടെ ആവറേജ് മൂല്യവും RMS മൂല്യവും

സമയത്തിനനുസരിച്ച് AC വോൾട്ടേജ് വ്യത്യാസപ്പെട്ടുകൊണ്ടേയിരിക്കും. ഒരു AC വോൾട്ടേജിന്റെ ആവറേജ് മൂല്യം എന്നു പറയുന്നത്, അതിനു തത്തുല്യമായ DC വോൾട്ടേജിന്റെ അളവാണ്. AC സൈൻതരംഗങ്ങളുടെ ഒരു സൈക്കിളിന്റെ ആവറേജ് മൂല്യം പൂജ്യമായിരിക്കുമല്ലോ. അതുകൊണ്ട് ഒരർധ സൈക്കിൾ മാത്രം പരിഗണിച്ച് നമുക്ക് ആവറേജ് മൂല്യം കണ്ടെത്താം.

സൈൻ തരംഗങ്ങളുടെ ശരാശരി മൂല്യം കണ്ടെത്താനുള്ള സമവാക്യം

$$I_{average} = 1/(T/2) \int_0^{T/2} I_0 \sin \omega t dt$$

ഇതിൽ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ആയതുകൊണ്ട് I average എന്നു പറയുന്നത് $I_{average} = \frac{2I_o}{\pi}$ എന്നു കണ്ടെത്താം.

എന്നിരുന്നാലും ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റിന്റെ ഊർജമാറ്റത്തിന്റെ ശരിയായ മൂല്യം കണക്കാക്കാൻ AC യുടെ ശരാശരി മൂല്യമോ (Mean value) ആവറേജ് മൂല്യമോ ഉപയുക്തമല്ല. എന്നാൽ ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറണ്ടിനാൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപോർജത്തിന്റെ അളവിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് AC യുടെ ആവറേജ് മൂല്യം നിർണയിക്കപ്പെടുന്നതെങ്കിൽ അത് താരതമ്യേന കൃത്യമായിരിക്കും. അതിനു കാരണം രണ്ട് അർധ സൈക്കിളുകളിലും ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപോർജം തുല്യമായിരിക്കും. അതിന്റെ ആവറേജ് മൂല്യം ഒരിക്കലും പൂജ്യമായിരിക്കുകയില്ല. ഒരു നിശ്ചിത അളവ് AC ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന താപോർജത്തിന്റെ അതേ അളവ് താപംതന്നെ അത്രയും സമയംകൊണ്ട് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാനാവശ്യമായ DC യുടെ അളവിനെയാണ് ആ AC യുടെ RMS (Root mean square) മൂല്യം എന്നു പറയുന്നത്.

'dt' എന്നു ഒരു വളരെ ചെറിയ സമയപരിധിയിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന താപത്തിന്റെ അളവ്, dH=Pdt ആയിരിക്കും. ഇവിടെ P എന്നത് 'dt' സമയത്ത് രൂപപ്പെടുന്ന പവറിന്റെ അളവാണ് AC യുടെ ഒരു സൈക്കിളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന താപോർജം.

$$H = \int_0^T P dt$$

$$= I_0^2 \sin^2 \omega t \, R \, dt$$

$$= \frac{I_0^2 R}{2} T$$

$$= \int_0^T I_0^2 \sin^2 \omega t \, R \, dt$$

ഇത് ഇന്റഗ്രേഷൻ ചെയ്യുമ്പോൾ

$$H = \frac{I_0^2 R}{2} T \quad (1)$$ എന്നു ലഭിക്കും.

ഒരു DC I_{rms} മേൽപ്പറഞ്ഞ H നു തുല്യമായ താപം ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുമ്പോൾ,

$$H = I^2_{rms} R T \quad (2)$$

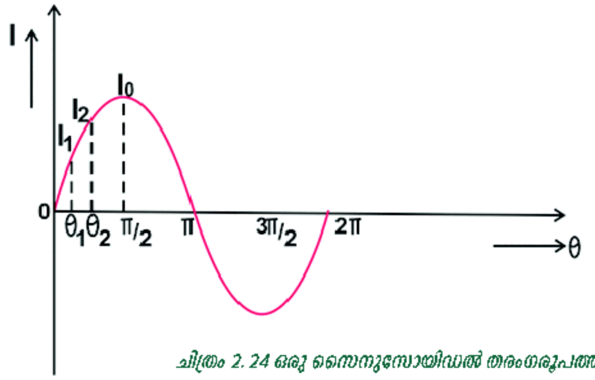
സമവാക്യം (1) ഉം (2) ഉം സമീകരിച്ചാൽ

$$I_{rms} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$ എന്നു ലഭിക്കും.

ഒരു സൈക്കിളിലെ എല്ലാ ക്ഷണികമൂല്യങ്ങളുടേയും വർഗങ്ങളുടെ ശരാശരിയുടെ വർഗമൂലമാണ് ഒരു AC വോൾട്ടേജിന്റെ അഥവാ കറന്റിന്റെ RMS മൂല്യം.

വിശദീകരണം

RMS മൂല്യം നിർവചിക്കുന്നതിനായി താഴെ കൊടുത്ത ചിത്രം നോക്കുക (ചിത്രം 2.24).



ചിത്രം 2. 24 ഒരു സൈനുസോയിഡൽ തരംഗരൂപത്തിന്റെ ക്ഷണികമൂല്യങ്ങൾ

ചിത്രം 2.24 ൽ I_1, I_2, I_3... തുടങ്ങിയവയാണ് θ_1, θ_2, θ_3 ആംഗിളുകളിലുള്ള കറന്റിന്റെ ക്ഷണികമൂല്യങ്ങൾ (Instantaneous values). ഇതിൽ I_0 ആണ് പരമാവധി ക്ഷണികമൂല്യം.

കറന്റിന്റെ RMS മൂല്യത്തിന്റെ നിർവചനപ്രകാരം

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + ______}{2\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{\int_0^{2\pi} I^2 d\theta}{2\pi}}$$

Iയ്ക്കുപകരം $I_0 \sin\theta$ ഉപയോഗിച്ചാൽ ഇന്റഗ്രൽ കാൽകുലസ് ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് ഇതിന്റെ ഉത്തരം കണ്ടെത്താവുന്നതാണ്.

i.e., $I_{rms} = I_0/\sqrt{2}$ കൂടാതെ

$V_{rms} = V_0/\sqrt{2}$

പഠന പ്രവർത്തനം -3

നിങ്ങളുടെ സ്കൂൾ ലബോറട്ടറിയിലെ 230/6V ട്രാൻസ്ഫോർമർ ഉപയോഗിച്ച് 230V 50H_z സപ്ലൈയിൽനിന്നു 6V DC ഔട്ട്പുട്ട് ലഭ്യമാക്കുക. CRO ഉപയോഗിച്ച് ഈ 6V AC അപഗ്രഥിക്കുക. AC തരംഗരൂപം നിരീക്ഷിക്കുകയും വോൾട്ടതയുടെയും ഫ്രീക്വൻസിയുടെയും പരമാവധി മൂല്യം അളക്കുകയും ചെയ്യുക. RMS മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

- *എങ്ങനെയാണ് CRO യിൽ നിന്നു ലഭിച്ച തരംഗരൂപത്തിലുള്ള പരമാവധി വോൾട്ടേജിന്റെ യഥാർഥ മൂല്യം കണ്ടെത്തിയത്?*
- *അപ്രകാരം ലഭിച്ച പരമാവധി മൂല്യം ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കന്ററി വോൾട്ടതയായ 6V നെക്കാൾ കൂടുതലാണോ?*
- *താഴെപ്പറയുന്നതിൽ ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കന്ററി ടെർമിനലുകളിൽനിന്നു ലഭിച്ച 6V AC ഏതുതരത്തിലുള്ളതാണ്?*

  (a) RMS (b) ശരാശരി (Average) (c) പരമാവധി

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

AC യുടെ RMS മൂല്യത്തിന്റെ പ്രാധാന്യമെന്ത്?

ചോദ്യം 2.2

ഒരു AC വോൾട്ടേജിന്റെ ക്ഷണികമൂല്യം (ഇൻസ്റ്റന്റേനിയസ് വാല്യൂ) V = 141 sin (314t) എന്നു പ്രതിനിധാനം ചെയ്യപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ഫ്രീക്വൻസിയും RMS മൂല്യവും കണ്ടെത്തുക.

ഉത്തരം

$$V_0 = 141\,V$$

$$2\pi f = 314$$

$$f = \frac{314}{2\pi} = 50\,Hz$$

$$V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} = 141/1.41 = 100\,V$$

2.13 ഇംപിഡൻസ് എന്ന ആശയം

ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റിന്റെ പ്രസരണം ലാഭകരമാണെന്നുള്ളതുകൊണ്ടുതന്നെ ഗാർഹികവാണിജ്യ ആവശ്യങ്ങൾക്ക് വ്യാപകമായി AC യാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കെല്ലാവർക്കുമറിയാം. ഓമിക് റെസിസ്റ്റൻസിനെ (R) കൂടാതെ ഇൻഡക്ടൻസിനും (L) അല്ലെങ്കിൽ കപ്പാസിറ്റൻസിനും (C) ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റിന്റെ ഒഴുക്കിൽ ശക്തമായ സ്വാധീനമുണ്ട്. ഓമിക് റെസിസ്റ്റൻസിനെപ്പോലെത്തന്നെ ഇൻഡക്ടറിന്റെ ഇൻഡക്ടൻസ് (L) മൂല്യവും കറന്റിന്റെ ഒഴുക്കിനെ പ്രതിരോധിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ പ്രതിരോധത്തെ ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ് (X_L) എന്നു വിളിക്കുന്നു. അതുപോലെ, കപ്പാസിറ്ററിന്റെ കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂലമുണ്ടാകുന്ന പ്രതിരോധത്തെ കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസ് (X_C) എന്നുപറയുന്നു. റെസിസ്റ്റൻസ്, ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ്, കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസ് തുടങ്ങിയവയുടെ യൂണിറ്റ് ഓം (ohms) (Ω) ആണ്.

ഒരു സെർക്കീട്ടിന്റെ കറന്റിന്റെ ഒഴുക്കിനെ ബാധിക്കുന്ന മുഴുവൻ പ്രതിരോധത്തിന്റെയും ആകെതുകയാണ് ഇംപിഡൻസ്. ഇത് റെസിസ്റ്റൻസ് പോലെത്തന്നെയാണെങ്കിലും കപ്പാസിറ്റൻസിന്റെയും ഇൻഡക്ടൻസിന്റെയും സാന്നിധ്യം കൂടി പരിഗണിക്കുന്നു.

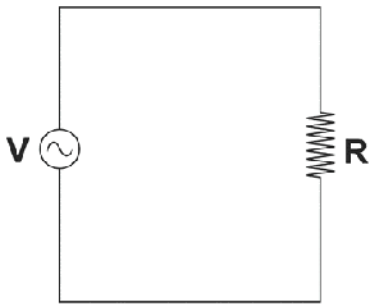
റെസിസ്റ്റൻസ് മാത്രമുള്ള AC സെർക്കീട്ട്

ചിത്രം 2.25 ലേതുപോലെ ഓമിക് റെസിസ്റ്റൻസ് മാത്രമുള്ള ഒരു സെർക്കീട്ട് പരിഗണിക്കുക.

നമുക്കറിയാവുന്നതുപോലെ വോൾട്ടേജിന്റെ ക്ഷണിക മൂല്യം

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{———} (1)$$

I=V/R ആയതുകൊണ്ട്, ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ കറന്റിന്റെ ക്ഷണികമൂല്യം $I = V_0 \sin \omega t / R$



ചിത്രം 2.25 റെസിസ്റ്റൻസ് മാത്രമുള്ള AC സെർക്കീട്ടിന്റെ ചിത്രീകരണം

Vo /R= I_o കറന്റിന്റെ പരമാവധി മൂല്യം ആയതുകൊണ്ട് മുകളിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന സമവാക്യത്തെ

$I = I_o \sin \omega t$ ——(2) എന്ന് എഴുതാം.

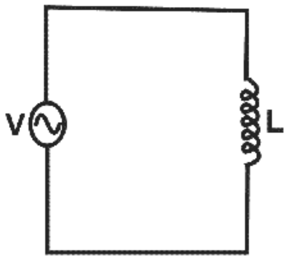
മുകളിൽ സൂചിപ്പിച്ച 1 ഉം 2 ഉം സമവാക്യങ്ങളിൽനിന്ന് കറന്റും വോൾട്ടേജും ഒരേ ഫേസിലാണ് എന്നത് വ്യക്തമാകുന്നു.

നമുക്ക് ഇൻഡക്ടൻസ് മാത്രമുള്ള ഒരു AC സെർക്കീട്ട് വിശകലനം ചെയ്യാം.

ചിത്രം 2.26 ശ്രദ്ധിക്കുക. ഈ സെർക്കീട്ടിൽ L ഹെൻറി ഇൻഡക്ടൻസ് മൂല്യമുള്ള ഒരു ഇൻഡക്ടറിൽ $V = V_o \sin \omega t$ എന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നൽകുന്നു. ഫാരഡെയുടെ വൈദ്യുതകാന്തികപ്രേരണ നിയമം (Law of electromagnetic induction) അനുസരിച്ച് ഇൻഡക്ഷൻ കോയിൽ ഒരു പ്രേരിത emf (Induced emf) $e = -d\Phi/dt$ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് നമുക്കറിയാം.

$\Phi = LI$ ആയതുകൊണ്ട്, $e = -L\, dI/dt$,

ചിത്രം 2.26 ലെ സെർക്കീട്ടിൽ KVL പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ



ചിത്രം 2. 26 ഇൻഡക്ടൻസ് മാത്രമുള്ള AC സെർക്കീട്ട്

$V_o \sin \omega t - L\, dI/dt = 0$

$dI/dt = (V_o/L) \sin \omega t$

അതുകൊണ്ട് $I = \int \left(\frac{V_o}{L}\right) \sin \omega t dt$

ഇൻഡഗ്രൽ കാൽകുലസ് ഉപയോഗിച്ചാൽ നമുക്ക് $I = \frac{V_o}{\omega L}(-\cos \omega t)$ എന്നു ലഭിക്കും.

എന്നാൽ ത്രികോണമിതി സമ്പ്രദായത്തിലെ

$\sin(90 - \omega t) = \cos \omega t$

അല്ലെങ്കിൽ $\sin(\omega t - 90) = -\cos \omega t$ എന്ന സൂത്രവാക്യത്തിന്റെ സഹായത്തോട

(I_o എന്നത് ഇൻഡക്ടറിലൂടെയുള്ള കറന്റിന്റെ പരമാവധി മൂല്യമാണെങ്കിൽ)

$I = I_o \sin(\omega t - 90)$ എന്നു ലഭിക്കും. ഇവിടെ $I_o = V_o / L\omega$ ആയിരിക്കും.

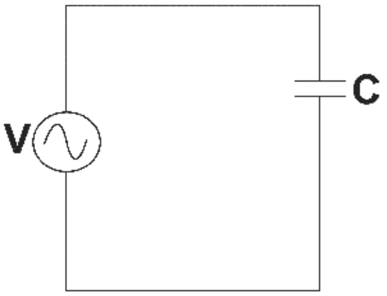
ഇൻഡക്ടറിൽ കൂടിയുള്ള കറന്റ്, വോൾട്ടേജിന് 90° അല്ലെങ്കിൽ $\pi/2$ റേഡിയൻസ് പിന്നിലാകുന്നെന്ന് കറന്റിന്റെയും മോൾട്ടേജിന്റെയും സമവാക്യങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നു.

ഒരു ഇൻഡക്ടറിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജിന്റെ പരമാവധി മൂല്യവും കറന്റിന്റെ പരമാവധി മൂല്യവും (പീക് വാല്യൂ) തമ്മിലുള്ള അംശബന്ധമാണ് ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ് (X_L)

$\omega = 2\pi f$ ആണെങ്കിൽ $X_L = V_o / I_o = L\omega = 2\pi fL$

ഇതിൽ നിന്ന് ഇൻഡക്ടവ് റിയാക്ടൻസ് സപ്ലൈ ഫ്രീക്വൻസിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നതായി വ്യക്തമാകുന്നു. അതായത്, ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ്, X_L ന്റെ മൂല്യം ഫ്രീക്വൻസിയുമായി നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും. ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസിന്റെ യൂണിറ്റും ഓം (ohm) ആണ്. റിയാക്ടൻസിന്റെ, അതായത് പൂർണമായും ഇൻഡക്ടീവ് ആയിട്ടുള്ള ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് 90° അല്ലെങ്കിൽ $\pi/2$ റേഡിയൻസ് പിന്നിലായിരിക്കും.

കപ്പാസിറ്റൻസ് മാത്രമുള്ള AC സെർക്കീട്ട്



ചിത്രം 2.27 കപ്പാസിറ്റൻസ് മാത്രമുള്ള എ സി സെർക്കീട്ടിന്റെ ചിത്രീകരണം

ചിത്രം 2.27ൽ വോട്ടേജ്, $V=V_0 \sin \omega t$ യും കപ്പാസിറ്റർ കപ്പാസിറ്റൻസ് 'C' യുമുള്ള സെർക്കീട്ട് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

കപ്പാസിറ്ററിലെ ചാർജിന്റെ അളവ്, $q = CVo \sin \omega t$

ഒരു കപ്പാസിറ്ററിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുന്ന കറന്റിന്റെ അളവ് അതിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചാർജ് വ്യതിയാനനിരക്കിനു തുല്യമായിരിക്കുമെന്നു നമുക്കറിയാം.

അതായത് കറന്റ് $i = dq/dt = d (CVo \sin \omega t) /dt$

ഡിഫറൻസിയേഷൻ ഉപയോഗിച്ച് ഇതിനെ $i = CVo\ \omega \cos\omega t$ എന്നു കാണാം.

ത്രികോണമിതി ബന്ധങ്ങൾ (Trigno metric relations) പ്രകാരം $\cos\omega t = \sin (\omega t + \pi/2)$

ആയതിനാൽ, മേൽപ്പറഞ്ഞ സമവാക്യത്തെ $i = CVo\ \omega \sin (\omega t + \pi/2)$ എന്നു കണ്ടെത്താം

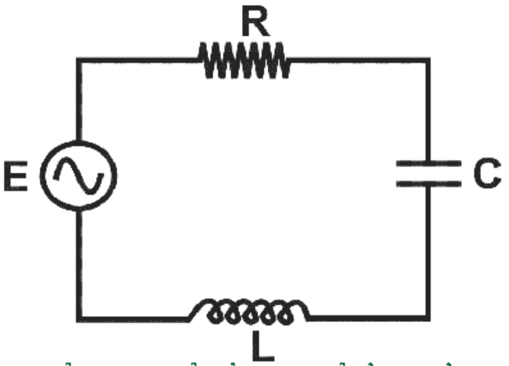
വോൾട്ടേജിന്റെയും കറന്റിന്റെയും മേൽപ്പറഞ്ഞ സൂചനകളിൽനിന്ന് വ്യക്തമാകുന്നത് ഒരു കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ കൂടി കടന്നുപോകുന്ന കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് 90° അല്ലെങ്കിൽ $\pi/2$ റേഡിയൻസ് മുന്നിലാകുന്നു എന്നാണ്.

ഒരു നിശ്ചിത ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ വോൾട്ടേജിന്റെ പരമാവധി മൂല്യവും കറന്റിന്റെ പരമാവധി മൂല്യവും തമ്മിലുള്ള അംശബന്ധം ഒരു സ്ഥിരാങ്കമായിരിക്കും. ഇതിനെയാണ് കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസ് (X_C) എന്നു പറയുന്നത്.

ഇനി നമുക്ക് ഒരു AC സെർക്കീട്ടിൽ L, C, R എന്നിവയുടെ സംയുക്ത പ്രവർത്തനം എങ്ങനെയന്നു നോക്കാം.

റെസിസ്റ്റൻസ്, കപ്പാസിറ്റൻസ്, ഇൻഡക്ടൻസ് എന്നിവയുള്ള ഒരു AC സെർക്കീട്ട്

ചിത്രം 2.28 ലെ സെർക്കീട്ട് അപഗ്രഥിക്കുക.



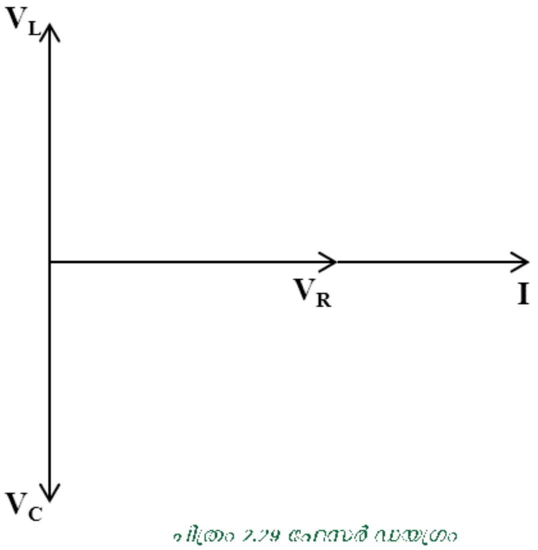
ചിത്രം 2.28 റെസിസ്റ്റൻസും കപ്പാസിറ്റൻസും ഇൻഡക്ടൻസുമുള്ള ഒരു എ സി സർക്കീട്ടിന്റെ ചിത്രീകരണം

ഇവിടെ ഇൻഡക്ടറും കപ്പാസിറ്ററും റെസിസ്റ്ററും ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു സർക്കീട്ടിൽ E വോൾട്ട് സപ്ലൈ കൊടുക്കുന്നു.

'R'നു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് $V_R = I_0 R$ ആണ്. ഈ വോൾട്ടേജ്, കറന്റിന്റെ അതേ ഫേസിലാണെന്ന് നാം നേരത്തേ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ.

'C'ക്കു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് $V_C = I_0 X_C$ ആണ്. ഈ വോൾട്ടേജ് കറന്റിന് $\pi/2$ റേഡിയൻസ് പിന്നിലാണ്. അതുപോലെത്തന്നെ Lനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് $V_L = I_0 X_L$ ആണ്. ഈ വോൾട്ടേജ് കറന്റിന് $\pi/2$ റേഡിയൻസ് മുന്നിലാണ്.

ഒരു ഫേസർ ഡയഗ്രമുപയോഗിച്ച് നമുക്ക് ഈ എല്ലാ വോൾട്ടേജുകളെയും ചിത്രീകരിക്കാം. (ചിത്രം 2.29). ഇവിടെ സെർക്കീട്ട് കറന്റിനെയാണ് അടിസ്ഥാനമാക്കിയിരിക്കുന്നത്.



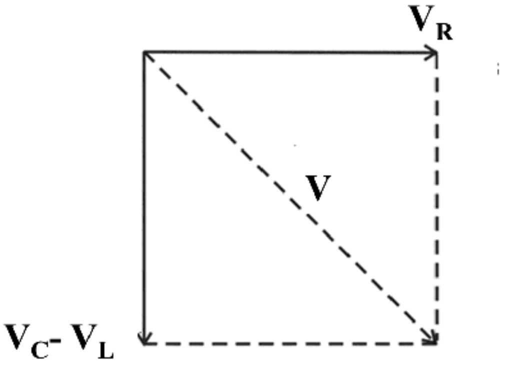
ചിത്രം 2.29 ഫേസർ ഡയഗ്രം

ഈ ഫേസർ ഡയഗ്രത്തിൽനിന്ന് നമുക്കു മനസ്സിലാകുന്നത് റെസിസ്റ്ററിലെ വോൾട്ടേജും അതിലുള്ള കറന്റും ഒരേ ഫേസിലാണെന്നും ഇൻഡക്ടറിലെ വോൾട്ടേജ്, കറന്റിന് $\pi/2$ റേഡിയൻസ് മുന്നിലാണെന്നും കപ്പാസിറ്റർ വോൾട്ടേജ്, കറന്റിന് $\pi/2$ റേഡിയൻസ് പിന്നിലാണെന്നുമാണ്.

വെക്ടർ സങ്കലതത്ത്വമനുസരിച്ച് നമുക്ക് ഇപ്രകാരമുള്ള RLC സർക്കീട്ടിലെ വോൾട്ടേജിന്റെ സഫലമൂല്യം കണ്ടെത്താനാവും. (ചിത്രം 2.30 നിരീക്ഷിക്കുക).

സഫലപൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം,

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_C - V_L)^2}$$



ചിത്രം 2.30 പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസത്തിന്റെ സഫലമൂല്യം കണ്ടെത്തുന്ന രീതി

ആയതിനാൽ ഈ വോൾട്ടേജിന്റെ പരമാവധി മൂല്യം

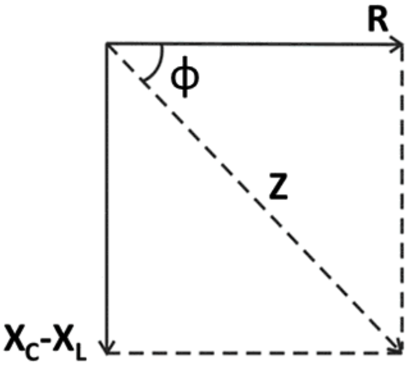
$$V_0 = \sqrt{(I_0R)^2 + (I_0X_C - I_0X_L)^2}$$

$$= I_0\sqrt{(R^2 + (X_C - X_L)^2)}$$

ഈ സമവാക്യത്തിൽനിന്ന് നമുക്കു കണ്ടെത്താൻ കഴിയുന്നത്, ഒരു നിശ്ചിത ഫ്രീക്വൻസിയിൽ വോൾട്ടേജിന്റെയും കറന്റിന്റെയും പരമാവധി മൂല്യങ്ങളുടെ അനുപാതം ഒരു സ്ഥിരാങ്കം ആയിരിക്കും എന്നുള്ളതാണ്. ഈ സ്ഥിരാങ്കത്തെയാണ് ഒരു സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപിഡൻസ് എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിന്റെ യൂണിറ്റും ഓം (ohm) ആണ്. ഇംപിഡൻസ് കണ്ടെത്താനുള്ള സൂത്രവാക്യം

ഇംപിഡൻസ്, $Z = V_0/I_0 = \sqrt{R^2 + (X_c - X_L)^2}$

ചിത്രം 2.31 ൽ ഇംപിഡൻസ് ത്രികോണം വ്യക്തമാക്കുന്ന ഫേസർ ഡയഗ്രമാണ് തന്നിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 2.31 ഇംപിഡൻസ് ത്രികോണം

ഇവിടെ Φ എന്നത് സെർക്കീട്ട് കറന്റിനും സപ്ലൈവോൾട്ടേജിനും ഇടയിലുള്ള ഫേസ് വ്യത്യാസമാണ്.

$$\tan \Phi = (X_c - X_L) / R$$

ഈ സമവാക്യത്തിൽ X_C , X_L നെക്കാളും വലുതാണെങ്കിൽ tan Φ പോസിറ്റീവ് ആയിരിക്കും. അതായത് Φ പോസിറ്റീവ് ആണ്. അതുകൊണ്ട് കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് മുന്നിലാണ്. സെർക്കീട്ട് കൂടുതൽ കപ്പാസിറ്റീവാണ്.

X_C, X_Lനെക്കാൾ കുറവാണെങ്കിൽ tan Φ നെഗറ്റീവ് ആയിരിക്കും. അതായത്, Φ നെഗറ്റീവാണ്. അതിനാൽ കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് പിന്നിലാവുന്നു. സെർക്കീട്ട് കൂടുതൽ ഇൻഡക്ടീവ് ആകുന്നു.

X_C യും X_L ഉം തുല്യമാണെങ്കിൽ സെർക്കീട്ട് പൂർണമായും റെസിസ്റ്റീവ് ആയിരിക്കും.

ഇംപിഡൻസ് (Z) സങ്കീർണരൂപത്തിൽ താഴെക്കാണുന്ന രീതിയിൽ സൂചിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. ഇവിടെ റിയൽ ഭാഗം R (റെസിസ്റ്റർ) ഒരു സാങ്കൽപ്പിക ഭാഗവുമായി (+jX ഇൻഡക്ടറിലും – jX കപ്പാസിറ്ററിലും) ശ്രേണീരൂപത്തിലായിരിക്കും.

ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ റെസിസ്റ്റർ R ഉം കോയിൽ റിയാക്ടൻസ് X_L ഉം ഉണ്ടെങ്കിൽ $Z = R + j X_L$

ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ റെസിസ്റ്റർ R ഉം കപ്പാസിറ്റൻസ് റിയാക്ടൻസ് X_L ഉം ഉണ്ടെങ്കിൽ $Z = R - j X_C$

അതുകൊണ്ട് ഒരു RLC ശ്രേണീ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപിഡൻസ്

$Z = R + j (X_L - X_C) = R + jX$

(ഇവിടെ $X = X_L - X_C$) എന്ന സമവാക്യമുപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്താം.

ഒരു RLC ശ്രേണീ സെർക്കീട്ടിൽ ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസും കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസും തുല്യമാകുമ്പോൾ സപ്ലൈ ഫ്രീക്വൻസി എന്തായിരിക്കും എന്നു ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ആ അവസ്ഥയിൽ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപിഡൻസ് എന്തായിരിക്കും?

ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ് കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസിനു തുല്യമാകുമ്പോൾ

$X_L = X_C$ ആയിരിക്കും.

അതായത് $2\pi fL = 1/2\pi fC$ അല്ലെങ്കിൽ

$$f = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

ഈ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ

$$\text{ഇംപിഡൻസ്, } Z = \sqrt{R^2 + (X_c - X_L)^2}$$
$$= \sqrt{R^2 + 0}$$
$$= R$$

അതുകൊണ്ട് ആ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപിഡൻസ് ഏറ്റവും കുറവായിരിക്കും. കൂടാതെ സെർക്കീട്ട് റെസിസ്റ്റൻസിനു തുല്യവുമായിരിക്കും. ഇക്കാര്യത്തിൽ ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസ് കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസിന് തുല്യമാകുമ്പോൾ, ആ RLC സെർക്കീട്ട് റെസൊണൻസിലായിരിക്കുമെന്നു പറയാം.

നമുക്കു സംഗ്രഹിക്കാം

വൈദ്യുതചാർജുകളുടെ പ്രവാഹനിരക്കിനെയാണ് ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് അഥവാ ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് ഇന്റൻസിറ്റി എന്നു പറയുന്നത്. ഒരു നിശ്ചിത ഊർജത്തെ ഒരു ബിന്ദുവിൽനിന്നും മറ്റൊരു ബിന്ദുവിലേക്കു ചലിപ്പിക്കാനാവശ്യമായ പ്രവൃത്തിയെയാണ് ആ രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിലുള്ള പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം എന്നു പറയുന്നത്. ഈ പ്രവൃത്തിക്കാവശ്യമായ സമയനിരക്കാണ് ഇലക്ട്രിക് പവർ. ഇലക്ട്രിക് പവർ വോൾട്ടേജിന്റെയും കറന്റിന്റെയും ഗുണനഫലമാണ്. ഓം വോൾട്ടേജിന്റെയും കറന്റിന്റെയും ഗുണനഫലമാണ്. ഓം നിയമമനുസരിച്ച് $V \alpha I$ അല്ലെങ്കിൽ $V = IR$ ആയിരിക്കും. റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ യൂണിറ്റ് ഓം (ohm) Ω ആണ്. റെസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ യോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ, റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ സഫലമൂല്യം വർധിക്കുന്നു. $R_{eff} = R_1 + R_2 + R_3 + ...$ എന്നാൽ അവ സമാന്തരരീതിയിൽ സംയോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ അവിടെ റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ സഫലമൂല്യം വളരെയധികം കുറയുന്നു. $1/R_{eff} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + ...$ കപ്പാസിറ്ററുകൾ, ശ്രേണീരൂപത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ $1/C_{eff} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + ...$ ഉം സമാന്തരരൂപത്തിൽ സംയോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ $C_{eff} = C_1 + C_2 + C_3 + ...$ ഉം ആയിരിക്കും സങ്കീർണമായ സെർക്കീട്ട് ശൃംഖലകളുടെ സഫലമൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് കിർച്ചോഫ് നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു റിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിൽ ഇന്റേണൽ റെസിസ്റ്റൻസ് സ്രോതസ്സുമായി ശ്രേണീരൂപത്തിലാണ്. AC സപ്ലൈ വോൾട്ടേജിൽ വോൾട്ടേജ്, $V = V_0 \sin\omega t$ ആയിരിക്കും. കൂടാതെ AC കറന്റ് $I = I_0 \sin\omega t$. ആയിരിക്കും. RMS മൂല്യം $V_{rms} = V_{max}/\sqrt{2}$ ഉം ആവറേജ് മൂല്യം $V_{average} = 2V_{max}/\pi$ ഉം ആയിരിക്കും.

റെസിസ്റ്റൻസും ഇൻഡക്ടൻസും കപ്പാസിറ്റൻസുമുള്ള ഒരു AC സെർക്കീട്ടിലെ കറന്റിന്റെ ഒഴുക്കിനെ ബാധിക്കുന്ന മുഴുവൻ പ്രതിരോധത്തിന്റെയും ആകെ തുകയാണ് ഇംപിഡൻസ്. ഇത് റെസിസ്റ്റൻസ് പോലെ തന്നെയാണെങ്കിലും ഇംപിഡൻസ് കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസിന്റെയും ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസിന്റെയും സാന്നിധ്യംകൂടി പരിഗണിക്കുന്നു. ഒരു RLC ശ്രേണീസെർക്കീട്ടിൽ കപ്പാസിറ്റീവ് റിയാക്ടൻസ്, ഇൻഡക്ടീവ് റിയാക്ടൻസിനെക്കാൾ കൂടുതലാകുമ്പോൾ $X_C > X_L$, $\tan\Phi = (X_C - X_L)/R$ പോസിറ്റീവ് ആയിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് മുന്നിലാകുന്നു. $X_C < X_L$, ആണെങ്കിൽ $\tan\Phi$ നെഗറ്റീവ് ആകുന്നു. അതുകൊണ്ട് കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് പിന്നിലാകുന്നു. $X_L = X_C$ ആണെങ്കിൽ സെർക്കീട്ട് പൂർണമായും റെസിസ്റ്റീവ് ആയിരിക്കും. ഇംപിഡൻസ് $\sqrt{R^2+(X_C-X_L)^2}$ അല്ലെങ്കിൽ വെക്ടർ രൂപത്തിൽ $Z = R + j(X_L - X_C)$. എന്നു സൂചിപ്പിക്കാം.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- ഇലക്ട്രിസിറ്റിയുടെ അടിസ്ഥാനഘടകങ്ങൾ വിവേചിച്ചറിയുന്നു.
- ഓം നിയമമുപയോഗിച്ച് ഇലക്ട്രിക് സെർക്കീട്ടുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തുന്നു.
- ശ്രേണീരൂപത്തിലും സമാന്തരരൂപത്തിലുമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകളുടെയും കപ്പാസിറ്ററുകളുടെയും വൈദ്യുതശൃംഖലകളെ അപഗ്രഥിക്കുന്നു.
- കിർച്ചോഫ് നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സങ്കീർണമായ ഇലക്ട്രിക്കൽ നെറ്റ്വർക്കുകൾ അപഗ്രഥിക്കുന്നു.
- ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന്റെയും കറന്റ് സ്രോതസ്സിന്റെയും സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ വിശകലനം ചെയ്യുന്നു.
- DC, AC വോൾട്ടേജുകൾ താരതമ്യം ചെയ്തു വിശദമാക്കുന്നു.
- AC വോൾട്ടേജിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിയെയും ഫേസ് ആംഗിളിനെയും കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഇംപിഡൻസ് എന്ന ആശയം വിശദമാക്കുന്നു.

മൂല്യനിർണയം

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1) 1 ജൂൾ/കൂളോംബിന് തുല്യമായത്

(a) വാട്ട് (b) ആംപിയർ (c) 1 ഓം (d) IV

2) 'R' മൂല്യമുള്ള മൂന്നു റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരശ്രേണീ രീതിയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം .... ആയിരിക്കും.

a) 3R b) R/3 c) 3/R d) ഇതൊന്നുമല്ല

3) C_1 , C_2 എന്നീ കപ്പാസിറ്ററുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ അതിന്റെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം .... ആയിരിക്കും.

a) $\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$ b) C_1C_2 c) C_1+C_2 d) ഇതൊന്നുമല്ല

4) ഒരു ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിനെ സംബന്ധിച്ച്

(a) ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് പൂജ്യമായിരിക്കും.

(b) ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ലോഡ്റെസിസ്റ്റൻസിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.

(c) ആന്തരിക വോൾട്ടേജ് നഷ്ടം ഗണ്യമായിരിക്കും.

(d) മേൽപ്പറഞ്ഞവയെല്ലാം ശരിയാണ്.

5) ഒരു ഐഡിയൽ കറന്റ് സ്രോതസ്സിനെ സംബന്ധിച്ച്

(a) ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് അനന്തമായിരിക്കും.

(b) ആന്തരിക Ω റെസിസ്റ്റൻസ് നിസ്സാരമായിരിക്കും.

(c) ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുന്തോറും ലോഡ് കറന്റും കൂടും.

(d) മേൽപ്പറഞ്ഞവയെല്ലാം ശരിയാണ്.

6) ഒരു പൂർണ സൈക്കിളിന്റെ പരമാവധി വോൾട്ടേജ് Vm ഉള്ള ഒരു സൈനുസോയിഡൽ തരംഗത്തിന്റെ ആവറേജ് മൂല്യം

a) $V_m/2$ b) $2V_m$ c) Zero d) V_m

7. ഒരു AC വോൾട്ടേജിൽ, v=100 sin (314t) ആകുന്നു. എങ്കിൽ വോൾട്ടേജിന്റെയും ഫ്രീക്വൻസിയുടെയും പരമാവധി മൂല്യം .... ആണ്.

a) 100V and 100Hz

b) 50V and 50Hz

c) 100V and 50Hz

d) 50V and 100Hz

8) പൂർണമായും റെസിസ്റ്റീവ് ആയ ഒരു സെർക്കീട്ടിലെ കറന്റും വോൾട്ടേജും

(a) $\Pi/2$ ഫേസ് വ്യത്യാസമുള്ളതായിരിക്കും.

(b) Π ഫേസ് വ്യത്യാസമുള്ളതായിരിക്കും.

(c) ഫേസിലായിരിക്കും.

(d) വെക്ടർ അളവുകളായിരിക്കും.

9) ഒരു ഇൻഡക്ടറിലെ റിയാക്ടൻസ്

(a) സപ്ലൈ ഫ്രീക്വൻസിക്ക് നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

(b) സപ്ലൈ ഫ്രീക്വൻസിക്ക് വിപരീതാനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

(c) ഫ്രീക്വൻസിയെ ആശ്രയിക്കില്ല.

(d) മേൽപ്പറഞ്ഞതൊന്നും ശരിയല്ല.

10) സപ്ലൈ ഫ്രീക്വൻസി $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ആകുമ്പോൾ

a) $X_L > X_C$

b) $X_L < X_C$

c) $Z > R$

d) $X_L = X_C$

11) കറന്റ് വോൾട്ടേജിന് പിന്നിലാകുന്നത്

(a) കപ്പാസിറ്റീവ് ലോഡിൽ

(b) ഇൻഡക്ടീവ് ലോഡിൽ

(c) റെസിസ്റ്റീവ് ലോഡിൽ

(d) ലോഡില്ലാത്തപ്പോൾ

ഉത്തര സൂചകങ്ങൾ

1) d 2) b 3) a 4) a 5) a 6) c 7) c 8) c 9) a 10) d 11) b

Descriptive type questions

1) രണ്ടു പോയിന്റുകൾ തമ്മിലുള്ള പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം നിർവചിക്കുക. അതിന്റെ യൂണിറ്റെന്താണ്?

2) റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ SI യൂണിറ്റും ഡൈമൻഷണൽ സൂത്രവാക്യവും എഴുതുക.

3) ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ R_1, R_2, R_3 എന്നീ മൂന്നു റസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് മൂല്യം എത്രയായിരിക്കും?

4) ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ R_1, R_2, R_3 എന്നീ മൂന്നു റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് എത്രയായിരിക്കും?

5) കിർച്ചോഫ് കറന്റ് നിയമം വിശദീകരിക്കുക.

6) കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം വിശദീകരിക്കുക.

7) ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന മൂന്നു കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് കണക്കാക്കാനുള്ള സൂത്രവാക്യം കണ്ടുപിടിക്കുക.

8) സമാന്തരരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന മൂന്നു കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ സഫല കപ്പാസിറ്റൻസ് കണക്കാക്കാനുള്ള സൂത്രവാക്യത്തിലേക്ക് എത്തിച്ചേരുന്നതെങ്ങനെ?

9) 'R' Ω ഉള്ള 'n' റെസിസ്റ്ററുകൾ (a) ശ്രേണീരീതിയിലും (b) സമാന്തരരീതിയിലും ബന്ധിപ്പിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന സഫലപ്രതിരോധം (Effective resistance) താരതമ്യം ചെയ്ത് വിശദീകരിക്കുക.

10) ഐഡിയൽ കറന്റ് സ്രോതസ്സ് എന്നാലെന്തെന്ന് വിശദമാക്കുക.

11) താഴെ പറയുന്ന പദങ്ങൾ വിശദമാക്കുക.

(a) സൈക്കിൾ (b) ടൈം പിരീയേഡ് (c) ഫ്രീക്വൻസി (d) ഒരു AC സിഗ്നലിന്റെ ഫേസ്

12) RMS ന്റെയും ആവറേജ് മൂല്യത്തിന്റെയും പ്രാധാന്യമെന്ത്?

13) AC വോൾട്ടേജിന്റെ RMS ഉം ആവറേജ് മൂല്യവും താരതമ്യം ചെയ്ത് വിശദമാക്കുക.

14) 2Ω മൂല്യം വീതമുള്ള മൂന്നു റെസിസ്റ്ററുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് എത്രയാണ്? ഈ സെർക്കീട്ടിനു കുറുകെ ഒരു 20V ബാറ്ററി ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലും ഉണ്ടാകുന്ന പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസം എത്ര? (ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് അവഗണിക്കുക).

15) 15Ω മൂല്യം വീതമുള്ള മൂന്നു റെസിസ്റ്ററുകൾ സമാന്തരരൂപത്തിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് എത്രയാണ്? ഈ സെർക്കീട്ടിനു കുറുകേ ഒരു 20V ബാറ്ററി ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഓരോ റെസിസ്റ്ററിലും ഉണ്ടാകുന്ന കറന്റ് എത്രയാണ്? ആ ബാറ്ററിയിൽനിന്ന് എടുക്കപ്പെടുന്ന മൊത്തം കറന്റെത്ര?

16. 'R'Ω മൂല്യമുള്ള '*n*' റെസിസ്റ്ററുകൾ ഏതൊക്കെ രീതിയിൽ സംയോജിപ്പിച്ചാലാണ്

(i) പരമാവധി സഫല റെസിറ്റൻസ് കിട്ടുന്നത്.

(ii) ഏറ്റവും കുറവ് സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് കിട്ടുന്നത്.

(a) എങ്ങനെയാണ് നിങ്ങൾ ഇത് പ്രാവർത്തികമാക്കുന്നത.

(b) പരമാവധി സഫല റെസിറ്റൻസും ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ സഫല റെസിസ്റ്റൻസും തമ്മിലുള്ള അംശബന്ധം കണ്ടെത്തിയെഴുതുക.

17) 100Ω റെസിസ്റ്റൻസുള്ള ഒരു സെർക്കീട്ടിലൂടെ A 220V, 50Hz AC സപ്ലൈ കടത്തിവിട്ടാൽ അതിലെ കറന്റിന്റെ RMS മൂല്യം എത്രയായിരിക്കും? പരമാവധി മൂല്യം എത്രയാണ്?

18) ഒരു AC സപ്ലൈയിൽ വോൾട്ടേജ് v = 100 Sin 100t. ആണ്. ഇതിന്റെ

(a) വോൾട്ടേജിന്റെ RMS മൂല്യമെത്ര?

(b) വോൾട്ടേജിന്റെ ആവറേജ് മൂല്യമെത്ര?

(c) സപ്ലൈ ഫ്രീക്വൻസി എത്ര?

(d) ടൈംപിരീഡ് എത്ര?

19) ഒരു RLC ശ്രേണീ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപിഡൻസ് നിർദ്ധാരണം ചെയ്യുക.

20) ഒരു RLC ശ്രേണീ സെർക്കീട്ടിലെ റെസിസ്റ്റൻസ് R ഉം ഇംപിഡൻസ് Z തമ്മിലുള്ള ഫേസ് ആംഗിളിന്റെ ടാൻജന്റ് തന്നിരിക്കുന്നു. എങ്കിൽ ആ സെർക്കീട്ട് പൂർണമായും റെസിസ്റ്റീവ് ആണോ, കൂടുതൽ ഇൻഡക്ടീവ് ആണോ? അതോ കൂടുതൽ കപ്പാസിറ്റീവ് ആണോ എന്ന് നിങ്ങൾക്ക് കണ്ടെത്താൻ കഴിയുമോ? എങ്ങനെയെന്ന് വിശദമാക്കുക.

21) 230V 50Hz സപ്ലൈയുള്ള ഒരു AC സെർക്കീട്ടിൽ, 100Ω റെസിസ്റ്ററും 50mH ഇൻഡക്ടറും 20 μF കപ്പാസിറ്ററും ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപിഡയൻസ് കണക്കാക്കുക.

22) ഐഡിയൽ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സ് എന്നാലെന്ത് വിശദമാക്കുക. സ്രോതസ്സിലൂടെയുള്ള കറന്റിന്റെ സമവാക്യം കണ്ടുപിടിക്കുക.

3

ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനതത്ത്വങ്ങൾ

ആമുഖം

3.1 ഊർജനിലച്ചിത്രം

3.2 ഖരപദാർഥങ്ങളിലെ എനർജി ബാൻഡ് (ഊർജഘടന)

3.3 ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ തരംതിരിക്കൽ

3.4 അർധചാലകങ്ങളിലെ ബോണ്ടുകൾ

3.5 സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന സെമികണ്ടക്ടറുകൾ

3.6 വിവിധതരത്തിലുള്ള ചാലകങ്ങൾ

3.7 ശുദ്ധമായ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ (Intrinsic semiconductor)

3.8 അശുദ്ധമായ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ (Extrinsic Semiconductor)

3.9 N-ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടർ

3.10 P- ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറുകൾ

3.11 അർധചാലകങ്ങളിലെ ചാർജ് വാഹകരുടെ സഞ്ചാരം

A3D9Y9

ആമുഖം

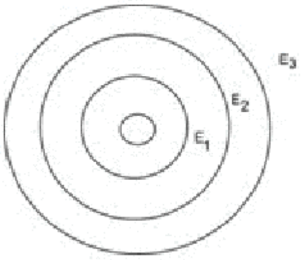
ഡയോഡ്, ട്രാൻസിസ്റ്റർ, IC കൾ എന്നീ സോളിഡ് സ്റ്റേറ്റ് ഇലക്ട്രോണിക് കംപോണന്റുകളുടെ അടിസ്ഥാനപരമായ പദാർഥങ്ങൾ എന്നത് അർധചാലകങ്ങളാണ്. പത്തൊൻപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യപാദത്തിൽ തന്നെ അർധചാലക ഉപകരണങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ആരംഭിച്ചിരുന്നു. ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കുന്ന അർധചാലകങ്ങളാണ് സിലിക്കണും (Si) ജെർമേനിയവും (Gc). ഗാലിയം, ആർസെനിക്ക് എന്നീ മൂലകങ്ങൾ സംയോജിപ്പിച്ചുകൊണ്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളായ ഗാലിയം ആർസനൈഡ് (GAS), ഗാലിയം ഫോസ്ഫൈഡ് എന്നിവയും അർധചാലകങ്ങളായ സംയുക്തങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഇങ്ങനെയുള്ള, സംയുക്ത അർധചാലകങ്ങൾക്ക് പ്രത്യേകമായ ഇലക്ട്രിക്കൽ അല്ലെങ്കിൽ ഒപ്റ്റിക്കൽ പ്രത്യേകതകളുണ്ട്.

1950 കളിൽ ഏറ്റവും സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന അർധചാലകം ജെർമേനിയമായിരുന്നു. ഇത് കൂടിയ താപനിലയിലുള്ള ഉപയോഗങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യമായിരുന്നില്ല. പിൽക്കാലത്ത് സിലിക്കൺ ജെർമേനിയത്തേക്കാളും കൂടുതൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന അർധചാലകമായി മാറി. സിലിക്കന്റെ താപസ്ഥിരതയും കുറഞ്ഞ ചെലവും ശക്തമായ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയും അതിന്റെ ലഭ്യതയുമാണ് ഇതിനു കാരണം.

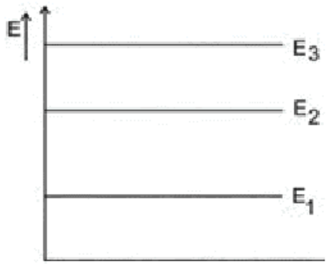
3.1 ഊർജനില ചിത്രം (Energy level diagram)

ബോർ ആറ്റം മോഡൽ അനുസരിച്ച് ഓരോ ഓർബിറ്റിനും നിശ്ചിത ഊർജഘടനയാണുള്ളത്. ഒരു ഇലക്ട്രോൺ ഏതൊക്കെ ഓർബിറ്റിലേക്കു നീക്കുന്നുവോ, ആ ഓർബിറ്റൽ നിലനിൽക്കാൻ വേണ്ട കൂടിയ ഊർജം അതിന് ആവശ്യമുണ്ട് (ചിത്രം 3.1). ഊർജ ഘടന കൂടിയ ഓർബിറ്റാണെങ്കിൽ ആ ഇലക്ട്രോണിന് കൂടുതൽ ഊർജം ഉണ്ടായിരിക്കും. ആറ്റത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയസിന് അടുത്തുള്ള ഓർബിറ്റിനേക്കാൾ കൂടുതൽ അകലെയുള്ള ഓർബിറ്റിലെ ഇലക്ട്രോണായിരിക്കും കൂടുതൽ ഊർജം എന്നതാണ് ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ഒരു ആറ്റത്തിലെ പല ഓർബിറ്റുകളിലുമുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഊർജത്തെ ഓരോ സമാന്തര രേഖകൾകൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ വരയ്ക്കുന്ന ചിത്രത്തെ എനർജി ലെവൽ ഡയഗ്രം എന്നു പറയുന്നു. ചിത്രം 3.2 കാണിക്കുന്നത്. ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ ഊർജനില ച്ചിത്രമാണ്. E_1 സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ആദ്യത്തെ ഓർബിറ്റിന്റെ ഊർജവും E_2സൂചിപ്പിക്കുന്നത് രണ്ടാ

മത്തെ ഓർബിറ്റിന്റെ ഊർജവും E_3 സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. മൂന്നാമത്തെ ഓർബിറ്റിന്റെ ഊർജവും ആണ്.



ചിത്രം : 3.1 ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന

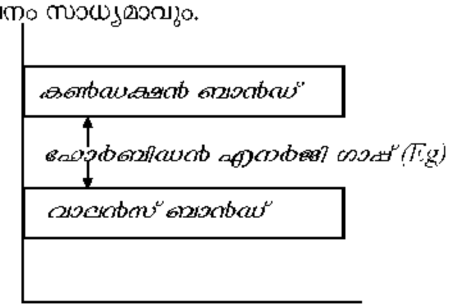


ചിത്രം : 3.2 ഊർജനില ചിത്രം

1913-ൽ നീൽസ്ബോർ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആറ്റത്തിന്റെ ഘടനയെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിശദീകരണമനുസരിച്ച് ഒരു ആറ്റത്തിൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ന്യൂക്ലിയസും അതിനുചുറ്റും ഒരു നിശ്ചിത ഓർബിറ്റിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുമുണ്ട്. ഒരു ഓർബിറ്റിലെ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം സ്ഥിരമാണ്. അതുകൊണ്ട് ഒരു ആറ്റത്തിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഊർജവും സ്ഥിരമാണ്.

3.2 ഖരപദാർഥങ്ങളിലെ എനർജി ബാൻഡ് (ഊർജഘടന)

ഒരു ഒറ്റപ്പെട്ടുനിൽക്കുന്ന ആറ്റത്തിന്റെ ഊർജഘടന നമ്മൾ പരിശോധിക്കണം. സാധാരണ മർദ്ദത്തിലും താപനിലയിലും വാതകങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങൾ ഒറ്റപ്പെട്ടുനിൽക്കുന്നതായി കണക്കാക്കാം. അതിന്റെ ആറ്റങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആകലം കൂടുതലാണ്. അതുകൊണ്ട് ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ ഊർജനില ചുറ്റുമുള്ള മറ്റ് ആറ്റങ്ങളെ ബാധിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ ഖരപദാർഥങ്ങളിലെ ആറ്റങ്ങൾ കൂടുതൽ അടുത്തായതിനാൽ ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ ഊർജനില അടുത്തുള്ള ആറ്റങ്ങളിൽ വ്യത്യാസം വരുത്താം. ചില അവസരങ്ങളിൽ ഏറ്റവും പുറമെയുള്ള ഓർബിറ്റലിലെ ഇലക്ട്രോണുകൾ ചിലപ്പോൾ വളരെ അടുത്തുവരുകയോ തമ്മിൽ ലയിക്കുകയോ ചെയ്യാം ഇങ്ങനെയുള്ള അവസരങ്ങളിൽ അവയുടെ ഊർജനില വിഭജിച്ചുപോകാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. അങ്ങനെയുള്ള ഊർജഘടകങ്ങൾ ഒന്നിച്ചുകാണപ്പെടാതെ വിഭജിച്ചുകാണപ്പെടുകയും എന്നാൽ വളരെ അടുത്ത് തുടരെത്തുടരെയുള്ള ഊർജമായും കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിനെയാണ് ഊർജഘടന (എനർജി ബാൻഡ്) എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. അവസാന ഓർബിറ്റിലെ ഇലക്ട്രോണുകൾ ആണ് ആ ആറ്റത്തിലെ വാലൻസി തീരുമാനിക്കുന്നത്. ഈ വാലൻസ് ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് ഒരു സ്ഥലത്തു നിന്ന് മറ്റൊരു സ്ഥലത്തേക്കു സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കാൻ സാധിക്കില്ല. എന്നാൽ അതിന് ആവശ്യമുള്ള ഊർജം കിട്ടുകയാണെങ്കിൽ ആ ഇലക്ട്രോൺ കൂടിയ ഊർജനിലയിലേക്കു പോവുകയും സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കാൻ സാധിക്കുകയും ചെയ്യും. ഇതിന്റെ ഫലമായി വൈദ്യുത ചാലനം സാധ്യമാവും.



ചിത്രം 3.3
ഊർജഘടനയുടെ ചിത്രം

വാലൻസ് ബാൻഡ്

ഒരു ആറ്റത്തിലെ ഏറ്റവും പുറമെയുള്ള ഓർബിറ്റലിലെ ഇലക്ട്രോണുകളാണ് വാലൻസ് ഇലക്ട്രോണുകൾ. ഈ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഊർജഘടനയെയാണ് വാലൻസ് ബാൻഡ് എന്ന് പറയുന്നത്. വാലൻസ് ബാൻഡ് ചിലപ്പോൾ പൂർണമായോ ഭാഗികമായോ നിറഞ്ഞിരിക്കും. എന്നാൽ ഒരിക്കലും ഇലക്ട്രോൺ ഇല്ലാതെ വരുകയില്ല. ഈ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ആകെയുള്ള ഊർജ മേഖലയാണ് വാലൻസ് ബാൻഡ് എന്നറിയപ്പെടുന്നത്.

കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡ്

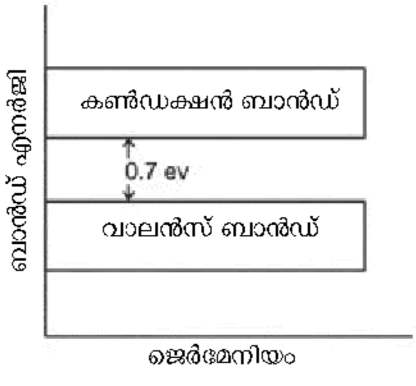
വാലൻസ് ബാൻഡിൽനിന്നു കൂടുതൽ ഊർജം സ്വീകരിച്ച് പുറത്തുപോകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളെയാണ് കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡ് ഇലക്ട്രോൺസ് എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഈ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ആകെയുള്ള ഊർജമേഖലയെയാണ് കണ്ഡക്ഷൻ ബാൻഡ്. ഇത് വാലൻസ് ബാൻഡിന്റെ തൊട്ടടുത്തായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഇത് ചിലപ്പോൾ ഇലക്ട്രോൺ ഇല്ലാത്ത അവസ്ഥയിലോ ചിലപ്പോൾ ഭാഗികമായി നിറഞ്ഞ അവസ്ഥയിലോ ആയിരിക്കാം. കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലെ ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കുന്നതിനും, ഖരപദാർഥങ്ങളിൽ വൈദ്യുതി കടത്തിവിടാനും സാധിക്കും. ഈ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഊർജമേഖലപരിധിയാണ് കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡ് എന്നറിയപ്പെടുന്നത്.

ഒരു പദാർഥത്തിന്റെ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ ഇലക്ട്രോൺ ഒന്നും ഇല്ലെങ്കിൽ ആ പദാർഥത്തിന് കറന്റ് കടത്തിവിടാൻ സാധിക്കില്ല. പൊതുവായി ഇൻസുലേറ്റേഴ്സിന്റെ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ ഇലക്ട്രോൺസ് ഉണ്ടായിരിക്കില്ല. എന്നാൽ ചാലകങ്ങളുടെ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡ് ഭാഗികമായി നിറഞ്ഞതായിരിക്കും.

ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ്

ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് വാലൻസ് ബാൻഡിനും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിനുമിടയിലുള്ള ഒരു ഊർജ നില സ്വീകരിക്കാൻ സാധിക്കില്ല. എനർജി ബാൻഡ് ഡയഗ്രത്തിൽ വാലൻസ് ബാൻഡും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസയാണ് ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് അല്ലെങ്കിൽ ബാൻഡ് ഗാപ്പ് (Eg) എന്ന് പറയുന്നത്

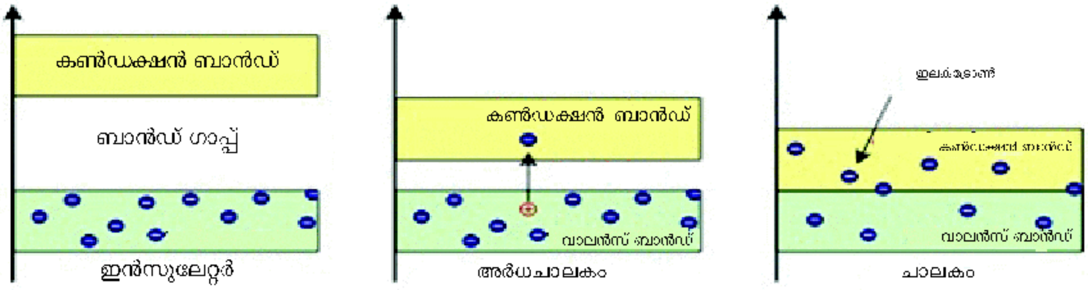
എനർജി ഗാപ്പിന്റെ വിഡ്ത് എന്നത് ആറ്റത്തിന്റെ ന്യൂക്ലിയസും വാലൻസ് ഇലക്ട്രോണും തമ്മിലുള്ള ആകർഷക ഊർജത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. എനർജി ഗാപ്പ് കൂടുതലാണെങ്കിൽ ന്യൂക്ലിയസും വാലൻസ് ഇലക്ട്രോണും തമ്മിലുള്ള ആകർഷക ഊർജം കൂടുതലായിരിക്കും. ആറ്റത്തിലെ വാലൻസ് ഇലക്ട്രോൺ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലേക്കു കൊണ്ടുപോകണമെങ്കിൽ ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പിന് തുല്യമായ ഊർജം പുറമേ നിന്നു കൊടുക്കേണ്ടതാണ്.



ചിത്രം 3.4 ജെർമേനിയത്തിന്റെ ഊർജഘടനാ ചിത്രം

3.3 ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ തരംതിരിക്കൽ

ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പിനെ ആസ്പദമാക്കി ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ കറന്റ് കടത്തിവിടാനുള്ള കഴിവിനെ നമുക്കു വിശദീകരിക്കാം. വ്യത്യസ്ത ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ എനർജി ബാൻഡ് ഡയഗ്രം ചിത്രം 3.5 –ൽ ഖരപദാർഥങ്ങളെ മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം.



ചിത്രം – 3.5 ഖരപദാർഥങ്ങളുടെ എനർജി ബാൻഡ് ഡയഗ്രം

ഇൻസുലേറ്ററുകൾ

ഉദാഹരണം : തടി, ഗ്ലാസ് തുടങ്ങിയവ.

ചിത്രം 3.5 ലേതുപോലെ ഇൻസുലേറ്ററുകളൾക്ക് (ഉദാഹരണം : ഉണങ്ങിയ തടി, ഗ്ലാസ്) ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് കൂടുതലാണ്. സാധാരണ ഊഷ്മാവിൽ വാലൻസ് ബാൻഡിൽ മാത്രമേ ഇലക്ട്രോണുകൾ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് വളരെ കൂടുതലായതിനാൽ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലേക്ക് ഇലക്ട്രോണുകൾ പോകുന്നില്ല. അതിനാൽ ഇൻസുലേറ്ററിൽ കൺഡക്ഷൻ നടക്കുന്നില്ല.

കണ്ടക്ടറുകൾ

ഉദാഹരണം: ചെമ്പ്, അലുമിനിയം

കണ്ടക്ടറിന്റെ വാലൻസ് ബാൻഡും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡും ഒരുമിച്ചു കൂടിച്ചേർന്ന അവസ്ഥയിലാണ്. അതിനാൽ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ ധാരാളം ഇലക്ട്രോണുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. അതായത് ചാലകങ്ങൾ ബാൻഡ് ഗാപ്പ് എനർജി ഇല്ലാത്ത അവസ്ഥയിലാണ്. അതിനാൽ വളരെ ചെറിയ ഒരു വോൾട്ടേജ് കൊടുത്താൽ ഫ്രീ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ചലനം സാധ്യമാവുകയും തത്ഫലമായി ഇലക്ട്രിക് കറന്റ് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

അർധചാലകങ്ങൾ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ

ഒരു അർധചാലകത്തിന്റെ വൈദ്യുതസ്വഭാവം ഇൻസുലേറ്ററിനും ചാലകത്തിനും ഇടയിലാണ്.

ഉദാഹരണം : സിലിക്കൺ, ജെർമേനിയം എന്നിവ.

സാധാരണ താപനിലയിൽ സെമി കണ്ടക്ടറുകൾക്ക് വളരെ ചെറിയ ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പാണുള്ളത്. അബ്സല്യൂട്ട് (കേവല) താപനിലയിൽ (0^0K) ഒരു സെമികണ്ടക്ടറിന്റെ കണ്ടക്ഷൻ ബാൻഡിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒന്നും തന്നെ കാണപ്പെടുന്നില്ല. എന്നാൽ വാലൻസ് ബാൻഡ് പരിപൂർണമായി നിറഞ്ഞിരിക്കും. അതിനാൽ അത് ഒരു ഇൻസുലേറ്റർ പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. പക്ഷേ, താപനില കൂടുമ്പോൾ താപോർജം സ്വീകരിച്ച് ചില ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വതന്ത്രമാവുകയും അവ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവയുടെ ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് തീരെ ചെറുതാണ് എന്നതാണിതിനു കാരണം.

പ്രവർത്തനം 1

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പദങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ചേരുംപടി ചേർക്കുന്ന ഒരു പട്ടിക ഉണ്ടാക്കുക.

റബ്ബർ, വളരെ ചെറിയ എനർജി ഗാപ്പ് (<3ev), കണ്ടക്ടർ, വളരെ കൂടിയ എനർജി ഗാപ്പ് (<3ev), വാലൻസ് ബാൻഡും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡും തമ്മിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്നു. കോപ്പർ, സിലിക്കൺ, ഇൻസുലേറ്റർ, സെമി കണ്ടക്ടർ, കറന്റ് തുടർച്ചയായി ഒഴുകുന്നു, കറന്റ് ഒഴുകുന്നില്ല, ഭാഗികമായ ചാലകത.

- പട്ടികയിൽനിന്നു നിങ്ങൾ പഠിച്ച പാഠഭാഗത്തെ ആസ്പദമായുള്ള കണ്ടെത്തലുകൾ രേഖപ്പെടുത്തുക.
- റബ്ബർ, കോപ്പർ, സിലിക്കൺ എന്നീ പദാർഥങ്ങളിൽ ഏതിനാണ് ഇലക്ട്രോണിനെ അതിന്റെ വാലൻസ് ബാൻഡിൽനിന്നു കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലേക്കു നീക്കാൻ കൂടുതൽ എനർജി വേണ്ടിവരുന്നത്? എന്തുകൊണ്ട്?

  നിങ്ങൾ തയാറാക്കിയ പട്ടിക താഴെ കൊടുത്ത പട്ടികയുമായി ചേരുന്നുണ്ടോ എന്ന് ഒത്തുനോക്കുക.

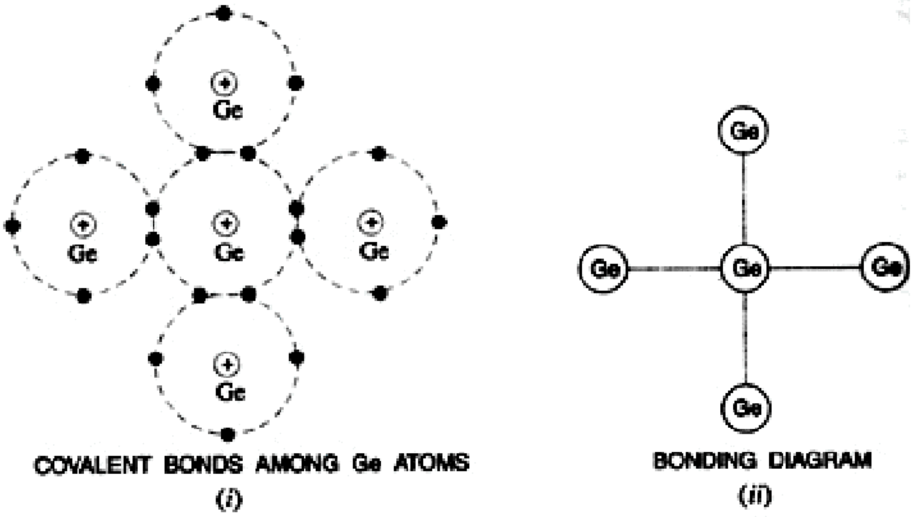
കണ്ടക്ടർ	ഇൻസുലേറ്റർ	സെമികണ്ടക്ടർ
കോപ്പർ	റബ്ബർ	സിലിക്കൺ
വാലൻസ് ബാൻഡും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡും ലയിച്ചിരിക്കുന്നു	വളരെ കൂടിയ എനർജി ഗാപ്പ് (> 3ev)	വളരെ ചെറിയ എനർജി ഗാപ്പ് (<3ev),

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

എനർജി ബാൻഡ് ഡയഗ്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ചാലകങ്ങൾ, അർധചാലകങ്ങൾ എന്നിവയെ വേർതിരിക്കുക.

3.4. അർധചാലകങ്ങളിലെ ബോണ്ടുകൾ

വാലൻസ് - ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ബോണ്ടിങ് എന്ന പ്രത്യേകത മൂലമാണ് പദാർഥങ്ങളുടെ ആറ്റങ്ങൾ ഒരുമിച്ചുചേർന്ന് ഒരു തന്മാത്ര ആയിരിക്കുന്നത്. എല്ലാ ആറ്റങ്ങളിലും ഏറ്റവും അവസാനത്തെ ഓർബിറ്റിലെ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം 8 ആയിരിക്കുന്നതിനുള്ള ത്വരയാണ് ഈ ബോണ്ടിങ്ങിനു കാരണം. എന്നിരുന്നാലും പ്രകൃതിയിലെ മിക്കവാറും തന്മാത്രകളിലെയും ഏറ്റവും പുറമെയുള്ള ഓർബിറ്റിലെ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം അപൂർണമാണ്. എന്നാൽ ഇത് പൂർണമാക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ആറ്റങ്ങൾ മറ്റ് ആറ്റങ്ങളുമായി ഇലക്ട്രോണുകൾ വിട്ടുകൊടുക്കുകയോ സ്വീകരിക്കുകയോ പങ്കിടുകയോ ചെയ്യാറുണ്ട്. ഒരു സെമി കണ്ടക്ടറിൽ ഇങ്ങനെ ആറ്റങ്ങൾ ഇലക്ട്രോണുകളെ പങ്കിട്ടാണ് ബോണ്ടിങ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെയുള്ള ബോണ്ടിങ്ങിനെ സഹസംയോജകബന്ധനം (കോവാലന്റ് ബോണ്ട്) എന്നു പറയുന്നു. ഇതിൽ ഓരോ ആറ്റവും തുല്യ അളവിലുള്ള വാലൻസ് ബാൻഡ് ഇലക്ട്രോണുകൾ പങ്കിടുന്നു.



ചിത്രം - 3.6 ജെർമേനിയം ബോണ്ടിന്റെ ഘടന

ചിത്രം 3.6ൽ ജെർമേനിയം ആറ്റത്തിലെ സഹസംയോജകബന്ധനം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു ജെർമേനിയം ആറ്റത്തിൽ 4 വാലൻസ് ഇലക്ട്രോണുകളാണുള്ളത്. ഒരു ജെർമേനിയം ആറ്റത്തിന് അതിന്റെ അവസാനത്തെ ഓർബിറ്റിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ടാക്കാനുള്ള ത്വരയുണ്ട്. ചിത്രത്തിൽ നടുവിലത്തെ ആറ്റത്തിന്റെ ഓരോ ഇലക്ട്രോണിനു ചുറ്റുമുള്ള നാല് ആറ്റങ്ങളും ഷെയർ ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെത്തന്നെ നടുവിലത്തെ ആറ്റം ചുറ്റുമുള്ള ആറ്റത്തിന്റെ ഓരോ ഇലക്ട്രോണിനെയും കൂടി ഷെയർ ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ നടുവിലത്തെ ആറ്റത്തിന്റെ വാലൻസ് ബാൻഡിൽ ആകെ എട്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

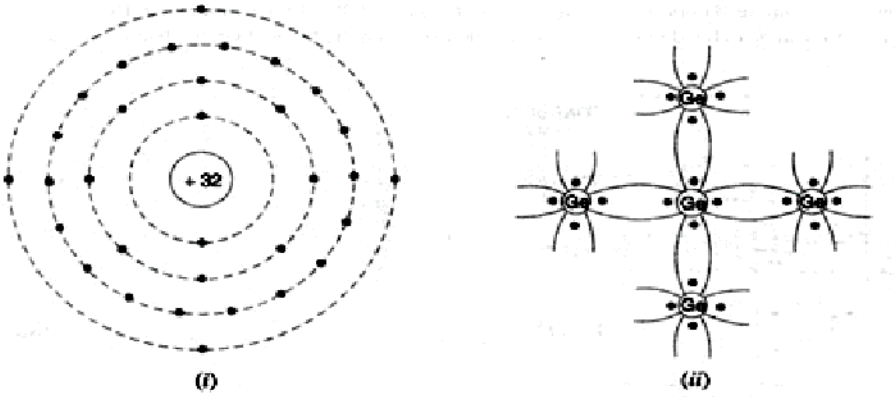
3.5 സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന അർധചാലകങ്ങൾ

ധാരാളം സെമി കണ്ടക്ടറുകൾ പ്രകൃതിയിൽ ലഭ്യമാണെങ്കിലും അവയിൽ ചിലതു മാത്രമേ പ്രാവർത്തികമായി ഇലക്ട്രോണിക്സിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളൂ. സാധാരണ ജെർമേനിയവും സിലിക്കണുമാണ് ഇലക്ട്രോണിക്സിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന രണ്ടു സെമി കണ്ടക്ടറുകൾ. ഇവ രണ്ടിലും സഹസംയോജകബന്ധനം തകർക്കാൻ വളരെ കുറച്ച് ഊർജമേ ആവശ്യമുള്ളൂ (ഇലക്ട്രോൺ റിലീസ് ചെയ്യുന്നതിനുവേണ്ട ഊർജം) ജെർമേനിയത്തിന് ഇത് 0.7 eV ഉം സിലിക്കണിന് 1.1 eV ഉം ആണ്.

(i) ജെർമേനിയം

കൽക്കരിയുടെ ചാരത്തിൽനിന്നാണ് ജെർമേനിയം വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത് സാധാരണ ജെർമേനിയം ഡയോക്സൈഡ് പൗഡറായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഇതിൽനിന്നു കെമിക്കൽ റിഡക്ഷൻ എന്ന പ്രക്രിയയിലൂടെയാണ് ജെർമേനിയം വേർതിരിക്കുന്നത്.

ജെർമേനിയത്തിന്റെ അറ്റോമിക നമ്പർ 32 ആണ്. അതിനാൽ ഇതിന് 32 പ്രോട്ടോണുകളും 32 ഇലക്ട്രോണുകളുമുണ്ട്. ആദ്യത്തെ ഓർബിറ്റിൽ 2 ഇലക്ട്രോണും രണ്ടാമത്തെ ഓർബിറ്റിൽ 8 ഇലക്ട്രോണും മൂന്നാമത്തെ ഓർബിറ്റിൽ 18 ഇലക്ട്രോണും നാലാമത്തെ അല്ലെങ്കിൽ വാലൻസ് ഓർബിറ്റിൽ 4 ഇലക്ട്രോണുമുണ്ട്. അതിനാൽ ഇത് ഒരു ടെട്രാവാലന്റ് (വാലൻസ് ഓർബിറ്റിൽ 4 ഇലക്ട്രോണുകളുള്ള) മൂലകമാണ്.

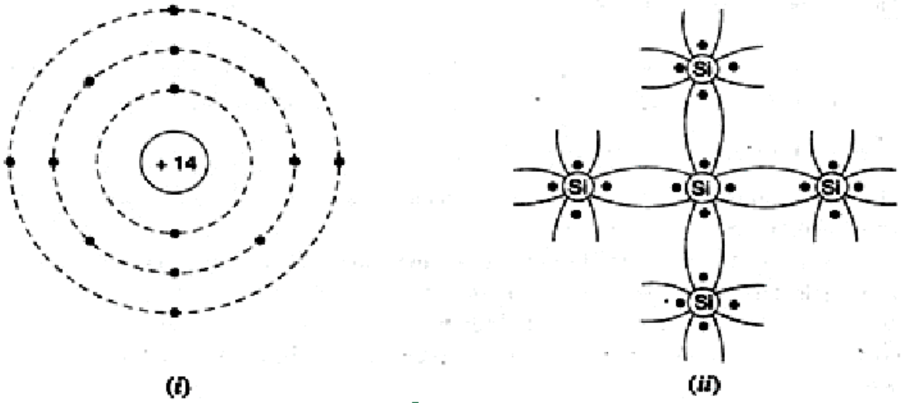


ചിത്രം 3.7 ജെർമേനിയത്തിന്റെ ആറ്റോമികഘടനയും ബോണ്ടിങ്ങും

(ii) സിലിക്കൺ

സിലിക്കൺ മൂലകം സാധാരണ പ്രകൃതിയിൽ മണലിന്റെ (Sand) രൂപത്തിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്(സിലിക്കൺ ഡയോക്സൈഡ്). കെമിക്കൽ റിഡക്ഷൻ എന്ന പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ സിലിക്കൺ ഡയോക്സൈഡിൽ നിന്നാണ് ഇത് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത്.

സിലിക്കണിന്റെ അറ്റോമിക് നമ്പർ 14 ആണ്. ആദ്യത്തെ ഓർബിറ്റലിൽ 2 ഇലക്ട്രോണും രണ്ടാമത്തെ ഓർബിറ്റലിൽ 8 ഇലക്ട്രോണും, വാലൻസ് ഓർബിറ്റലായ മൂന്നാമത്തേതിൽ 4 ഇലക്ട്രോണുകളുമാണ് ഇതിനുള്ളത്. സിലിക്കന്റെ വാലൻസ് ഓർബിറ്റലിൽ 4 ഇലക്ട്രോണുകളുള്ളതിനാൽ ഇത് ഒരു ടെട്രാവാലന്റ് മൂലകമാണ്. സിലിക്കൺ ആറ്റത്തിന്റെ സഹസംയോജകബന്ധനങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്ത ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.8
സിലിക്കണിന്റെ ആറ്റോമികഘടനയും ബോണ്ടിങ്ങും

3.6 വിവിധ തരത്തിലുള്ള ചാലകങ്ങൾ

സെമികണ്ടക്ടറുകളെ താഴെ പറയുന്നതുപോലെ തരംതിരിക്കാം

സെമി കണ്ടക്ടറുകൾ

- ഇൻട്രിൻസിക് (ശുദ്ധമായ) സെമികണ്ടക്ടറുകൾ
- എക്സ്ട്രിൻസിക് അഥവാ അശുദ്ധമായ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ

3.7 ശുദ്ധമായ സെമി കണ്ടക്ടർ (Intrinsic semiconductor)

സെമി കണ്ടക്ടറുകളുടെ ഏറ്റവും ശുദ്ധമായ അവസ്ഥയാണ് ഇൻട്രിൻസിക് സെമി കണ്ടക്ടറുകൾ എന്നുവിളിക്കുന്നത്. ഇതിന്റെ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ 0^0K താപനിലയിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒന്നുംതന്നെ കാണപ്പെടാത്തതിനാൽ ഇത് ഒരു ഇൻസുലേറ്റർ ആയി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്നാൽ സാധാരണ താപനിലയിൽ ചില ഇലക്ട്രോണുകൾ കോവാലന്റ് ബോണ്ട് തകർത്ത് കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ഇവയ്ക്ക് സുഗമമായി ചലിക്കാൻ സാധിക്കുകയും ഇലക്ട്രോണുകൾ ചാർജ് വാഹകരായി പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ കോവാലന്റ് ബോണ്ട് തകർക്കുമ്പോൾ ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഒഴിവ് ഇതിന്റെ വാലൻസ്ബാൻഡിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. ആ ഒഴിവിന് ഹോൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ ഹോൾ ചിലപ്പോൾ വാലൻസ് ബാൻഡിലെ മറ്റ് ഇലക്ട്രോണുകളാൽ നിറയപ്പെടാം. ആയതിനാൽ ഇത് വാലൻസ് ബാൻഡിലെ ഹോളുകളുടെ ചലനത്തിനു കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഈ ഹോളുകൾ പോസിറ്റീവ് ചാർജ് വാഹകരായി കാണപ്പെടുന്നു.

ഒരു ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറിൽ വാലൻസ് ബാൻഡിലെ ഹോളുകളുടെ എണ്ണം അതിന്റെ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും. ഹോളുകൾ വാലൻസ് ബാൻഡിലും ഇലക്ട്രോണുകൾ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലുമാണ് നിലനിൽക്കുന്നത്.

സെമി കണ്ടക്ടറിലെ ഹോളുകളുടെ ചലനം

വാലൻസ് ബാൻഡിലെ ഒരു ഇലക്ട്രോണിന് ആവശ്യമായ ഊർജം ലഭിച്ചാൽ ഇത് ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് ചാടിക്കടന്ന് കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ എത്തിച്ചേരും. ഇങ്ങനെ ഒരു കോവാലന്റ് ബോണ്ടിലെ രണ്ട് ഇലക്ട്രോണിൽ ഒരെണ്ണം കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിൽ എത്തിച്ചേർന്നാൽ ആ ഇലക്ട്രോൺ വിട്ടുപോയ സ്ഥലത്ത് ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കുറവ് ആ വാലൻഡ് ബാൻഡിൽ ഉണ്ടാവും. ഇതിനെ നമുക്ക് ഹോൾ A എന്നു വിളിക്കാം. ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ വാലൻസ് ബാൻഡിലേക്കു തന്നെ മറ്റൊരു ഇലക്ട്രോൺ മറ്റൊരു കോവാലന്റ് ബോണ്ടിൽ നിന്നും ആദ്യത്തെ വേക്കൻസിയായ ഹോൾ A യിലേക്ക് ചലിക്കാം. അങ്ങനെ A ഹോൾ നിറയപ്പെടുന്നു. എന്നിരുന്നാലും ഹോൾ A നിറയപ്പെടാൻ ഉപയോഗിച്ച ഇലക്ട്രോൺ എവിടെ നിന്നാണോ വന്നത്, അവിടെ ഒരു പുതിയ ഒഴിവ് ഉണ്ടാകും. ആ ഒഴിവിനെ ഹോൾ B എന്നു വിളിക്കാം. ഇപ്പോൾ ഹോൾ A നിറയപ്പെടും. പുതിയതായി ഹോൾ B ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്തു. മറ്റൊരുതരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഹോൾ A എന്നത് പുതിയ സ്ഥലമായ ഹോൾ B യുടെ സ്ഥലത്തേക്ക് നീങ്ങുന്നു. ഇനി വേറൊരു ഇലക്ട്രോൺ വന്ന് ഹോൾ B യുടെ സ്ഥാനത്തിരിക്കുകയും B നിറയപ്പെടുകയും ചെയ്തു എന്നു കരുതുക. ആ ഇലക്ട്രോൺ വന്ന സ്ഥലത്ത് ഒരു ഒഴിവ് സ്വാഭാവികമായും ഉണ്ടാകുമല്ലോ. അതിനെ ഹോൾ C എന്നു വിളിക്കാം. ഇപ്പോൾ ഹോൾ A യും ഹോൾ B യും നിറയപ്പെട്ടതിനാൽ ഹോൾ A യും ഹോൾ B യും ഇല്ല. എന്നാൽ ഇപ്പോൾ ഹോൾ C മാത്രമാണുള്ളത്. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, ഇത്രയും പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ ഹോൾ Aയുടെ സ്ഥാനത്തു നിന്നു പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഹോൾ Cയുടെ സ്ഥാനത്തേക്ക് ചലിച്ചു എന്നു പറയാം. ശരിക്കും ഹോൾ സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും ഫലത്തിൽ അത് A യിൽ നിന്നു C യിലേക്ക് മാറ്റപ്പെട്ടു. ഇങ്ങനെയാണ് ഒരു സെമി കണ്ടക്ടറിലെ ഹോളുകളുടെ ചലനം.

ഇത്രയും കാര്യങ്ങൾ ചുരുക്കത്തിലെഴുതിയാൽ

1. ഹോളുകൾ നിലനിൽക്കുന്നതും ചലിക്കുന്നതും വാലൻസ് ബാൻഡിലാണ്.
2. കൺഡക്ഷൻ ഇലക്ട്രോണുകൾ കാണപ്പെടുന്നതും ചലിപ്പിക്കുന്നതും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലാണ്.
3. ഹോൾ കറന്റ് വാലൻസ് ബാൻഡിലും കൺഡക്ഷൻ കറന്റ് കണ്ടക്ഷൻ ബാൻഡിലുമാണുള്ളത്.
4. കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ചലനം വാലൻസ് ബാൻഡിലുള്ള ഹോളുകളുടെ ചലനത്തേക്കാൾ ഇരട്ടി വേഗത്തിലാണ്.

3.8 അശുദ്ധമായ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ (Extrinsic Semiconductor)

ശുദ്ധമായ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ മോശം വൈദ്യുതിവാഹകരാണ്. കാരണം, അതിൽ ചാർജ് വാഹകരായ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകൾ ആവശ്യത്തിന് കാണപ്പെടുന്നില്ല. അതിനാൽ കൂടുതൽ വൈദ്യുതി കടത്തിവിടുന്നതിനായി ആ പദാർഥഘടനയിൽ കൂടുതൽ ചാർജ് ആവശ്യമാണ്. ഒരു ശുദ്ധ സെമികണ്ടക്ടറിലേക്ക് അനുയോജ്യമായ പദാർഥങ്ങൾ (ഇംപ്യൂരിറ്റീസ്) കൂട്ടിച്ചേർത്താണ് ഇത് സാധ്യമാക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ അനുയോജ്യമായ പദാർഥങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത സെമികണ്ടക്ടറിനെയാണ് അശുദ്ധമായ സെമികണ്ടക്ടറുകൾ എന്നുവിളിക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ അനുയോജ്യമായ പദാർഥങ്ങൾ ഒരു ശുദ്ധ സെമികണ്ടക്ടറിലേക്ക് കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന പ്രവൃത്തിക്ക് പറയുന്ന പേരാണ് "ഡോപ്പിങ്'. ഇനി നമുക്ക് എങ്ങനെയാണ് ഇംപ്യൂരിറ്റി ചേർക്കുമ്പോൾ ഈ സ്വതന്ത്രചാർജ് പ്രവാഹകർ ഉണ്ടാകുന്നതെന്ന് ചർച്ചചെയ്യാം.

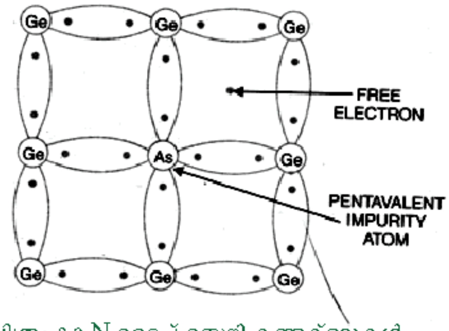
ഒരു സെമികണ്ടക്ടറിലെ ഹോളുകളുടെയോ ഇലക്ട്രോണുകളുടെയോ എണ്ണം കൂട്ടുന്നതിനാണ് അപദ്രവ്യങ്ങൾ (Impuritics) ഒരു സെമി കണ്ടക്ടറിൽ ചേർക്കുന്നത്. ഒരു പെന്റാവാലന്റ് (വാലൻസ് ബാൻഡിൽ 5 ഇലക്ട്രോണുകളുള്ള) പദാർഥമാണ് ഒരു ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറിന്റെ കൂടെ കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതെങ്കിൽ കൂടുതൽ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളും ഒരു ട്രൈവാലന്റ് (വാലൻസ് ബാൻഡിൽ 3 ഇലക്ട്രോണുകളുള്ള) പദാർഥമാണ് എങ്കിൽ ആ ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറിൽ കൂടുതൽ ഹോളുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. ചേർക്കുന്ന പദാർഥത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറുകളെ രണ്ടായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

(i) N - ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടർ

(ii) P -ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടർ

3.9 N -ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടർ

ഒരു ശുദ്ധമായ സെമി കണ്ടക്ടറിലേക്ക് ഏതെങ്കിലും പെന്റാവാലന്റ് മൂലകങ്ങൾ (ബിസ്മിത്ത്, ആന്റിമണി, ആർസെനിക്, ഫോസ്ഫറസ്) ചേർക്കുമ്പോഴാണ് ഒരു N ടൈപ്പ് സെമി ചാലകം ഉണ്ടാകുന്നത്. ചേർക്കപ്പെടുന്ന അപദ്രവ്യം (Impurity) മൂലകത്തിന്റെ വാലൻസ് ബാൻഡിലെ നാല് ഇലക്ട്രോണുകളും അർധചാലകത്തിലെ നാല് ഇലക്ട്രോണുകളും പങ്കിടുമ്പോൾ കോവാലന്റ് ബോണ്ട് ഉണ്ടാവുകയും അപദ്രവ്യം ആറ്റത്തിന്റെ അഞ്ചാമത്തെ ഇലക്ട്രോണിന് ആ പദാർഥത്തിലൂടെ സ്വതന്ത്രമായി സഞ്ചരിക്കാൻ സാധിക്കുന്നതുമാണ്. അങ്ങനെ ഓരോ പെന്റാവാലന്റ് ആറ്റം കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്നതിലൂടെ ആ അർധചാലകത്തിൽ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ കൂടുതലായി ഉണ്ടാകുന്നു. ഏതു മൂലകമാണോ N-ടൈപ്പ് അർധചാലകം ഉണ്ടാക്കാൻ. കൂട്ടിച്ചേർത്തത്, ആ മൂലകം ദാതാവ് അപദ്രവ്യം (Donar Impurity) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. കാരണം ചേർക്കപ്പെടുന്ന മൂലകം അർധചാലകത്തിലേക്ക് ഒരു ഇലക്ട്രോണിനെ സംഭാവന ചെയ്യുന്നു.



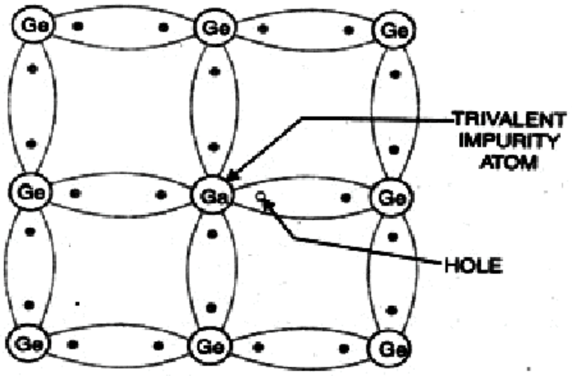
ചിത്രം 3.9 N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറുകൾ

ഡോപ്പിങ് എന്ന പ്രക്രിയ വഴി N ടൈപ്പ് അർധചാലകത്തിൽ ധാരാളം സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ ഇതിലെ ഹോളുകളുടെ എണ്ണം വളരെ കുറവായിരിക്കും. അവ തെർമൽ അജിറ്റേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയ വഴി ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. ഒരു N ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറിൽ ഹോളുക

ലുടെ എണ്ണവുമായി താരതമ്യം ചെയ്താൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം വളരെ കൂടുതലാണ്. അതിനാൽ വളരെ കൂടുതലായുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളെ മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരെന്നും എണ്ണം വളരെ കുറവുള്ള ഹോളുകളെ മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരെന്നും പറയുന്നു.

3.10 P - ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറുകൾ

ഏതെങ്കിലും ട്രൈവാലന്റ് മൂലകങ്ങൾ (ബോറോൺ, ഗാലിയം, ഇൻഡിയം, അലുമിനിയം) ഒരു ശുദ്ധ അർധചാലകത്തിലേക്ക് കൂട്ടിച്ചേർക്കുമ്പോഴാണ് ഒരു P ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടർ ഉണ്ടാകുന്നത്. കൂട്ടിച്ചേർക്കപ്പെടുന്ന മൂലകത്തിലെ മൂന്ന് ഇലക്ട്രോണുകൾ ചുറ്റുമുള്ള നാല് സെമികണ്ടക്ടർ ആറ്റങ്ങളിലെ ഇലക്ട്രോണുകളുമായി പങ്കുവയ്ക്കൽ നടത്തിയാണ് കോവാലന്റ് ബോണ്ടുകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. എന്നാൽ നാലാമത്തെ ആറ്റത്തിൽ പങ്കുവയ്ക്കാൻ ചേർത്ത മൂലകത്തിലെ ആറ്റത്തിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഇല്ലാത്തതിനാൽ ആ ആറ്റത്തിൽ കോവാലന്റ് ബോണ്ട് ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കുറവുണ്ടാകുന്നു. ഈ വേക്കൻസി അല്ലെങ്കിൽ കുറവ് ആണ് ഒരു ഹോളായി പരിഗണിക്കുന്നത്. അങ്ങനെ ഒരു ശുദ്ധ അർധചാലകത്തിൽ ഒരു ട്രൈവാലന്റ് അപദ്രവ്യം ചേർത്ത് ഒരു ഹോൾ ആ അർധചാലകത്തിൽ ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്നു. ഒരു P ടൈപ്പ് അർധചാലകത്തിൽ ഹോളുകൾ ഉണ്ടാക്കാൻ ചേർക്കുന്ന മൂലകങ്ങൾ സ്വീകർത്താവായ അപദ്രവ്യം (Accepter impurity) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. കാരണം, കൂടുതലായി ഉണ്ടാകുന്ന ഹോളുകൾക്ക് ഇലക്ട്രോണുകളെ സ്വീകരിക്കാൻ സാധിക്കും.



ചിത്രം 3.10 P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ

ഒരു P ടൈപ്പ് അർധചാലകത്തിൽ ഡോപ്പിങ് എന്ന പ്രക്രിയ വഴി വളരെ കൂടുതൽ സ്വതന്ത്രഹോളുകൾ സൃഷ്ടിച്ച് ആ അർധചാലകത്തിന്റെ ചാലകത്വം വർധിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും. പക്ഷേ, ഇവിടെ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം ഹോളുകളുടെ എണ്ണവുമായി താരതമ്യം ചെയ്താൽ വളരെ കുറവായിരിക്കും. ഈ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകൾ തെർമൽ അജിറ്റേഷൻ എന്ന പ്രക്രിയ വഴി ഉണ്ടാകുന്നവയാണ്. ഇവിടെ ഹോളുകളുടെ എണ്ണം ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണത്തെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കൂടുതലായതിനാൽ ഹോളുകളെ മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരെന്നും ഇലക്ട്രോണുകളെ മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരെന്നും വിളിക്കുന്നു.

ഒരു N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിൽ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോണുകളും ഒരു P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിൽ കൂടുതൽ ഹോളുകളുമുണ്ട് എന്ന് നമ്മൾ മുൻപ് ചർച്ചചെയ്തല്ലോ. എന്നാൽ ഒരു N ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറിന് നെഗറ്റീവ് ചാർജും ഒരു P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിന് പോസിറ്റീവ് ചാർജും ഉള്ളതായി നിങ്ങൾ വിചാരിക്കുന്നുണ്ടോ? ഇവിടെ കൂടുതൽ എന്ന വാക്കുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് വാലൻസ് ബാൻഡിലെ കോവാലന്റ് ബോണ്ടുകൾ നിറയ്ക്കാൻ ആവശ്യമായതിൽ കൂടുതൽ എന്നാണ്. അതല്ലാതെ പ്രോട്ടോണുകളേക്കാൾ കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ആ പദാർഥഘടനയിൽ ഉണ്ട് എന്നല്ല. അതിനാൽ P ടൈപ്പും N ടൈപ്പും അർധചാലകങ്ങൾ വൈദ്യുതപരമായി ന്യൂട്രലാണ്.

3.11 അർധചാലകങ്ങളിലെ ചാർജ് വാഹകരുടെ സഞ്ചാരം

ഡിഫ്യൂഷൻ, ഡ്രിഫ്റ്റ് എന്നീ രണ്ടു രീതിയിലാണ് ചാർജ് വാഹകർ ഒരു അർധചാലകത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നത്. ഗാഢതാവ്യതിയാനത്തെ (കോൺസൻട്രേഷൻ ഗ്രേഡിയന്റ്) അടിസ്ഥാനമാക്കി

യുള്ള ചാർജ്‌വാഹകരുടെ സഞ്ചാരത്തിന് ഡിഫ്യൂഷൻ എന്നും ഇലക്ട്രിക് ഫീൽഡിന്റെ സ്വാധീനം കൊണ്ടുള്ള ചാർജ് വാഹകരുടെ സഞ്ചാരത്തെ ഡ്രിഫ്റ്റ് എന്നും പറയുന്നു. മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഡ്രിഫ്റ്റ്, ഡിഫ്യൂഷൻ എന്നിവ മൂലവും മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഡ്രിഫ്റ്റ് എന്നതു കൊണ്ടു മാത്രവുമാണ് സഞ്ചരിക്കുന്നത്.

പ്രവർത്തനം 2

പട്ടിക പൂർത്തീകരിക്കുക

N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ	P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ
ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറിൽ പെന്റാവാലന്റ് ഇംപ്യൂരിറ്റി ചേർക്കപ്പെട്ടത്	കൂടുതൽ ഹോളുകൾ വൈദ്യുത ചാലകത കൂട്ടുന്നു.
മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹക ഹോളുകളാണ്.	

- ഡോപ്പിങ് മൂലം ഏതുതരം വാഹകരാണ് ഉണ്ടാക്കപ്പെടുന്നത്? മെജോറിറ്റി, മൈനോറിറ്റി.
- നിങ്ങൾക്ക് മുകളിലെ പട്ടികയിലുള്ള അപദ്രവ്യ ആറ്റങ്ങളുടെ ഉദാഹരണങ്ങൾ തരാൻ കഴിയുമോ?
- നിങ്ങൾ പൂർത്തീകരിച്ച മുകളിലത്തെ പട്ടിക താഴെ കൊടുത്ത പട്ടികയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുക.

N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ	P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ
ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറിൽ പെന്റാവാലന്റ് അപദ്രവ്യം ചേർക്കപ്പെട്ടത്	ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടറിൽ ട്രൈവാലന്റ് അപദ്രവ്യം ചേർക്കപ്പെട്ടത്
കൂടുതലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ വൈദ്യുത ചാലകത കൂട്ടുന്നു.	കൂടുതലുള്ള ഹോളുകൾ വൈദ്യുത ചാലകത കൂട്ടുന്നു.
മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹക ഹോളുകളാണ്	മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹക ഇലക്ട്രോണുകളാണ്.

ഡോപ്പിങ് മൂലം കൂടുതൽ മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഉണ്ടാവുകയും അത് വൈദ്യുതചാലനത്തിനു കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ തെർമൽ അജിറ്റേഷൻ പോലുള്ള പ്രക്രിയയിലൂടെയാണ് മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഉണ്ടാവുന്നത്.

ബോറോൺ, ഗാലിയം, ഇൻഡിയം, അലുമിനിയം എന്നിവ ട്രൈവാലന്റ് അപദ്രവ്യ ആറ്റങ്ങളും ആർസെനിക് ആന്റിമണി, ബിസ്മിത്ത് എന്നിവ പെന്റാവാലന്റ് ഇംപ്യൂരിറ്റി ആറ്റങ്ങളുമാണ്.

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ഓരോ ഓർബിറ്റലിലുമുള്ള ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് ഒരു സ്ഥിരമായ ഊർജമുണ്ട്. ഓർബിറ്റലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഊർജനിലകളെയാണ് എനർജി ബാൻഡ് എന്നു വിളിക്കുന്നത്. വാലൻസ് ബാൻഡും കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡും തമ്മിൽ ഊർജനിലയിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ "ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. എനർജി ബാൻഡ് ഡയഗ്രം ഉപയോഗിച്ച വസ്തുക്കളെ കണ്ടക്ടറുകൾ, ഇൻസുലേറ്ററുകൾ, സെമി കണക്ടറുകൾ എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം. സെമി കണ്ടക്ടറുകളുടെ വൈദ്യുതചാലകതയെ ഡോപ്പിങ് എന്ന പ്രവർത്തനം മുഖേന അപദ്രവ്യം കൂട്ടാൻ സാധിക്കും. N - ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറുകൾ ഉണ്ടാക്കാൻ പെന്റാവാലന്റ് അപദ്രവ്യം ഉപയോഗിച്ചാണ് ഡോപ്പിങ് ചെയ്യുന്നത്. അതുപോലെ ട്രൈവാലന്റ് അപദ്രവ്യം ഉപയോഗിച്ച് ഡോപ്പിങ് ചെയ്താൽ P - ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കാൻ സാധിക്കും.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

ഈ അധ്യായം ഉൾക്കൊണ്ട ശേഷം കുട്ടികൾക്ക് താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ ചെയ്യാൻ സാധിക്കണം.

1. ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന വരച്ച് അതിനെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
2. ഖരപദാർഥത്തിലെ ഊർജനിലയെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കാനും ഖരപദാർഥങ്ങളെ തരംതിരിക്കാനും സാധിക്കുന്നു.
3. സെമി കണ്ടക്ടറുകളുടെ പ്രത്യേകതകളെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കാൻ.
4. ഡോപ്പിങ് എന്ന പ്രവൃത്തി എന്തിനു വേണ്ടിയാണെന്നും അത് എങ്ങനെ ചെയ്യുന്നു എന്നും വിവരിക്കാൻ.
5. ഡോപ്പിങിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി സെമി കണ്ടക്ടറുകളെ തരംതിരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.
6. മൈനോറിറ്റി, മേജാറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ എങ്ങനെ ക്രമീകരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നതിനെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കാൻ സാധിക്കണം.
7. സെമി കണ്ടക്ടറുകളിലെ വൈദ്യുതചാലനത്തെ എങ്ങനെ ചാർജ് വാഹകർ സ്വാധീനിക്കുന്നു എന്നതിനെക്കുറിച്ച് വിവരിക്കാൻ സാധിക്കണം.

വിലയിരുത്തൽ ചോദ്യങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. ഒരു P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിന്
   a. പോസിറ്റീവ് ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കും. b. നെഗറ്റീവ് ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കും.
   c. ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കില്ല. d. പോസിറ്റീവോ നെഗറ്റീവോ ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കും.

2. ഒരു N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിലെ മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഏതാണ്.
   a. ഇലക്ട്രോണുകൾ b. ഹോളുകൾ
   c. ന്യൂട്രോണുകൾ d. പോസിറ്റീവ് അയോണുകൾ

3. ലോഹങ്ങളിലെ ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് എങ്ങനെയാണ്?
   a. $< 3eV$ b. 3e V നും 9e V നും ഇടയിൽ
   c. $> 3eV$ d. 9 e V

4. ഒരു ജെർമേനിയം ക്രിസ്റ്റൽ ഫോസ്ഫറസ് ആറ്റം ഉപയോഗിച്ച് ഡോപ്പ് ചെയ്താൽ കിട്ടുന്ന വസ്തു ഏതാണ്?
   a. ഒരു P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ b. ഒരു N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ
   c. ഒരു ശുദ്ധ സെമി കണ്ടക്ടർ d. ഒരു സെമി കണ്ടക്ടർ

5. ആറ്റത്തിന്റെ ഘടനയിൽ ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കുറവിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന പദം ഏതാണ്?
   a. വാലൻസ് ഇലക്ട്രോൺ b. ഹോൾ
   c. സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോൺ d. നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള അയോൺ

6. ഒരു N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിലെ കറന്റിൽ കൂടിയ പങ്കും താഴെ പറയുന്നവയിൽ ഏതു മൂലമായിരിക്കണം?

a. കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡ് ഇലക്ട്രോൺ

b. വാലൻസ് ബാൻഡ് ഇലക്ട്രോൺ

c. വാലൻസ് ബാൻഡിലെ ഹോളുകൾ മൂലം

d. ചൂടുകാരണം ഉണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ

7. ഒരു പെന്റാവാലന്റ് അപദ്രവ്യം സെമി കണ്ടക്ടറിൽ ഡോപ്പ് ചെയ്താൽ എന്താണ് കൂടുതലായി ഉണ്ടാകുന്നത്?

a. ഫ്രീ ഇലക്ട്രോൺ b. ഹോളുകൾ

c. വാലൻസ് ഇലക്ട്രോണുകൾ d. ഇൻട്രിൻസിക് സെമി കണ്ടക്ടർ

8. ഒരു N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിന്

a. പോസിറ്റീവ് ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കണം. b. നെഗറ്റീവ് ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കണം.

c. ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കില്ല. d. മുകളിൽ പറയുന്നതൊന്നുമല്ല.

9. ആറ്റത്തിൽ നിന്ന് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ നഷ്ടമായാൽ, ആറ്റം

a. പോസിറ്റീവ് അയോൺ ആകും. b. നെഗറ്റീവ് അയോൺ ആകും.

c. ചാർജ് ഉണ്ടായിരിക്കില്ല. d. സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കുന്നതാകും.

10. സിലിക്കണിന്റെ ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗ്യാപ്പ്

a. 0.7eV b. 0eV c. 0.3eV d. 1.1eV

ഉത്തരസൂചിക

1) c 2) b 3) c 4) b 5)b 6)a 7) a 8) c 9) a 10) d

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1. ആറ്റങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് ഒരു ഖരപദാർഥമായിരിക്കുമ്പോൾ അതിലെ ഊർജനിലകൾ എന്തുകൊണ്ടാണ് പലതായി വേർതിരിഞ്ഞ് ഊർജഘടനകളായി മാറുന്നത്?
2. ഊർജഘടനാ ചിത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഇൻസുലേറ്റർ, കണ്ടക്ടർ, സെമി കണ്ടക്ടർ എന്നിവയുടെ വ്യത്യാസങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുക.
3. വാലൻസ് ബാൻഡ്, കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡ്, ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പ് എന്നിവ നിർവചിക്കുക.
4. സാധാരണ താപനിലയിൽ ജെർമേനിയത്തിന്റെ വൈദ്യുതചാലനം സിലിക്കണിന്റേതിനേക്കാൾ കൂടിയിരിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണ്?
5. ഹോളിനെ നിർവചിക്കുക. ഒരു സെമികണ്ടക്ടറിലെ ഹോളുകളുടെ ചലനത്തെപ്പറ്റി വിശദീകരിക്കുക.
6. ഒരു ശുദ്ധ സെമികണ്ടക്ടറിലേക്ക് അപദ്രവ്യം ചേർക്കുന്നതെന്തിനെന്നു വിശദീകരിക്കുക.
7. N ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറിലെ മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഏതാണ്?
8. ശുദ്ധ, അശുദ്ധ സെമികണ്ടക്ടറുകളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കെന്തറിയാം?
9. കേവലപൂജ്യ (അബ്സല്യൂട്ട് സീറോ) താപനിലയിൽ ഒരു സെമി കണ്ടക്ടർ എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇൻസുലേറ്ററിന്റെ സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നത്?
10. സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന രണ്ടു സെമികണ്ടക്ടറുകളുടെ പേരെഴുതുക. അവയുടെ ഫോർബിഡൻ എനർജി ഗാപ്പിനെക്കുറിച്ച് എഴുതുക.

4

സെമികണ്ടക്ടർ ഡയോഡ്

ആമുഖം

4.1 P ടൈപ്പ്, N ടൈപ്പ് പദാർഥങ്ങളുടെ പ്രത്യേകതകൾ

4.2 PN ജങ്ഷന്റെ രൂപീകരണം

4.3 PN ജങ്ഷന്റെ ബയസിങ്

4.4 PN ജങ്ഷന്റെ V-I സ്വഭാവസവിശേഷത

4.5 ജങ്ഷന്റെ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ

4.6 സെനർ ഡയോഡ്

4.7 സെനർ ഡയോഡ് വോൾട്ടേജ് റഗുലേറ്റർ

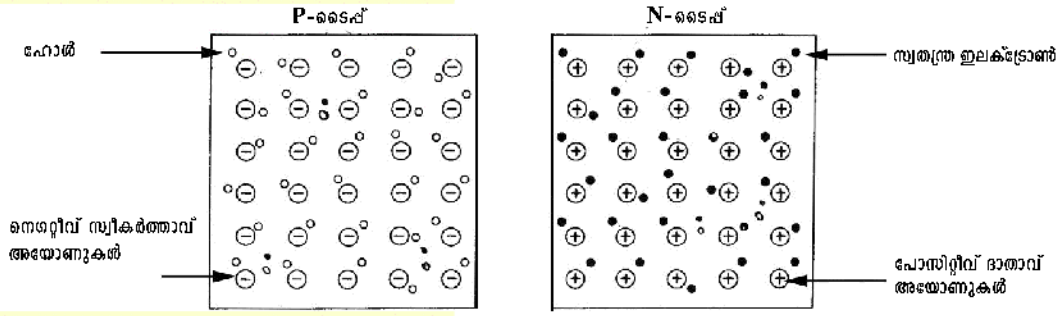
H1P7B5

ആമുഖം

മുൻ അധ്യായത്തിൽ P-ടൈപ്പ്, N-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറുകളെക്കുറിച്ച് പഠിച്ചുവല്ലോ. ഒരു P-ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറും ഒരുN-ടൈപ്പ് സെമികണ്ടക്ടറും യോജിപ്പിച്ചാൽ എന്തു സംഭവിക്കുമെന്നു നോക്കാം. ഇതിന് പ്രത്യേക സാങ്കേതികവിദ്യയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ യോജിപ്പിച്ചാൽ നമുക്ക് ഒരു PN ജങ്ഷൻ ലഭിക്കുന്നു. മിക്ക സെമി കണ്ടക്ടർ ഉപകരണങ്ങളിലും ഒന്നോ അതിലധികമോ PN ജങ്ഷനുകൾ ഉണ്ടാകും. സെമി കണ്ടക്ടർ ഉപകരണങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനസ്വഭാവം തീരുമാനിക്കുന്നത് P N ജങ്ഷനുകളാണ്.

4.1 P-ടൈപ്പ്, N- ടൈപ്പ് പദാർഥങ്ങളുടെ പ്രത്യേകതകൾ

PN ജങ്ഷൻ രൂപപ്പെടുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് പരിശോധിക്കുന്നതിനുമുൻപ് P-ടൈപ്പ്, N-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറുകളുടെ പ്രത്യേകതകൾ നോക്കാം. ചിത്രം 4.1 ൽ വലതുവശത്ത് N-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ കാണാം. ഇതിൽ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളും ദാതാവായ പോസിറ്റീവ് അയോണുകളും ഉണ്ട്. ഇടതുഭാഗത്തുള്ള P-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിൽ പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഹോളുകളും സ്വീകർത്താവായി നെഗറ്റീവ് അയോണുകളുമുണ്ട്.



ചിത്രം 4.1 P - ടൈപ്പും N - ടൈപ്പും പദാർഥങ്ങൾ

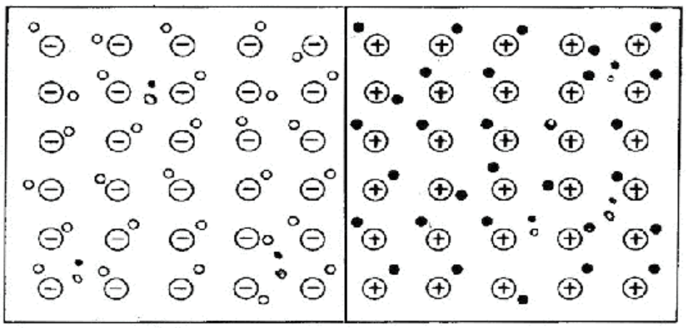
P-ടൈപ്പ്, N-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറുകളുടെ ഒരു താരതമ്യം പട്ടിക 4.1 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

P-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ	N-ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടർ
• സ്വീകർത്താവ് ആറ്റങ്ങൾ കൊണ്ട് ഡോപ്പ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു. • ഹോളുകൾ കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നു. • സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളുടെ അളവ് വളരെ കുറവാണ്. • നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള സ്വീകർത്താവ് അയോണുകളും പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഹോളുകളും കാണപ്പെടുന്നു.	• ദാതാവ് ആറ്റങ്ങൾ കൊണ്ട് ഡോപ്പ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു. • സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകൾ കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നു. • ഹോളുകളുടെ അളവ് വളരെ കുറവാണ്. • പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള ദാതാവ് അയോണുകൾ നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളും കാണപ്പെടുന്നു.

പട്ടിക 4.1 P - ടൈപ്പിന്റെയും N - ടൈപ്പിന്റെയും താരതമ്യം

4.2 PN ജങ്ഷന്റെ രൂപീകരണം

ചിത്രം 4.2 ൽ ഇപ്പോൾ രൂപീകരിക്കപ്പെട്ട ഒരു PN ജങ്ഷൻ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഈ ജങ്ഷന് വോൾട്ടത കൊടുത്തിട്ടില്ല എന്നും കരുതുക.



ചിത്രം. 4.2 PN ജങ്ഷൻ

ഒരു PN ജങ്ഷൻ രൂപപ്പെട്ടാൽ ഉടൻ താഴെ പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ തുടങ്ങുന്നു. P ഭാഗത്ത് ഹോളുകളുടെയും N ഭാഗത്ത് ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും ഗാഢത കൂടിയതിനാൽ ഈ ഗാഢതാവ്യത്യാസം കാരണം അവ എതിർദിശയിലേക്കു നീങ്ങുന്നു.

1. P ഭാഗത്തുനിന്ന് ഹോളുകൾ N ഭാഗത്തേക്കു വ്യാപിക്കുന്നു. അവ N ഭാഗത്തുവച്ച് സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളുമായി കൂടിച്ചേരുന്നു.
2. N ഭാഗത്തുള്ള സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകൾ P ഭാഗത്തേക്കു വ്യാപിച്ച് ഹോളുകളുമായി കൂടിച്ചേരുന്നു.
3. P ഭാഗത്തുനിന്ന് ഒരു ഹോൾ ജങ്ഷനടുത്തേക്കു പോകുമ്പോൾ P ഭാഗത്ത് ഒരു നെഗറ്റീവ് ചാർജുണ്ടാകുന്നു. ഈ നെഗറ്റീവ് ചാർജിനു കാരണം P ഭാഗത്തുള്ള ചലിക്കാത്ത നെഗറ്റീവ് അയോണുകളാണ്. തുടക്കത്തിൽ ഈ P ഭാഗത്ത് ഹോളുകളുടെയും നെഗറ്റീവ് അയോണുകളുടെയും എണ്ണം തുല്യമായതിനാൽ ചാർജിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഈ ഭാഗം ന്യൂട്രൽ (ചാർജില്ലാത്ത അവസ്ഥ) ആയിരിക്കും.

4. അതുപോലെ തുടക്കത്തിൽ N ഭാഗത്ത് നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും പോസിറ്റീവ് അയോണുകളുടെയും എണ്ണം തുല്യമായതിനാൽ ഈ ഭാഗം ചാർജിന്റെ കാര്യത്തിൽ ന്യൂട്രലായിരിക്കും. ഈ അവസ്ഥയിൽ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ ജങ്ഷനടുത്തേക്കു ചലിക്കുമ്പോൾ N ഭാഗത്ത് ഒരു പോസിറ്റീവ് ചാർജുണ്ടാകുന്നു.

5. P ഭാഗത്തുനിന്ന് ഏതാനും ഹോളുകൾ ജങ്ഷനടുത്തേക്ക് നീങ്ങുമ്പോൾ P ഭാഗത്ത് കൂടുതൽ നെഗറ്റീവ് ചാർജുണ്ടാവുകയും ഈ നെഗറ്റീവ് ചാർജ് N ഭാഗത്തു നിന്നുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുടെ നീക്കത്തെ തടയുകയും ചെയ്യുന്നു.

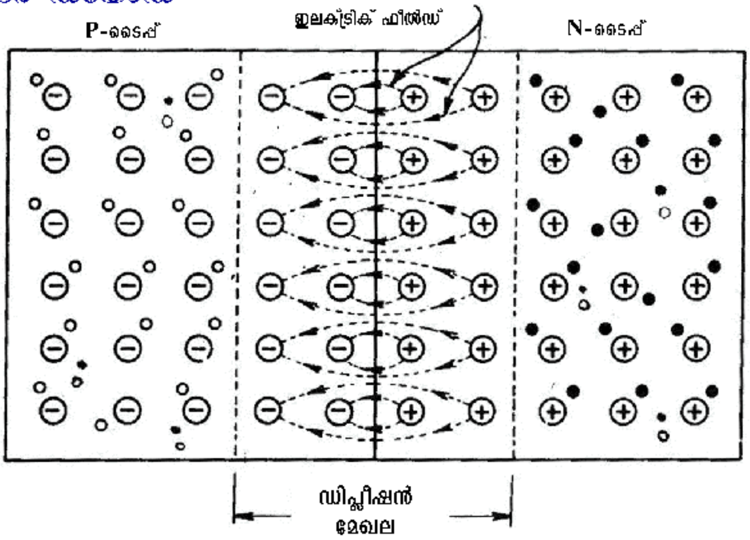
6. ഇതുപോലെ N ഭാഗത്തുനിന്നു നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾക്കു പകരം അവിടെ ഉടലെടുക്കുന്ന പോസിറ്റീവ് ചാർജ് പിന്നീടുള്ള ഹോളുകളുടെ നീക്കത്തെ തടയുന്നു.

7. മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി P ഭാഗത്ത് ജങ്ഷനടുത്തുള്ള സ്ഥലത്ത് ഹോളുകളില്ലാത്ത പ്രദേശവും N ഭാഗത്ത് ജങ്ഷനോട് ചേർന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളില്ലാത്ത പ്രദേശവും രൂപപ്പെടുന്നു. ജങ്ഷന്റെ ഇരുഭാഗത്തും ഇത്തരത്തിൽ ചാർജ് കണങ്ങളില്ലാത്ത പ്രദേശത്തെ ബാരിയർ മേഖല അല്ലെങ്കിൽ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖല എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുടെ പുറത്ത് ഓരോ ഭാഗവും എപ്പോഴും ചാർജിന്റെ കാര്യത്തിൽ ന്യൂട്രൽ ആയിരിക്കും. ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലുകളുടെ N ഭാഗത്ത് പോസിറ്റീവ് ചാർജും P-ഭാഗത്ത് നെഗറ്റീവ് ചാർജുമുണ്ടായിരിക്കും. ഇലക്ട്രോണുകളോ ഹോളുകളോ ഇല്ലാത്ത ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയെ **സ്പേസ് ചാർജ് റീജിയൻ** (സ്പേസ് ചാർജ് മേഖല) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

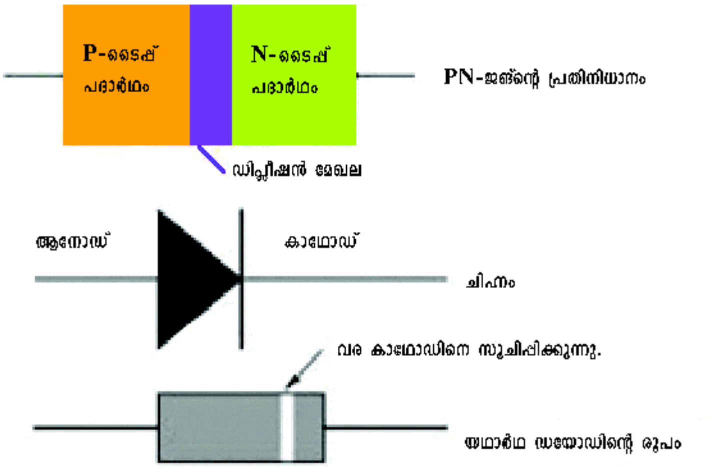
ചിത്രം 4.3 ൽ ഡിപ്ലീഷൻ പാളി രൂപപ്പെട്ടതു കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഭാഗത്ത് ചാർജുള്ളതും ചലിക്കാത്തതുമായ അയോണുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഈ ഡിപ്ലീഷൻ ഭാഗം ഇലക്ട്രോണുകൾക്കും ഹോളുകൾക്കും മുന്നിൽ ഒരു വോൾട്ടതയുടെ മതിൽ (പൊട്ടൻഷ്യൽ ബാരിയർ) സൃഷ്ടിക്കുന്നു. പുറത്ത് ഒരു ബാറ്ററി ഘടിപ്പിക്കാതെതന്നെ ഈ ബാരിയറിന് വളരെ ചെറിയ വോൾട്ടതയുണ്ടാവും. സിലിക്കൺ PN ജങ്ഷനിൽ ഇത് 0.7V ഉം ജെർമേനിയം PN ജങ്ഷനിൽ ഇത് 0.3V ഉം ആണ്.

സെമികണ്ടക്ടർ ഡയോഡ്



ചിത്രം 4.3 ജങ്ഷനിൽ സ്പേസ് ചാർജ് മേഖല അല്ലെങ്കിൽ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖല രൂപപ്പെടുന്നു

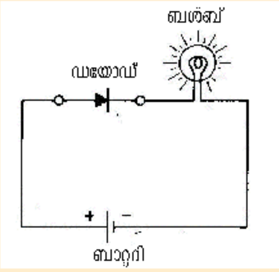
ഡയോഡ് എന്നത് അടിസ്ഥാനപരമായി ഒരു PN ജങ്ഷനാണ്. ചിത്രം 4.4 ൽ ഒരു PN ജങ്ഷൻ, അതിന്റെ ചിഹ്നം, ചിത്രം എന്നിവ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഡയോഡിന് കാഥോഡ്, ആനോഡ് എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു ടെർമിനലുകളുണ്ട്.



ചിത്രം 4.4 ഡയോഡ്

4.3 PN ജങ്ഷന്റെ ബയസിങ്

പ്രവർത്തനം 1



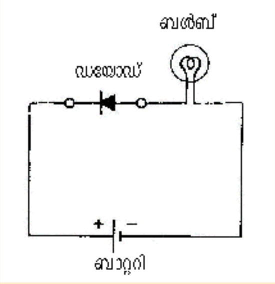
ചിത്രം 4.5 ഫോർവേഡ് ബയാസിലുള്ള ഡയോഡ്

3 വോൾട്ടോ അതിൽ കൂടുതലോ ഉള്ള ബാറ്ററി, ഒരു ടോർച്ച് ബൾബ്, ഒരു ഡയോഡ് എന്നിവ ചിത്രം 4.5 കാണിച്ചതുപോലെ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിക്കുക.

- ഈ സെർക്കീട്ടിൽ ബൾബ് തെളിയുമോ?
- ഇവിടെ ഡയോഡ് കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നുണ്ടോ?

ഇവിടെ ഡയോഡ് കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നതുകൊണ്ടാണ് ബൾബ് തെളിയുന്നത് എന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

പ്രവർത്തനം 2



ചിത്രം 4.6 റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള ഡയോഡ്

ഡയോഡ്, ബൾബ്, ബാറ്ററി എന്നിവ ചിത്രം 4.6 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഘടിപ്പിക്കുക. ഇവിടെ നേരത്തേ ഘടിപ്പിച്ചതിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി ഡയോഡിന്റെ ദിശ മാറിയിട്ടുണ്ട് എന്നു കാണാം.

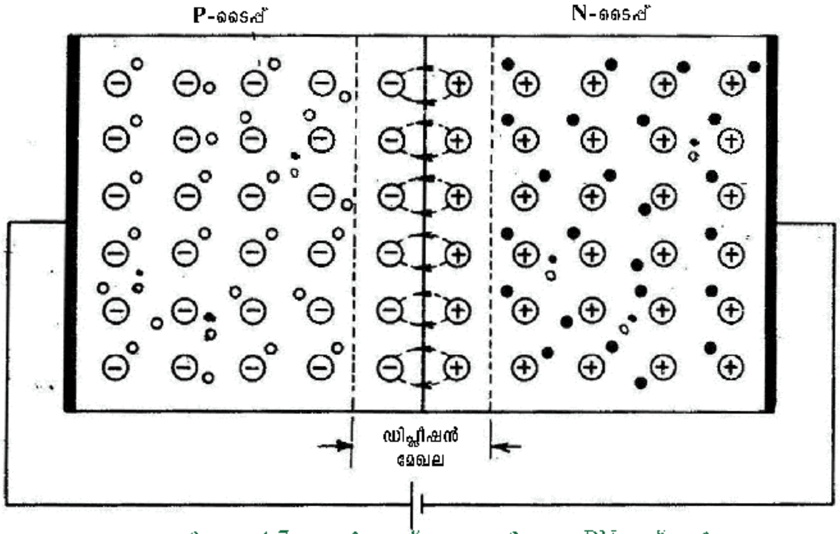
- ഇവിടെ ബൾബ് തെളിയുന്നുണ്ടോ?
- ഇല്ലെങ്കിൽ എന്തുകൊണ്ട്?

ഇവിടെ ബൾബ് തെളിയുന്നില്ല. സ്വാഭാവികമായും ഡയോഡ് കറന്റ് കടത്തിവിടാത്തതു കൊണ്ടാണ് ബൾബ് തെളിയാത്തത്.

ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽനിന്നു ഡയോഡ് ഒരു ദിശയിൽ മാത്രമാണ് കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നത് എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ഡയോഡിന്റെ ഈ പ്രത്യേകത ഇലക്ട്രോണിക്സിൽ ധാരാളം പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. ഡയോഡിന്റെ അഗ്രങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്ന വോൾട്ടേജിന്റെ ധ്രുവങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് അതിന്റെ ചാലകത വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഡയോഡിനു കുറുകെ ഘടിപ്പിക്കുന്ന വോൾട്ടേജിനെ ബയസ് വോൾട്ടേജ് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഫോർവേഡ് ബയാസിലുള്ള PN ജങ്ഷൻ

ചിത്രം 4.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഒരു PN ജങ്ഷന്റെ P ഭാഗത്ത് ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് അഗ്രവും N ഭാഗത്ത് ബാറ്ററിയുടെ നെഗറ്റീവ് അഗ്രവും ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഡയോഡ് ഫോർവേഡ് ബയാസിലായി എന്നു പറയുന്നു.

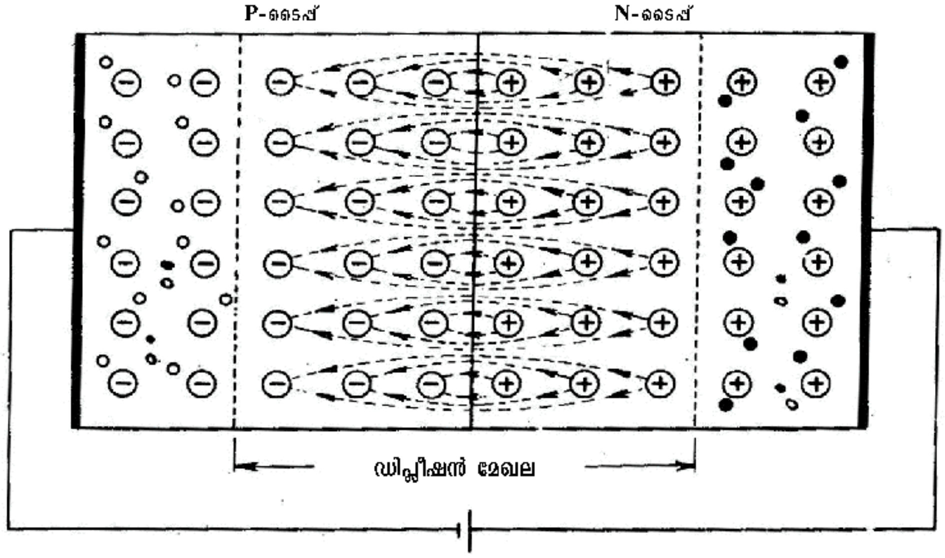


ചിത്രം . 4.7 ഫോർവേഡ് ബയാസിലുള്ള PN ജങ്ഷൻ

ഫോർവേഡ് ബയാസിലുള്ള PN ജങ്ഷനിൽ P ഭാഗത്തുള്ള ഹോളുകളെ ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് അഗ്രം വികർഷിക്കുകയും അവയെ ജങ്ഷനടുത്തേക്ക് തള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെ N ഭാഗത്തുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളെ ബാറ്ററിയുടെ നെഗറ്റീവ് അഗ്രം വികർഷിക്കുകയും അവയെ ജങ്ഷനടുത്തേക്ക് തള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. പുറത്തുള്ള ബാറ്ററിയുടെ വോൾട്ടേജ് PN ജങ്ഷന്റെ ബാരിയർ വോൾട്ടേജിനേക്കാൾ കൂടുതലാണെങ്കിൽ ഇലക്ട്രോണുകളും ഹോളുകളും ഡിപ്ലീഷൻ ഭാഗത്തുകൂടി കടന്നുപോവുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ പുറത്തുള്ള ബാറ്ററി വോൾട്ടേജ് ബാരിയർ വോൾട്ടേജിനെ കുറയ്ക്കുന്നു. ബാറ്ററിയുടെ വോൾട്ടേജ് ബാരിയർ വോൾട്ടേജിനു തുല്യമാകുമ്പോൾ ബാരിയർ ഇല്ലാതാവുന്നു. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ PN ജങ്ഷന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് കുറഞ്ഞ പാത സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് സെർക്കീട്ടിൽ കറന്റ് ഉണ്ടാക്കും ഈ കറന്റിനെ ഫോർവേഡ് കറന്റ് എന്നു പറയുന്നു.

റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള PN ജങ്ഷൻ

ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് അഗ്രം ഡയോഡിന്റെ N ഭാഗത്തും നെഗറ്റീവ് അഗ്രം P ഭാഗത്തും ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഡയോഡ് റിവേഴ്സ് ബയാസിലാകുന്നു. ഇത് ചിത്രം 4.8 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



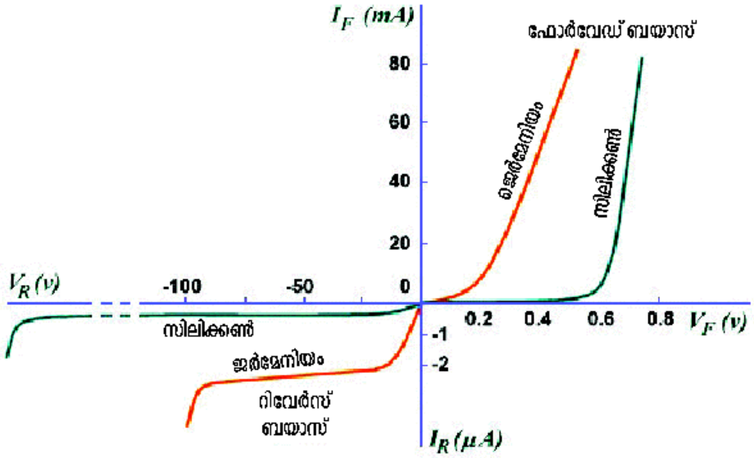
ചിത്രം . 4.8 റിവേഴ്സ് ബയാസുള്ള PN ജങ്ഷൻ

ഇവിടെ P ഭാഗത്തുള്ള ഹോളുകളെ ബാറ്ററിയുടെ നെഗറ്റീവ് അഗ്രം ആകർഷിക്കുന്നു. അതുപോലെ N ഭാഗത്തുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളെ ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് അഗ്രം ആകർഷിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ചാർജ് വാഹകർ ജങ്ഷനിൽനിന്ന് അകറ്റപ്പെടുന്നു. ഇത് ഡിപ്ലീഷൻ റീജിയന്റെ വീതി കൂട്ടുകയും തദ്ഫലമായി ബാരിയർ വോൾട്ടത കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാരിയർ വോൾട്ടേജ് കൂടുന്നതുമൂലം ചാർജ് വാഹകരുടെ വ്യാപനം കൂടുതൽ ബുദ്ധിമുട്ടുള്ളതാകുന്നു.

ചുറ്റുപാടിലുള്ള താപോർജം ഉപയോഗിച്ച് സെമി കണ്ടക്ടറുകളിൽ മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഉണ്ടാകുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് നമ്മൾ മുൻ അധ്യായങ്ങളിൽ കണ്ടുവല്ലോ. റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ബാറ്ററി വോൾട്ടത ഈ മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർക്ക് ഫോർവേഡ് ബയാസായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ഈ മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ജങ്ഷനിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. ഇത് റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള PN ജങ്ഷനിൽ കറന്റുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ കറന്റിന്റെ അളവ് വളരെ കുറഞ്ഞതായിരിക്കും എന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരുടെ എണ്ണം വളരെ കുറവായിരിക്കും. മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതിന്റെ നിരക്ക് താപനിലയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. താപനില സ്ഥിരപ്പെട്ടാൽ ഈ റിവേഴ്സ് കറന്റും റിവേഴ്സ് വോൾട്ടതയുടെ വ്യതിയാനത്തിനനുസരിച്ച് മാറാതെ സ്ഥിരമായി നിൽക്കുന്നു. ഈ കാരണത്താൽ ഈ കറന്റിനെ റിവേഴ്സ് സാച്ചുറേഷൻ കറന്റ് എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഈ കറന്റ് വളരെ ചെറുതാണ്. ഒരു താരതമ്യം നടത്തുകയാണെങ്കിൽ സിലിക്കൺ ഡയോഡിൽ ഇത് നാനോ ആമ്പിയറിലും ജെർമേനിയം ഡയോഡിൽ മൈക്രോ ആമ്പിയറിലും ആയിരിക്കും. അർധചാലക ഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് ജെർമേനിയത്തെ അപേക്ഷിച്ച് സിലിക്കൺ കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനുള്ള കാരണങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് മേൽപ്പറഞ്ഞത്.

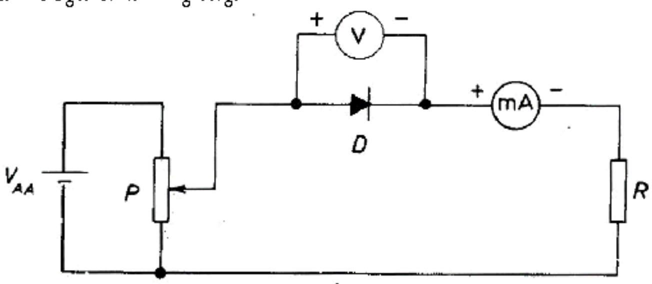
4.4 PN ജങ്ഷന്റെ V-I സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ

ഒരു PN ജങ്ഷൻ ഡയോഡിന്റെ V-I പ്രത്യേകതകൾ കാണിക്കുന്ന ഗ്രാഫ് ചിത്രം 4.9 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഈ ഗ്രാഫിൽ ഡയോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് X ആക്സിസിലും ഡയോഡിലൂടെയുള്ള കറന്റ് Y ആക്സിസിലും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.9 PN ജംഗ്ഷൻ V-I സ്വഭാവ സവിശേഷത

ഈ ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുന്ന പരീക്ഷണം ലാബിൽ നടത്തുന്നതിനുള്ള സെർക്കീട്ട് ചിത്രം 4.10 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം. 4.10 ഫോർവേഡ് സ്വഭാവസവിശേഷതയുടെ സെർക്കീട്ട്

പ്രവർത്തനം 3

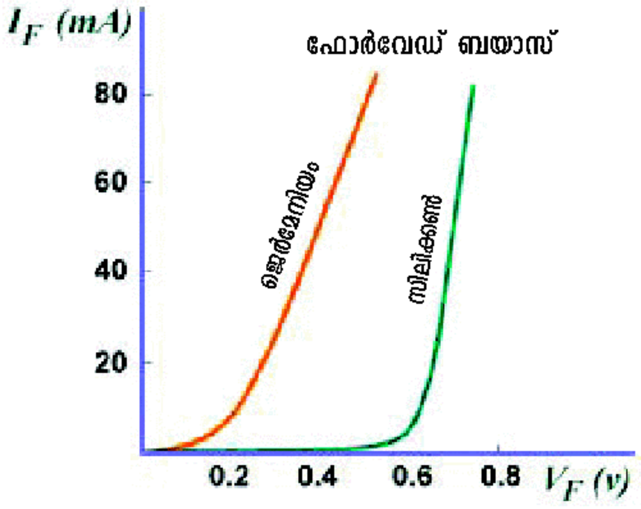
നിങ്ങളുടെ സ്കൂൾ ലബോറട്ടറിയിൽ ചിത്രം 4.10 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കുക. റിയോസ്റ്റാറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് വോൾട്ടേജ് പൂജ്യത്തിൽനിന്ന് ഘട്ടം ഘട്ടമായി ഉയർത്തുകയും ഓരോ ഘട്ടത്തിലും ഡയോഡിൽ കൂടി ഒഴുകുന്ന കറന്റും ഡയോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടതയും മീറ്ററുകളിൽ നിന്ന് കണ്ടെത്തി രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുക. ഈ വിലകൾ ഉപയോഗിച്ച് Si ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് VI ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.

- *എത്ര അളവു പരിധിയുള്ള വോൾട്ട്മീറ്ററും അമ്മീറ്ററുമാണ് നിങ്ങൾ ഇവിടെ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്?*
- *നിങ്ങൾക്ക് ഇവിടെ 0-250 V പരിധിയുള്ള വോൾട്ട്മീറ്ററും 0-10A പരിധിയുള്ള അമ്മീറ്ററും ഉപയോഗിക്കാമോ?*
- *നിങ്ങൾക്ക് ലഭിച്ച ഗ്രാഫിന് ചിത്രം 4.11 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഗ്രാഫുമായി സാമ്യമുണ്ടോ?*

മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു സെർക്കീട്ടിൽ ഡയോഡിനു കുറുകെയുണ്ടാകുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ വോൾട്ടത 1V ൽ താഴെയാണ്. അതിനാൽ ഇവിടെ 0-250 വോൾട്ട്മീറ്റർ ഉപയോഗിച്ചാൽ കൃത്യമായി വോൾട്ടത അളക്കാൻ ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ടാകുന്നു. അതുപോലെ ഡയോഡിൽ കൂടെയുള്ള കറന്റ് മില്ലി ആംപിയർ അളവിലാണ്. അതുകൊണ്ട് 0-10A അമ്മീറ്ററിൽ കൃത്യമായി കറന്റ് അളക്കുന്നത് ദുഷ്കരമാകുന്നു. അതിനാൽ ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ പരിധിയുള്ള മീറ്ററുകൾ ഇവിടെ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ഫോർവേഡ് ബയാസ് സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ (Forward bias Characteristics)

ചിത്രം 4.11 ലെ ഗ്രാഫിൽ ജെർമേനിയം ഡയോഡിൽ വോൾട്ടേജ് 0.2V എത്തുന്നതുവരെയും സിലിക്കൺ ഡയോഡിൽ അത് 0.6V എത്തുന്നതുവരെയും കറന്റ് വളരെ കുറവാണ്. അതിനുശേഷം കറന്റ് വളരെ ചെറിയ അളവിൽ കൂടുന്നു. എന്നാൽ ഈ ഡയോഡുകളുടെ ബാരിയർ വോൾട്ടതയായ യഥാക്രമം 0.3V നും 0.7V ശേഷം കറന്റ് പെട്ടെന്നു കൂടുന്നു. ഈ വോൾട്ടതകൾക്കു മുകളിൽ വോൾട്ടത ഒരൽപ്പം കൂടുമ്പോൾതന്നെ കറന്റ് വളരെപ്പെട്ടെന്ന് വർധിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഈ വോൾട്ടതയെ **കട്ട്-ഇൻ** വോൾട്ടത അല്ലെങ്കിൽ നീ (Knee) വോൾട്ടത എന്നു വിളിക്കുന്നു. **കട്ട് ഇൻ** വോൾട്ടതയ്ക്കുശേഷം ഡയോഡ് ഒരു കണ്ടക്ടർ (ചാലകം) എന്നപോലെ കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നു.

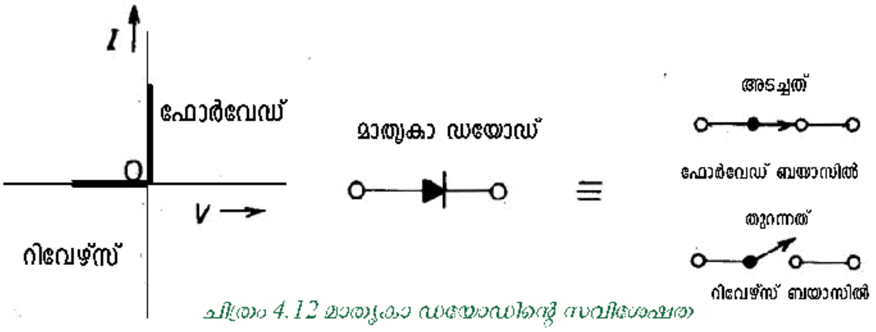


ചിത്രം. 4.11 Si -യുടെയും Ge-യുടെയും കട്ട്-ഇൻ വോൾട്ടത

സിലിക്കൺ ഡയോഡിന്റെ കട്ട് ഇൻ വോൾട്ടത 0.7V ആണെന്നും ജെർമേനിയം ഡയോഡിന്റേത് 0.3V ആണെന്നും മനസ്സിലായല്ലോ.

മാതൃകാ ഡയോഡ് (Ideal diode)

ഒരു ഡയോഡിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രത്യേകത അത് ഏകദിശയിൽ മാത്രം കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നു എന്നതാണ് എന്നു മനസ്സിലായല്ലോ. അത് ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ നന്നായി കറന്റ് കടത്തിവിടുകയും റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ വളരെ ചെറിയ അളവിൽ മാത്രം കടത്തിവിടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ഡയോഡ് ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ഒരു പൂർണമായ കണ്ടക്ടറിനെപ്പോലെയും റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഒരു സമ്പൂർണ ഇൻസുലേറ്ററിനെപ്പോലെയും പ്രവർത്തിക്കുന്നെങ്കിൽ അതിനെ മാതൃകാ ഡയോഡെന്നു വിളിക്കാം. ഒരു മാതൃകാ ഡയോഡിന്റെ V-I ഗ്രാഫ് ചിത്രം 4.12 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

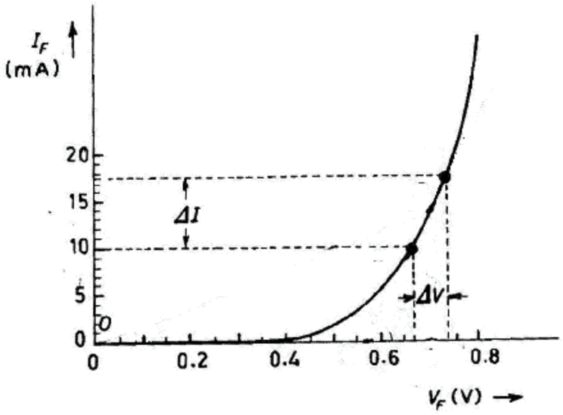


ചിത്രം 4.12 മാതൃകാ ഡയോഡിന്റെ സവിശേഷത

മാതൃകാ ഡയോഡ് ഒരു സ്വിച്ചിനെപ്പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ അത് പൂജ്യം റെസിസ്റ്റൻസുള്ള അടഞ്ഞ സ്വിച്ചായും റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ അനന്തമായ റെസിസ്റ്റൻസുള്ള തുറന്ന സ്വിച്ചായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ഡയോഡിന്റെ സ്റ്റാറ്റിക്, ഡൈനാമിക് റെസിസ്റ്റൻസുകൾ

ഒരു ഡയോഡിനും മാതൃകാ ഡയോഡായി പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയില്ല. ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ഒരു ഡയോഡിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് പൂജ്യമാകുന്നില്ല. പകരം അതിന് വളരെ ചെറിയ റെസിസ്റ്റൻസുണ്ട്. ചിത്രം 4.13 ൽ സിലിക്കൺ ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് ബയാസിന്റെ സ്വഭാവസവിശേഷത (കാരക്ടറിസ്റ്റിക്) കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.13 Si ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് ബയാസ് സ്വഭാവസവിശേഷത

DC റെസിസ്റ്റൻസ് അല്ലെങ്കിൽ സ്റ്റാറ്റിക് റെസിസ്റ്റൻസ്

ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ഡയോഡിന് ചെറുതാണെങ്കിലും ഒരു നിശ്ചിത റെസിസ്റ്റൻസുണ്ട്. ഇതിനെ ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഡയോഡിൽ DC വോൾട്ടത കൊടുക്കുമ്പോൾ അതുണ്ടാക്കുന്ന റെസിസ്റ്റൻസാണ് DC റെസിസ്റ്റൻസ് അല്ലെങ്കിൽ സ്റ്റാറ്റിക് റെസിസ്റ്റൻസ്. ഇത് ഡയോഡിനു കുറുകെയുണ്ടാകുന്ന DC വോൾട്ടേജിന്റെയും ഡയോഡിലൂടെ ഒഴുകുന്ന DC കറന്റിന്റെയും അനുപാതമാണ്.

$$R_{dc} = \frac{V}{I}$$

ചിത്രം 4.13 ൽ നിന്നു ഗ്രാഫ് രേഖീയമല്ലാത്ത ആകൃതിയിലാണെന്നു കാണാം. അതിനാൽ റെസിസ്റ്റൻസ് ഓരോ പോയിന്റിലും വ്യത്യസ്തമാണ്. കൂടിയ കറന്റുള്ള പോയിന്റുകളിൽ റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കുറവാണെന്നു കാണാം.

AC റെസിസ്റ്റൻസ് അല്ലെങ്കിൽ ഡൈനാമിക് റെസിസ്റ്റൻസ്

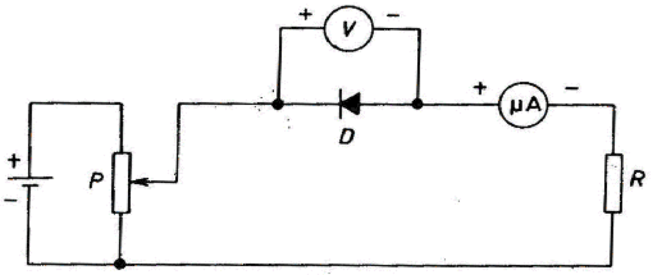
ഡയോഡിന് AC വോൾട്ടത നൽകുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന റെസിസ്റ്റൻസാണ് AC റെസിസ്റ്റൻസ് അല്ലെങ്കിൽ ഡൈനാമിക് റെസിസ്റ്റൻസ്. AC വോൾട്ടത നൽകുമ്പോൾ വോൾട്ടതയും കറന്റും നിരന്തരം മാറുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഇത് വോൾട്ടത വ്യതിയാനത്തിന്റെയും തദ്ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന കറന്റ് വ്യതിയാനത്തിന്റെയും അനുപാതമാണ്.

$$R_{ac} = \frac{\text{വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനം}}{\text{കറന്റ് വ്യതിയാനം}} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$

സൂചന: ഗ്രീക്ക് അക്ഷരം 'Δ' അർഥമാക്കുന്നത് വ്യതിയാനമെന്നാണ്. ΔI എന്നത് കറന്റിന്റെ വ്യതിയാനമാണ്. പൊതുവായി അത് വളരെ ചെറിയ അളവാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

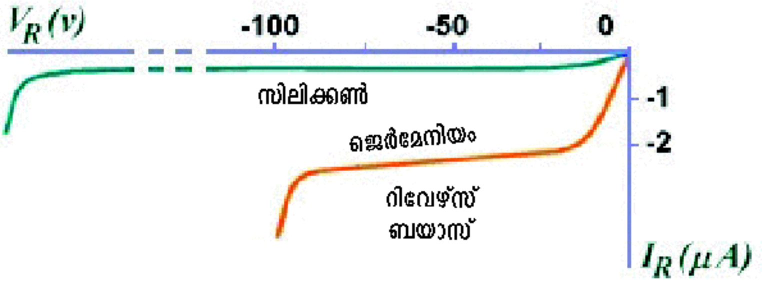
റിവേഴ്സ് ബയാസ് സവിശേഷതകൾ (Reverse bias characteristics)

ഡയോഡിന്റെ റിവേഴ്സ് ബയാസ് കാരക്ടറിസ്റ്റിക് (പ്രത്യേകതകൾ) പഠിക്കുന്നതിന് ചിത്രം 4.14 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് ഉപയോഗിക്കാം. ഇവിടെ മില്ലി അമ്മീറ്ററിനു പകരം മൈക്രോ അമ്മീറ്റർ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക.



ചിത്രം 4.14 റിവേഴ്സ് സ്വഭാവസവിശേഷതയുടെ സെർക്കീട്ട്

റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഡയോഡിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കൂടുതലായിരിക്കുകയും പ്രായോഗികമായി സെർക്കിട്ട് കറന്റ് പൂജ്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും. എന്നിരുന്നാലും മൈക്രോ അമ്മീറ്ററിൽ അളക്കാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിലുള്ള വളരെ ചെറിയ കറന്റുണ്ടായിരിക്കും. മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരെക്കൊണ്ടാണ് ഈ കറന്റുണ്ടാവുന്നതെന്ന് നമുക്കറിയാമല്ലോ. ചിത്രം 4.15 ൽ റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള ചെറിയ കറന്റ് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.15 Si , Ge ഡയോഡുകളുടെ റിവേഴ്സ് സ്വഭാവസവിശേഷത

ഈ ചിത്രത്തിൽ സിലിക്കൺ ഡയോഡിലുള്ള റിവേഴ്സ് കറന്റ് ജെർമേനിയം ഡയോഡിനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കുറവായിരിക്കും. ജെർമേനിയത്തെ അപേക്ഷിച്ച് സിലിക്കൺ കൂടുതലായി സെമി കണ്ടക്ടർ ഉപകരണങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കാനുള്ള മറ്റൊരു കാരണമിതാണ്. ഇനി ഡയോഡിനു കുറുകെയുള്ള റിവേഴ്സ് വോൾട്ടത തുടർച്ചയായി കൂട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ ഒരു പ്രത്യേക വോൾട്ടതയിൽ എത്തുമ്പോൾ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഗതികോർജം

ഉയർന്ന് അവ ആറ്റത്തിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളെ തട്ടിത്തെറിപ്പിക്കുന്നു. ഈ അവസരയിൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം ക്രമാതീതമായി കൂടി ജങ്ഷൻ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ സംഭവിക്കുന്നു. ഇതോടെ റിവേഴ്സിൽ കറന്റ് പെട്ടെന്നു തന്നെ വളരെയധികം കൂടുകയും ജങ്ഷൻ എന്ന ന്നേക്കുമായി നശിച്ചുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു.

4.5 ജങ്ഷൻ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ

ഒരു PN ജങ്ഷന്റെ റിവേഴ്സ് വോൾട്ടത വർധിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ ഒരു പ്രത്യേക വോൾട്ട തയിൽ ജങ്ഷൻ ബ്രേക്ക് ഡൗണാവുകയും റിവേഴ്സ് കറന്റ് പെട്ടെന്നു കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടതയിൽ ജങ്ഷന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് ഏകദേശം പൂജ്യമായിത്തീരു ന്നു.

ഒരു ഡയോഡിന്റെ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടത ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുടെ വീതിയെ ആശ്രയിച്ചി രിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുടെ വീതി എന്നത് ഡയോഡിൽ നടത്തിയിരി ക്കുന്ന ഡോപ്പിങ്ങിന്റെ അളവിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു ജങ്ഷന്റെ ബ്രേക്ക് ഡൗണിന് കാരണമായിത്തീരുന്ന രണ്ടു തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ നട ക്കാറുണ്ട്. താഴെക്കൊടുത്തവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു കാരണത്താലാണ് ഒരു PN ജങ്ഷന് ബ്രേക്ക് ഡൗൺ സംഭവിക്കുന്നത്.

1. അവലാഞ്ച് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ
2. സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ

അവലാഞ്ച് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ

വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിൽ ഡോപ്പ് ചെയ്യപ്പെട്ട PN ജങ്ഷനിൽ വീതികൂടിയ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖ ല ഉണ്ടാവും. ഇത്തരം ജങ്ഷനുകളിലാണ് അവലാഞ്ച് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ സംഭവിക്കുന്നത്. ഡയോഡിന് വോൾട്ടേജ് കൊടുക്കുമ്പോൾ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയിൽ ഇലക്ട്രിക് ഫീൽഡ് ഉണ്ടാവുന്നു. താപോർജത്താൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെട്ട മൈനോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ഈ ഇലക്ട്രിക് ഫീൽഡിൽ നിന്ന് ഊർജം നേടുകയും അവ കോവാലന്റ് ബോണ്ടിലുള്ള മറ്റ് ഇലക്ട്രോണുകളുമായി കൂട്ടിയിടിച്ച് അവയെ സ്വതന്ത്രമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകളും ഹോളുകളും ഉണ്ടാവുന്നു. ഇങ്ങനെ പുതുതായി രൂപം കൊള്ളുന്ന ചാർജ്വാഹകർ ഇതേ ഇലക്ട്രിക് ഫീൽഡിൽനിന്ന് ഊർജം നേടുകയും അവയും കോവാലന്റ് ബോണ്ടിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുമായി കൂട്ടിയിടിച്ച് അവയെ സ്വതന്ത്രമാക്കു കയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് തുടരുകയും ചാർജ് വാഹകരുടെ ഒരു മഹാപ്രഭാവം (അവലാഞ്ച്) രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസത്തെ അവലാഞ്ച് മൾട്ടിപ്ലിക്കേഷൻ എന്നുപറയു ന്നു. ഇത് ജങ്ഷന്റെ ബ്രേക്ക്ഡൗണിനു കാരണമാകുന്നു. ഈ ബ്രേക്ക്ഡൗണിനെ അവ ലാഞ്ച് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ എന്നുപറയും.

സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ

വളരെ കൂടിയ അളവിൽ ഡോപ്പിങ് നടത്തിയാൽ ജങ്ഷനിലെ ഡിപ്ലീഷൻ റീജിയണിന്റെ വീതി തീരെ ചെറുതായിരിക്കും. ഇത്തരം ജങ്ഷനുകളിലാണ് സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ സംഭവി ക്കുന്നത്. ഇവിടെ റിവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ വോൾട്ടേജിലെത്തുമ്പോൾ അവി ടെയുള്ള നേർത്ത ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയിൽ വളരെ ശക്തമായ വൈദ്യുതപ്രഭാവം ഉണ്ടാവു ന്നു. ഈ വൈദ്യുതിപ്രഭാവത്തിന് കോവാലന്റ് ബോണ്ടുകളെ തകർത്ത് ഇലക്ട്രോൺ- ഹോൾ ജോഡികളെ ഉണ്ടാക്കാൻ കഴിയുന്നു. ഇത് വലിയ കറന്റിന് കാരണമാവുന്നു. ഇത്തരം ബ്രേക്ക്ഡൗണിനെ ആണ് സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ എന്നു പറയുന്നത്.

ഈ രണ്ടു തരം ബ്രേക്ക്ഡൗണുകൾ തമ്മിലുള്ള ഒരു താരതമ്യപഠനം പട്ടിക 4.2 ൽ കൊടു ത്തിരിക്കുന്നു.

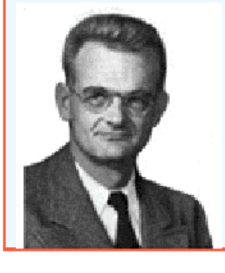
അവലാഞ്ച് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ	സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ
1. കുറഞ്ഞ അളവിൽ ഡോപ്പ് ചെയ്യപ്പെട്ട വീതി കൂടിയ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുള്ള ജങ്ഷനുകളിൽ സംഭവിക്കുന്നു.	1. കൂടുതൽ ഡോപ്പ് ചെയ്യപ്പെട്ട നേർത്ത ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുള്ള ജങ്ഷനുകളിൽ സംഭവിക്കുന്നു.
2. ഇവിടെ സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ നടക്കാനാവശ്യമായ രീതിയിൽ ശക്തമായ വൈദ്യുതിപ്രഭാവം ഉണ്ടാവുന്നില്ല.	2. ഇവിടെ ശക്തമായ വൈദ്യുതി പ്രഭാവം ഉണ്ടാകുന്നു.
3. മൈനോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകർ കോവാലന്റ് ബോണ്ട് തകർത്ത് കൂടുതൽ ചാർജ്വാഹകരെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ ചാർജ് വാഹകർ വൈദ്യുതപ്രഭാവത്താൽ ത്വരണം ചെയ്യപ്പെടുകയും അവ ബോണ്ടിലുള്ള മറ്റ് ഇലക്ട്രോണുകളെ ഇടിച്ചു തെറിപ്പിച്ച് സ്വതന്ത്രമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.അവ വീണ്ടും പുതിയ ചാർജ് വാഹകരെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. അത്തരത്തിൽ ചാർജ് വാഹകരുടെ അവലാഞ്ച് ഉണ്ടാവുന്നു. ഇത് അവലാഞ്ച് ബ്രേക്ക്ഡൗൺ ഉണ്ടാക്കുന്നു.	3. ഇവിടെ ശക്തമായ വൈദ്യുതി പ്രഭാവം ഉണ്ടായി കോവാലന്റ് ബോണ്ടുകളെ ഒറ്റയടിക്ക് തകർത്ത് ചാർജ്വാഹകർ സെനർ ബ്രേക്ക് ഡൗണിലേക്കു നയിക്കുന്നു.
4. ഈ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ 6V ന് മുകളിൽ സംഭവിക്കുന്നു.	4. സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ 6V ന് താഴെ സംഭവിക്കുന്നു.

പട്ടിക 4.2 അവലാഞ്ച് - സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗണുകൾ താരതമ്യപ്പെടുത്തൽ

4.6 സെനർ ഡയോഡ്

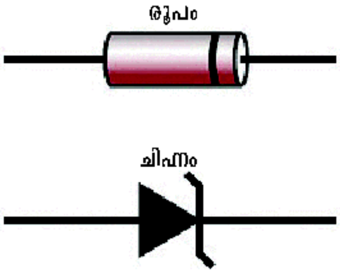
എല്ലാ PN ജങ്ഷനുകളും റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഒരു പ്രത്യേക വോൾട്ടേജിൽ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ ആവുകയും അത് നശിച്ചുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ സ്വഭാവം കാണിക്കുകയും അതോടൊപ്പം കേടാവാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന തരത്തിൽ ഡയോഡുകളെ പ്രത്യേകം രൂപകൽപ്പന ചെയ്യാവുന്നതാണ്. അത്തരം ഡയോഡുകളാണ് സെനർ ഡയോഡുകൾ.

ബ്രേക്ക്ഡൗൺ മേഖലയിൽ കേടാവാതെ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനായി പ്രത്യേകം രൂപകൽപ്പന ചെയ്യപ്പെട്ടതാണ് സെനർ ഡയോഡുകൾ. സെനർ ഡയോഡിൽ വളരെ കൂടിയ അളവിൽ ഡോപ്പിങ് നടത്തുന്നു. ഡിപ്ലീഷൻ റീജിയനിൽ ശക്തമായ വൈദ്യുതിപ്രഭാവത്താൽ കോവാലന്റ് ബോണ്ടിനെ വിഘടിപ്പിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന ബ്രേക്ക്ഡൗണാണ് സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ. ബ്രേക്ക്ഡൗണിൽ ഉണ്ടാകുന്ന റിവേഴ്സ് സാച്ചുറേഷൻ കറന്റിനെ സെനർ കറന്റ് 'I_Z'. എന്നു പറയുന്നു. ബ്രേക്ക്ഡൗൺ സംഭവിക്കുന്ന റിവേഴ്സ് വോൾട്ടതയെ സെനർ വോൾട്ടത (V_Z) എന്നു വിളിക്കുന്നു.



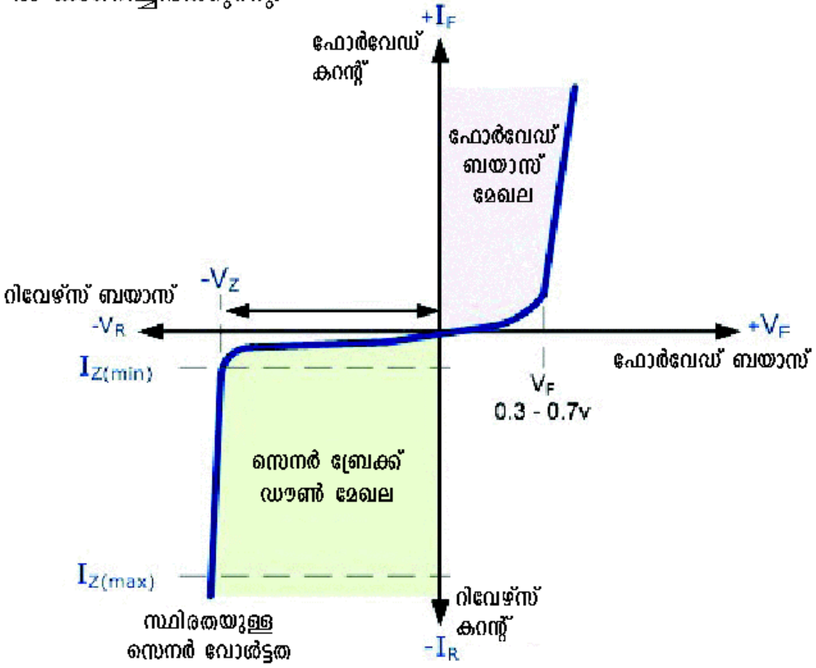
ഡയോഡിലുള്ള റിവേഴ്സ് ബ്രേക്ക്ഡൗണിന് തൃപ്തികരമായ വിശദീകരണം നൽകിയത് അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ സി. സെനർ ആണ്. അതുകൊണ്ട് ഈ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ അദ്ദേഹത്തിന്റെ പേരിൽ, 'സെനർ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ' എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

സെനർ ഡയോഡിന് വളരെ കൃത്യമായ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ വോൾട്ടത ഉണ്ടാവും. ഈ ഡയോഡിന്റെ ചിഹ്നം ചിത്രം 4.16 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.16 സെനർ ഡയോഡിന്റെ ചിഹ്നം

ഈ ചിഹ്നം സാധാരണ ഡയോഡിന്റേതിനു സമാനമാണെങ്കിലും കുത്തനെയുള്ള വരയെ Z ആകൃതിയിൽ രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. സെനർ ഡയോഡിന്റെ റിവേഴ്സ് VI ഗ്രാഫ് ചിത്രം 4.17 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.17 സെനർ ഡയോഡിന്റെ V-I സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ

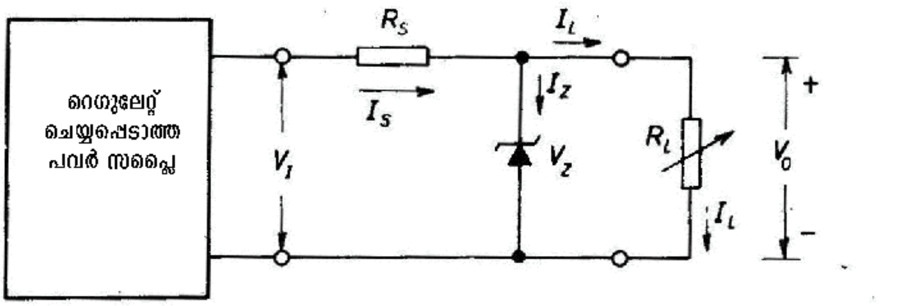
ഈ ഗ്രാഫിൽ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ ഭാഗം പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കുക. ഡയോഡ് ബ്രേക്ക്ഡൗണിലെത്തുമ്പോൾ റിവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് V_Z ൽ സ്ഥിരമാകുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഡയോഡിന്റെ കുറുകെ ഉണ്ടാകുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ വോൾട്ടേജാണ് V_Z. അതേസമയം വോൾട്ടേജ് V_Z ൽ സ്ഥിരപ്പെടുമ്പോൾ തന്നെ റിവേഴ്സ് കറന്റ് I_Z ന് വളരെയധികം മാറുന്നു. ഗ്രാഫിൽ V_Z എന്ന ഒറ്റ വോൾട്ടേജിൽത്തന്നെ I_Z ന് വ്യത്യസ്ത വിലകൾ ഉണ്ടാകുന്നതു കാണാം. വോൾട്ടത മാറാതെതന്നെ വ്യത്യസ്ത മൂല്യമുള്ള കറന്റിനെ കടത്തിവിടാൻ കഴിയുന്ന സെനർ ഡയോഡിന്റെ പ്രത്യേകതയാണ് അതിനെ വോൾട്ടതാ റഗുലേറ്റർ എന്ന നിലയിൽ ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ സഹായിക്കുന്നത്.

സെനർ ഡയോഡിനെക്കുറിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാം.

1. കൃത്യമായ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ വോൾട്ടത ഉണ്ടാകുന്നതിന് പ്രത്യേകം ഡോപ്പ് ചെയ്യപ്പെട്ടതാണ് സെനർ ഡയോഡ്.
2. സെനർ ഡയോഡ് കൂടുതലായും റിവേഴ്സ് ബയാസിലാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.
3. ഒരു സെനർ ഡയോഡിന് വളരെ കൃത്യമായ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടതയുണ്ട്. ഇതിനെ സെനർ വോൾട്ടത (V_Z) എന്നുപറയുന്നു.
4. ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ സെനർ ഡയോഡിന്റെയും സാധാരണ ഡയോഡിന്റെയും സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ ഒരുപോലെയാണ്.
5. സെനർ ഡയോഡിന്റെ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടത സാധാരണ ഡയോഡിന്റെ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടതയെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കുറവായിരിക്കും. കൂടാതെ, സെനർ ഡയോഡിനെ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടതയിൽ കേടാവാതെ ഉപയോഗിക്കാം.

4.7 സെനർ ഡയോഡ് വോൾട്ടതാ റഗുലേറ്റർ

സെനർ ഡയോഡ് ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത് വോൾട്ടേജ് റഗുലേറ്റർ സെർക്കീട്ടുകളിലാണ്. വോൾട്ടേജ് ഒരു നിശ്ചിത പരിധിക്കുള്ളിൽ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിൽനിന്ന് ഒരു സ്ഥിരതയുള്ള (റഗുലേറ്റഡ്) വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് നമുക്ക് സെനർ ഡയോഡ് ഉപയോഗിക്കാം. ഇതിനാവശ്യമായ സെർക്കീട്ട് ചിത്രം 4.18 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഈ സെർക്കീട്ടിൽ ഡയോഡ് ലോഡിന് സമാന്തരമായിട്ടാണ് (ഷണ്ട്) ഘടിപ്പിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ട് ഈ റഗുലേറ്ററിനെ ഷണ്ട് റഗുലേറ്ററായി കണക്കാക്കുന്നു. സെർക്കീട്ടിൽ R_S എന്ന ശ്രേണി (സീരീസ്) റെസിസ്റ്റർ ഉപയോഗിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.18 സെനർ വോൾട്ടേജ് റഗുലേറ്റർ

R_S എന്ന റസിസ്റ്റർ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സിന്റെ വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനം അതിനു കുറുകെ ഉണ്ടാക്കി ലോഡിൽ സ്ഥിരതയാർന്ന വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രവർത്തനം താഴെ വിശദീകരിക്കുന്നു. ഇവിടെ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജാണ് V_I. ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് സെനറിന്റെ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ വോൾട്ടേജായ V_Z ന് മുകളിൽ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ സെനർ ഡയോഡ് ബ്രേക്ക്ഡൗണിലെത്തുകയും അതിന്റെ വോൾട്ടേജ് V_Z എന്ന വിലയിൽ സ്ഥിരമായി നിൽക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സെനർ ഡയോഡ് ലോഡിന് സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും V_Zൽ സ്ഥിരമായി

നിൽക്കുന്നു. $V_I - V_Z$ എന്ന വോൾട്ടേജ് വ്യത്യാസം R_S എന്ന റെസിസ്റ്ററിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കൂടുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_Z ൽ സ്ഥിരമാവുകയും I_S എന്ന കറന്റ് താഴെക്കൊടുത്ത സമവാക്യം പ്രകാരം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു.

$$I_S = [V_I - V_Z]/R_S$$

സെർക്കീട്ടിൽനിന്ന് $I_S = I_Z + I_L$ എന്നു കാണാം. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് സറിരാങ്കമായതിനാൽ I_L എന്ന കറന്റിന് മാറാൻ കഴിയില്ല. അതുകൊണ്ട് I_S കൂടുമ്പോൾ I_Z ഉം കൂടുന്നു. ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുമ്പോൾ I_S കുറയുകയും I_Z ഉം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ I_Z മാറിയാലും V_Z മാറാതെ സൂക്ഷിക്കാൻ സെനർ ഡയോഡിനു കഴിയുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് മാറിയാലും ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് മാറാതെ സറിരമായി നിൽക്കുന്നു. ഈ റഗുലേഷനെ ലൈൻ റഗുലേഷൻ എന്നുപറയാം. ലൈൻ വോൾട്ടേജിന്റെ വ്യതിയാനത്തെയാണ് ഇവിടെ റഗുലേറ്റ് ചെയ്യുന്നത്.

നമുക്കു സംഗ്രഹിക്കാം

ഒരു PN ജങ്ഷനെയാണ് സാധാരണയായി ഡയോഡ് എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഒരു PN ജങ്ഷൻ രൂപപ്പെടുമ്പോൾ ചാർജ് വാഹകർ ജങ്ഷനടുത്തേക്ക് നീങ്ങുകയും തദ്ഫലമായി ബാരിയർ അല്ലെങ്കിൽ ഡിപ്ലീഷൻ മേഖല ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ബാരിയർ ചാർജ് വാഹകരുടെ പിന്നീടുള്ള നീക്കത്തെ തടയുന്നു. ജങ്ഷനു പുറത്തുനിന്നു വോൾട്ടേജ് നൽകുന്നതിനെയാണ് ബയാസിങ് എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ഡയോഡ് ഒരു പ്രത്യേക വോൾട്ടേജിൽ കറന്റ് കടത്തിവിടാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഈ വോൾട്ടേജിനെ കട്ട് ഇൻ വോൾട്ടേജ് അല്ലെങ്കിൽ 'നീ' (Knee) വോൾട്ടേജ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഡയോഡിൽകൂടി വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിൽ റിവേഴ്സ് സാച്ചുറേഷൻ കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. റിവേഴ്സ് ബ്രേക്ക്ഡൗണിനുശേഷം ഡയോഡ് വളരെ കൂടിയ അളവിൽ കറന്റ് കടത്തിവിടുകയും അത് കേടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. റിവേഴ്സ് ബ്രേക്ക്ഡൗണിൽ കേടാവാതെ ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഡയോഡാണ് സെനർ ഡയോഡ്. ഇതു വോൾട്ടേജ് റഗുലേറ്റർ സെർക്കീട്ടുകളിൽ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- PN ജങ്ഷനിലെ ചാർജ് വാഹകരുടെ നീക്കം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- PN ജങ്ഷനിൽ ബാരിയർ പൊട്ടൻഷ്യൽ ഉണ്ടാകുന്നതു വിശദമാക്കുന്നു.
- ഫോർവേഡ് ബയാസിലും റിവേഴ്സ് ബയാസിലും PN ജങ്ഷന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഡയോഡിലൂടെയുള്ള ഏകദിശയിലുള്ള കറന്റ് നീക്കം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഡയോഡിന്റെ VI ഗ്രാഫ് വരച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ജെർമേനിയം, സിലിക്കൺ ഡയോഡുകളുടെ സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എഴുതുന്നു.
- ജങ്ഷനിലുണ്ടാവുന്ന രണ്ടുതരം ബ്രേക്ക് ഡൗണുകൾ വിശദീകരിക്കുന്നു.
- സെനർ ഡയോഡിന്റെ സെർക്കീട്ട് പ്രവർത്തനം, സ്വഭാവസവിശേഷത എന്നിവ വിശദീകരിക്കുന്നു.
- സെനർ ഡയോഡ് വോൾട്ടേജ് റഗുലേറ്ററിന്റെ സെർക്കീട്ട് വരച്ച് പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ഒരു സിലിക്കൺ ഡയോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് ....

   (a) 2.5V (b) 3V (c) 10V (d) 0.7V

2. ഒരു മാതൃക ഡയോഡ് ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ .... പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

   (a) കണ്ടക്ടർ (b) ഇൻസുലേറ്റർ (c) റെസിസ്റ്റൻസ് (d) ഇതൊന്നുമല്ല

3. ഡയോഡിലെ ലീക്കേജ് കറന്റിനു കാരണം

   (a) മൈനോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകർ (b) മെജോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകർ (c) ജങ്ഷൻ കപ്പാസിറ്റൻസ് (d) ഇതൊന്നുമല്ല

4. ഒരു ഡയോഡിൽ ഊഷ്മാവ് വർധിക്കുമ്പോൾ ലീക്കേജ് കറന്റ് ....

   (a) മാറുന്നില്ല (b) കുറയുന്നു (c) കൂടുന്നു (d) പൂജ്യമാകുന്നു

5. ഡയോഡിന്റെ ഡോപ്പിങ് ലെവൽ കൂട്ടിയാൽ ബ്രേക്ക് ഡൗൺ വോൾട്ടേജ് ....

   (a) മാറുന്നില്ല (b) കൂടുന്നു (c) കുറയുന്നു (d) ഇതൊന്നുമല്ല

6. ഒരു ഡയോഡിന്റെ കട്ട് ഇൻ വോൾട്ടേജ് ഏകദേശം .... ആകുന്നു.

   (a) കൊടുത്ത വോൾട്ടേജ് (b) ബ്രേക്ക്ഡൗൺ വോൾട്ടേജ്

   (c) ഫോർവേഡ് വോൾട്ടേജ് (d) ബാരിയർ വോൾട്ടേജ്

7. ഒരു സെനർ ഡയോഡ് എല്ലായ്പ്പോഴും .... ബയാസിൽ ആകുന്നു.
   (a) റിവേഴ്സ് (b) ഫോർവേഡ് (c) ഫോർവേഡിൽ അല്ലെങ്കിൽ റിവേഴ്സിൽ
   (d) ഇതൊന്നുമല്ല

8. സെനർ ഡയോഡ് ബ്രേക്ക്ഡൗണിൽ .... സോഴ്സ് പോലെ പെരുമാറുന്നു.
   (a) സ്ഥിരവോൾട്ടേജ് (b) സ്ഥിര കറന്റ് (c) സ്ഥിര റെസിസ്റ്റൻസ് (d) ഇതൊന്നുമല്ല

9. സെനർ ഡയോഡിൽ സാധാരണ ഡയോഡിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഡോപ്പിങ് .... ആണ്.
   (a) കുറവാണ് (b) കൂടുതലാണ് (c) തുല്യമാണ് (d) ഇതൊന്നുമല്ല

10. സെനർ ഡയോഡിന്റെ ബ്രേക്ക്ഡൗൺ വോൾട്ടേജ് .... ആണ്.
   (a) വ്യത്യസ്തം (b) സ്ഥിരമായത് (c) പൂജ്യം (d) ഇതൊന്നുമല്ല

ഉത്തരസൂചിക:

1) d 2) a 3) a 4) c 5) c 6) d 7) a 8) a 9) b 10) b

വിവരണാത്മക ചോദ്യങ്ങൾ

1. ഒരു PN ജങ്ഷനിൽ ഡിപ്ലീഷൻ റീജിയൻ രൂപപ്പെടുന്നതെങ്ങനെയെന്നു വിശദീകരിക്കുക.
2. മാതൃകാ ഡയോഡ് എന്നാൽ എന്താണ്? അതിന്റെ V-I ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.
3. ഫോർവേഡ് ബയാസിലും റിവേഴ്സ് ബയാസിലും PN ജങ്ഷൻ പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെ?
4. ഡയോഡിൽ ഏകദിശയിൽ കറന്റ് ഒഴുകുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?
5. അവലാഞ്ച്, സെനർ ബ്രേക്ക് ഡൗണുകൾ വിശദീകരിക്കുക.
6. ചിത്രം 4.18 ൽ ഉപയോഗിച്ച് സെനർ ഡയോഡിന്റെ V_Z, 5V ആണ്. 1kΩ ലോഡിൽ കൂടെയുള്ള കറന്റ് എത്ര?
7. സെനർ ഡയോഡിനെ വോൾട്ടേജ് റഗുലേറ്ററായി ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്ങനെ?
8. ഡയോഡിന്റെ V I സവിശേഷതകൾ വിശദമാക്കുക.
9. സെനർ ഡയോഡിന്റെ ഒരു ഉപയോഗം വിശദമാക്കുക.

5

ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

5.1 ബൈപോളാർ ജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

5.2 ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബയാസിങ്

5.3 NPN ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം

5.4 PNP ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം

5.5 ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷനുകൾ

5.6 കോമൺ എമിറ്റർ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ സ്വഭാവ സവിശേഷതാ ഗ്രാഫ്

5.7 കോൺഫിഗറേഷനുകളുടെ താരതമ്യപ്പട്ടിക

5.8 DC ലോഡ് ലൈൻ

5.9 ട്രാൻസിസ്റ്റർ സ്വിച്ച്

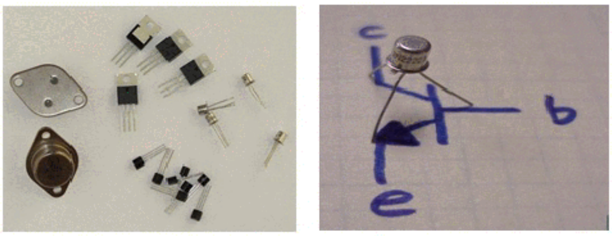
X9W1U5

ആമുഖം

ആധുനിക ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ അടിസ്ഥാന നിർമാണയൂണിറ്റാണ് ട്രാൻസിസ്റ്റർ. മൂന്നു ടെർമിനലുകളുള്ള ഒരു സെമി കണ്ടക്ടർ ഉപകരണമാണിത്. ബെൽ ലബോറട്ടറിയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞരായ വാൾട്ടർ ബ്രട്ടേയൻ, ജോൺ ബ്രാർട്ടീൻ വില്യം ഷോക്‌ലി എന്നിവരുടെ 1948 – ലെ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഐതിഹാസികമായ കണ്ടുപിടിത്തം ഇലക്ട്രോണിക്സിന്റെ വളരെ പെട്ടെന്നുള്ള പുരോഗതിക്കു കാരണമായി. ചെറുതും വിലകുറഞ്ഞതുമായ റേഡിയോകൾ, കാൽകുലേറ്ററുകൾ, കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ തുടങ്ങി ഇന്നു നമ്മുടെ ചുറ്റും കാണുന്ന അതിവിപുലമായ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണശൃംഖലയുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തിന് ഇതു കാരണമായിത്തീർന്നു.

നിങ്ങൾ ട്രാൻസിസ്റ്റർ കണ്ടിട്ടുണ്ടാവുമല്ലോ. വിവിധ തരത്തിലുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളുടെ ചിത്രം 5.1 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് എത്ര ടെർമിനലുകൾ ഉണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ചിത്രത്തിൽനിന്നു ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ 3 അഗ്രങ്ങളുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണെന്ന് നമുക്കു കാണാൻ സാധിക്കും.

അനേകം കമ്പനികൾ കോടിക്കണക്കിനു ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ നിർമിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഭൂരിഭാഗം ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും ഡയോഡുകൾ, റെസിസ്റ്ററുകൾ, കപ്പാസിറ്ററുകൾ എന്നിവയോടൊപ്പം ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടു (IC) കളിലാണ് നിർമിക്കപ്പെടുന്നത്. ഒരു ഡയോഡിന് രണ്ടു ടെർമിനലുകളും രണ്ട് അർധചാലക മേഖലകളുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമല്ലോ. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് എത്ര അർധചാലകമേഖലകൾ ഉണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾക്കു പറയാൻ കഴിയുമോ?



ചിത്രം.5.1 വിവിധ തരത്തിലുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ

ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ സാധാരണയായി വോൾട്ടേജ് വർധിപ്പിക്കുന്നതിനും (ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ) സ്വിച്ച് ആയും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ആംപ്ലിഫയറുകൾ ഒരു സിഗ്നലിന്റെ

ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് വർധിപ്പിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. (ഉദാ: ഉച്ചഭാഷിണി ഉപയോഗിച്ച് ശബ്ദതരംഗങ്ങളുടെ തീവ്രത വർധിപ്പിക്കുന്നത്.) സ്വിച്ചുകൾ ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണത്തെയോ സെർക്കീട്ടിനെയോ ഇലക്ട്രിക് സിഗ്നൽ ഉപയോഗിച്ച് ഓണും ഓഫുമാക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ട്രാൻസിസ്റ്റർ (Transistor) എന്ന പദം രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് മാറ്റം എന്നർഥമുള്ള ട്രാൻസ് (Trans) എന്ന പദവും റെസിസ്റ്ററിൽനിന്ന് ഇസ്റ്റർ (ister)എന്ന പദവും ചേർന്നാണ്. അതായത് ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്ന പദത്തിനർഥം ഇൻപുട്ട് ടെർമിനലിൽ നിന്ന് ഔട്ട്പുട്ട് ടെർമിനലിലേക്കുള്ള റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ മാറ്റം എന്നാണ്. ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസും ടെർമിനലുകളിലെ വോൾട്ടേജിനു മാറ്റം വരുത്തി നമുക്കു നിയന്ത്രിക്കാനാകും. ഈ വിശേഷഗുണമാണ് ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളെ ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ, സ്വിച്ചിങ് എന്നീ ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നത്.

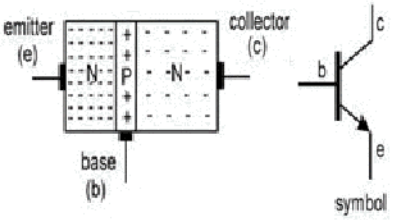
5.1 ബൈപോളാർ ജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ (BJT)

മുൻ അധ്യായത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചതു പ്രകാരം ഒരു P ടൈപ്പ് ഉം ഒരു N ടൈപ്പും അർധചാലക പദാർഥങ്ങൾ കൂട്ടിച്ചേർക്കുമ്പോൾ PN ജങ്ഷൻ അഥവാ ഡയോഡ് രൂപപ്പെടുകയും അതിന്റെ ഇലക്ട്രിക്കൽ സവിശേഷതകൾ ഫോർവേഡ് ബയാസിലും റിവേഴ്സ് ബയാസിലും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ബൈപോളാർ ജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ (BJT) രണ്ട് PN ജങ്ഷനുകളുണ്ട്. N ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിൽ ഇലക്ടോണുകളും P ടൈപ്പ് സെമി കണ്ടക്ടറിൽ ഹോളുകളും ആണ് മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ. BJT യിൽ രണ്ടു ചാർജ് വാഹകരും (ഇലക്ട്രോണുകളും ഹോളുകളും) കറന്റിന്റെ പ്രവാഹത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്നതിനാലാണ് ബൈപോളാർ എന്ന നാമം നൽകിയിരിക്കുന്നത്.

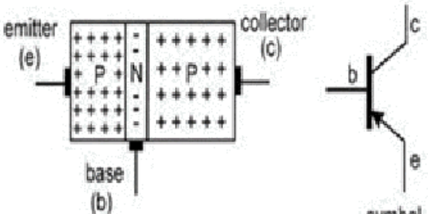
BJT യുടെ ഘടന

അർധചാലകപാളികൾ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് BJT കളെ രണ്ടായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

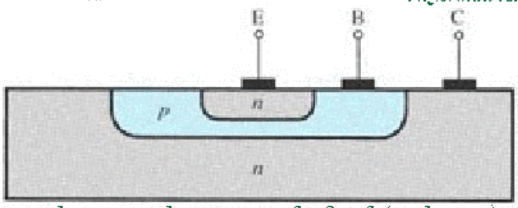
1. NPN ട്രാൻസിസ്റ്റർ
2. PNP ട്രാൻസിസ്റ്റർ



ചിത്രം.5.2.എ n-p-n ട്രാൻസിസ്റ്റർ



ചിത്രം.5.2.ബി. p-n-p ട്രാൻസിസ്റ്റർ symbol



ചിത്രം.5.2.സി. n-p-n ട്രാൻസിസ്റ്റർ (പരിച്ഛേദം)

1. *രണ്ട് ഇലക്ട്രോഡുകളുണ്ട്. എന്നതിനാലാണ് ഡയോഡിന് ആ പേരു ലഭിച്ചിരിക്കുന്നത്. രണ്ട് എന്നർഥം വരുന്ന Di എന്ന പദവും ഇലക്ട്രോഡ് എന്ന വാക്കിൽനിന്നു എടുത്തിരിക്കുന്ന odc എന്ന പദവും ചേർത്തിട്ടാണ് ഡയോഡ് എന്ന വാക്കുണ്ടാക്കിയത്. ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്നത് ഒരു വാക്വം ട്യൂബ് ഉപകരണമായ ട്രയോഡ് എന്നതിന്റെ സെമി കണ്ടക്ടർ പതിപ്പാണ്.*
2. *ഏതെങ്കിലും ഒരുതരം ചാർജ് വാഹകരെക്കൊണ്ടു മാത്രം കറന്റ് ഉണ്ടാകുന്ന ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ യൂണിപോളാർ ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്നു പറയുന്നു. ഇനി പഠിക്കാൻ പോകുന്ന പാഠത്തിലെ ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ (FET) ഇതിന് ഒരു ഉദാഹരണമാണ്.*

കനം കുറഞ്ഞ ഒരു P ടൈപ്പ് അർധചാലക പാളി രണ്ട് N - ടൈപ്പ് അർധചാലകപാളികളുടെ ഇടയിൽ ചേർത്തുവച്ചിരിക്കുന്നതാണ് NPN ട്രാൻസിസ്റ്റർ (ചിത്രം 5.2 എ). ഇതുപോലെ ഒരു N പാളി രണ്ട് P പാളികൾക്കിടയിൽ ചേർക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ട്രാൻസിസ്റ്ററാണ് PNP ട്രാൻസിസ്റ്റർ. (ചിത്രം 5.2.ബി) ചിത്രം 5.2.സിയിൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പരിച്ഛേദം കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ സിലിക്കൺ (Si) അല്ലെങ്കിൽ ജെർമേനിയം (Ge) ക്രിസ്റ്റലുകൊണ്ടാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്.

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് (NPN അല്ലെങ്കിൽ PNP) താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതുപോലെ മൂന്നു മേഖലകൾ (റീജിയണുകൾ) ഉണ്ട്.

എ) **എമിറ്റർ** (E) : ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഈ മേഖലയാണ് ചാർജ് വാഹകരെ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നത്. മറ്റു മേഖലകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഇതിന്റെ ഡോപ്പിങ് കൂടുതലായിരിക്കും. എമിറ്ററിന്റെ വലുപ്പം കളക്ടറിന്റേതിനേക്കാൾ കുറവും ബെയ്സിനേക്കാൾ കൂടുതലുമായിരിക്കും.

ബി) **ബെയ്സ്** (B) : ഡോപ്പിങ് ഏറ്റവും കുറഞ്ഞതും കനം കുറഞ്ഞതുമായ മേഖലയാണ് ബെയ്സ്. ഈ മേഖല എമിറ്ററിൽ നിന്നുമുള്ള കുറച്ചു വാഹകരെ പുനസ്സംയോജനം (Recombination) വഴി സ്വീകരിക്കുകയും ഭൂരിഭാഗം വാഹകരെ കളക്ടർ മേഖലയിലേക്ക് കടത്തിവിടുകയും ചെയ്യുന്നു.

സി) **കളക്ടർ** (C) : എമിറ്ററിൽ നിന്നു പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഭൂരിഭാഗം വാഹകരെയും കളക്ടർ റീജിയണൽ സ്വീകരിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഡോപ്പിങ് മിതമായിരിക്കും. കളക്ടർ ഭാഗത്തിന് വലുപ്പം ഏറ്റവും കൂടുതലായിരിക്കും. കൂടുതൽ താപത്തെ പുറന്തള്ളേണ്ടതുകൊണ്ടാണ് കളക്ടറിന്റെ വലുപ്പം കൂടുതലായിരിക്കുന്നത്.

ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ചിഹ്നത്തിൽ അമ്പിൻമുന (ആരോ ഹെഡ്) എമിറ്ററിലായിരിക്കും. കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്നതിന്റെ ദിശയാണതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. അതായത് NPN ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ അത് ബെയ്സിൽ നിന്നേ എമിറ്ററിലേക്കും (ബെയ്സ് എമിറ്ററിനേക്കാൾ പോസിറ്റീവായതിനാൽ) PNP യിൽ എമിറ്ററിൽ നിന്നു ബെയ്സിലേക്കും (എമിറ്റർ ബെയ്സിനേക്കാൾ പോസിറ്റീവായതിനാൽ) ആയിരിക്കും.

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ കുറിച്ചുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട കാര്യങ്ങൾ താഴെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

- എമിറ്റർ ലെയറിൽ ഡോപ്പിങ് വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. ഇതിലാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ ചാർജ് വാഹകർ ഉള്ളത്.
- എമിറ്റർ ലെയറിന്റേത് മിതമായ വലുപ്പമായിരിക്കും.
- വലുപ്പം ഏറ്റവും കുറവുള്ളത് ബെയ്സ് ലെയറിനാണ്. അതൊരു നേർത്ത പാളിയായിരിക്കും.
- ബെയ്സിന്റെ ഡോപ്പിങ് വളരെ കുറവായിരിക്കും. അതിൽ വളരെ കുറച്ചു ചാർജ് വാഹകർ മാത്രമേ ഉണ്ടായിരിക്കുകയുള്ളൂ.

- ഏറ്റവും കൂടുതൽ വലുപ്പമുള്ളത് കളക്ടർ ലെയറിനാണ്.
- കളക്ടർ ലെയറിന്റെ ഡോപ്പിങ്ങും വാഹകരുടെ എണ്ണവും മിതമായിരിക്കും!.
- കളക്ടറിനും ബെയ്സിനും ഇടയിലുള്ള ജങ്ഷൻ കളക്ടർ- ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ അഥവാ CB ജങ്ഷൻ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.
- എമിറ്ററിനും ബേസിനും ഇടയിലുള്ള ജങ്ഷൻ എമിറ്റർ - ബേസ് ജങ്ഷൻ അഥവാ EB ജങ്ഷൻ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

പ്രവർത്തനം 1

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന വാക്കുകൾ ഉപയോഗിച്ച് BJT യുടെ ഘടനയ്ക്ക് അനുയോജ്യമായ ഒരു പട്ടിക തയാറാക്കുക.

എമിറ്റർ, കുറഞ്ഞ ഡോപ്പിങ്, മിതമായ ഡോപ്പിങ്, കളക്ടർ, കൂടുതൽ ഡോപ്പിങ്, ഏറ്റവും കൂടിയ വലുപ്പം, വളരെ നേർത്തത്, മിതമായ വലുപ്പം, ചാർജ് വാഹകരെ കൊടുക്കുന്നു, ചാർജ് വാഹകരെ കടത്തിവിടുന്നു, ചാർജ് വാഹകരെ സ്വീകരിക്കുന്നു.

- *ബെയ്സ് മേഖലയിൽ സംഭവിക്കുന്ന വാഹകരുടെ പുനസ്സംയോജനം വളരെ കുറവാണെന്നു നിങ്ങൾ സമ്മതിക്കുന്നുവോ? എന്തുകൊണ്ട് ?*

  ഏറ്റവും വലുപ്പമുള്ള ഭാഗം ഏതാണ്? എന്തുകൊണ്ട്?

  നിങ്ങൾക്കു കിട്ടിയ പട്ടിക താഴെ തന്നിരിക്കുന്നതുമായി യോജിക്കുന്നുണ്ടോ എന്നു നോക്കുക.

എമിറ്റർ	***ബെയ്സ്***	***കളക്ടർ***
കൂടിയ ഡോപ്പിങ്	*കുറഞ്ഞ ഡോപ്പിങ്*	*മിതമായ ഡോപ്പിങ്*
ചാർജ് കാരിയറുകളെ കൊടുക്കുന്നു.	*ചാർജ് കാരിയറുകളെ കടത്തിവിടുന്നു.*	*ചാർജ് കാരിയറുകളെ സ്വീകരിക്കുന്നു.*
മിതമായ വലുപ്പം	*വളരെ നേർത്തത്*	*ഏറ്റവും കൂടിയ വലുപ്പം*

ബെയ്സ് ഭാഗം വളരെ നേർത്തതും ഡോപ്പിങ് കുറഞ്ഞതുമാണ്. അതുകൊണ്ട് പുനസ്സംയോജനത്തിനുള്ള വാഹകരുടെ എണ്ണം കുറവായിരിക്കും. ആയതിനാൽ ഭൂരിഭാഗം വാഹകരെയും അത് കടത്തിവിടുന്നു. CB ജങ്ഷൻ സാധാരണ റിവേഴ്സ് ബെയ്സിലായതിനാൽ അതിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുതലായിരിക്കും. ട്രാൻസിസ്റ്റർ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അവിടെ കൂടുതൽ താപമുണ്ടാകുന്നു. ഈ താപത്തെ വളരെ വേഗത്തിൽ പുറന്തള്ളാനാണ് കളക്ടർഭാഗത്തിനുകൂടുതൽ വലുപ്പം നൽകിയിരിക്കുന്നത്.

5.2 ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബയാസിങ്

നാം മുമ്പ് മനസിലാക്കിയതുപോലെ ഒരു PN ജങ്ഷൻ ഡയോഡിനെ രണ്ടു രീതിയിൽ ബയാസ് ചെയ്യാം : ഫോർവേഡും റിവേഴ്സും. ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ ഡയോഡിന്റെ ആനോഡിലും നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ കാഥോഡിലും ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ ഡയോഡ് ഫോർവേഡ് ബയാസിലാവും.

ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും ടെർമിനലുകൾ തിരിച്ചു കൊടുത്താൽ ഡയോഡ് റിവേഴ്സ് ബയാസിലാവുന്നു.

ഫോർവേഡും റിവേഴ്സും ബയാസിലുള്ള വൈദ്യുത സവിശേഷതകളിലുള്ള വ്യത്യാസം ഡയോഡിനെ യുണിഡിറക്ഷണൽ (ഒരു ദിശയിൽ മാത്രം കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്ന) ഉപകരണ മാക്കി മാറ്റുന്നു.

അതുപോലെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ഉപയോഗങ്ങൾക്കുവേണ്ടി ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെയും ബയാസ് ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട്. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ എമിറ്റർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ, കളക്ടർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു ജങ്ഷനുകളുണ്ട്. ഈ രണ്ട് ജങ്ഷനുകളും എങ്ങനെ ബയാസ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്നതിനനുസരിച്ച് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് മൂന്നു തരത്തിലുള്ള പ്രവർത്തന രീതി കളുണ്ട്.

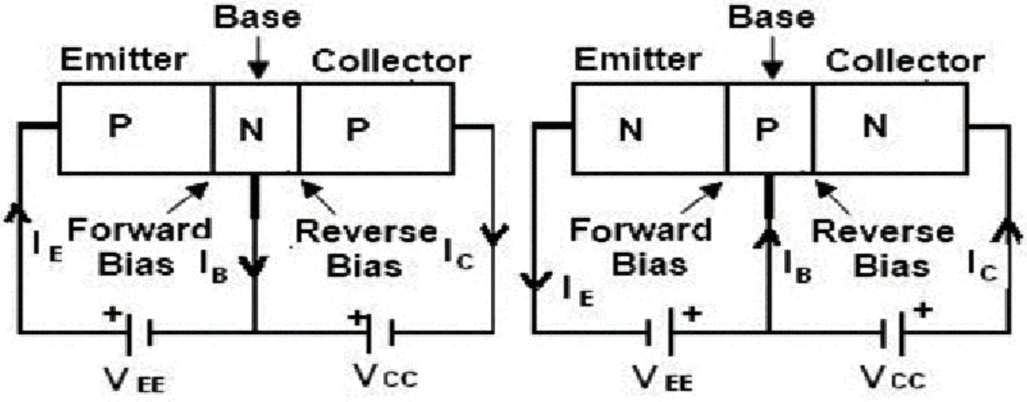
എമിറ്റർ - ബെയ്സ് (EB ജങ്ഷൻ)	കളക്ടർ - ബെയ്സ് (CB ജങ്ഷൻ)	പ്രവർത്തനരീതി
ഫോർവേഡ്	റിവേഴ്സ്	ആക്ടീവ്
ഫോർവേഡ്	ഫോർവേഡ്	സാച്ചുറേഷൻ
റിവേഴ്സ്	റിവേഴ്സ്	കട്ട് - ഓഫ്

ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആംപ്ലിഫയറായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന ആക്ടീവ് മോഡ് നമുക്ക് ആദ്യം കാണാം. BJT ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് ആംപ്ലിഫിക്കേഷനു വേണ്ടിയാണ്. ആക്ടീവ് മോഡിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ ടാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബയാസിങ് ചിത്രം 5.3-ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. എമിറ്റർ - ബെയ്സ് (E B) ജങ്ഷനെ ഫോർ വേഡ് ബയാസും കളക്ടർ ബെയ്സ് (E B) ജങ്ഷനെ റിവേഴ്സ് ബയാസും ചെയ്തിരിക്കു ന്നു. ഈ ആവശ്യത്തിലേക്കായി V_{EE} എന്ന ബാറ്ററി എമിറ്ററിനും ബെയ്സിനും ഇടയിലും VCC എന്ന ബാറ്ററി കളക്ടറിനും ബെയ്സിനുമിടയിലും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 5.3 എയിലെ PNP ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ ബാറ്ററി V_{EE} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ എമിറ്റ റിലും നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ ബെയ്സിലും ബന്ധിപ്പിച്ച് എമിറ്റർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു. V_{CC} എന്ന ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ ബെയ്സിലും നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ കളക്ടറിലും ബന്ധിപ്പിച്ച് കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 5.3 ബി യിലെ NPN ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ ബാറ്ററി V_{EE} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ ബെയ്സിലും നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ എമിറ്ററിലും ബന്ധിപ്പിച്ച് എമിറ്റർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ബാറ്ററി V_{CC} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ കളക്ട റിലും നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ ബെയ്സിലും ബന്ധിപ്പിച്ച് കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു.

എമിറ്റർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്യുന്നത് എമിറ്റർ സെർക്കീട്ടിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് കുറയുന്നതിനും കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്യു ന്നത് കളക്ടർ സെർക്കീട്ടിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുന്നതിനും കാരണമാകുന്നു.



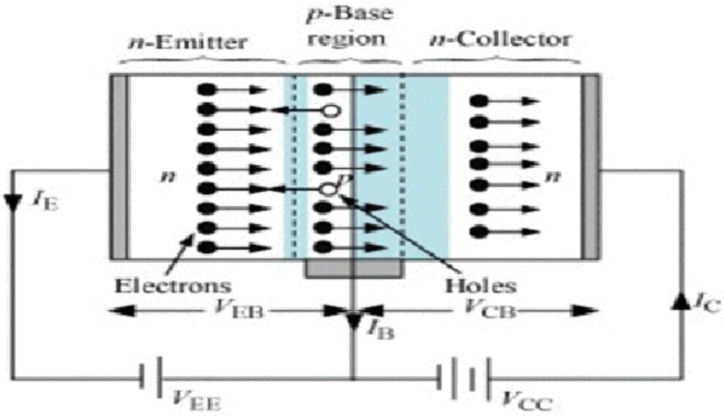
(എ) (ബി)

ചിത്രം.5.3 ട്രാൻസിസ്റ്റർ ബയാസിങ്

ചിത്രം 5.3 - ൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ കറന്റുകളുടെ പരമ്പരാഗതമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ദിശകൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ മേഖല പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ചാർജുക ളുടെ ഫലമായി എമിറ്റർ കറന്റ് (I_E) ഉണ്ടാകുന്നു. ബെയ്സിൽ പുനസ്സംയോജനത്തിനു വിധേയ മാകുന്ന ചാർജുകൾ ബെയ്സ് കറന്റിനു (I_B) കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഭൂരിഭാഗം ചാർജ് വാഹ കരും കളക്ടറിൽ ശേഖരിക്കപ്പെടുകയും കളക്ടർ കറന്ററിന് (I_C) കാരണമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

5.3 NPN ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം

NPN ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ എമിറ്റർ-ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്യുന്നതിനായി എമിറ്ററിനെ ബാറ്ററി V_{EE} യുടെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിലും കളക്ടർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷനെ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്യുന്നതിനായി കളക്ടറിനെ ബാറ്ററി V_{CC} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിന ലിലും ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 5.4 കാണുക. എമിറ്റർ ടെർമിനലിലുള്ള കറന്റിനെ I_E എന്നും ബേസ് ടെർമിനലിലുള്ള കറന്റിനെ I_B എന്നും കളക്ടർ ടെർമിനലിലുള്ള കറന്റിനെ I_C എന്നും വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം.5.4 N-P-N ട്രാൻസിസ്റ്റർ

N ടൈപ്പ് എമിറ്ററിന്റെ മെജോറിറ്റി വാഹകർ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ടോണുകളാണ്. ബാറ്ററി V_{EE} യുടെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ എമിറ്ററിലെ ഇലക്ടോണുകളെ വികർഷിക്കുകയും ബാറ്ററിയുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ ഈ വികർഷിക്കപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോണുകളെ ആകർഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എമിറ്റർ ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബെയ്സിലായതിനാൽ ഈ ജങ്ഷന്റെ ബാരിയർ പൊട്ടൻഷ്യൽ കുറയുകയും തന്മൂലം എമിറ്ററിൽനിന്നു വികർഷിക്കപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ ബെയ്സിലേക്കു ചലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് എമിറ്റർ കറന്റ് I_E യ്ക്ക് കാരണമാകുന്നു. ബെയ്സ് വളരെ കനം കുറഞ്ഞതായതിനാലും അതിന്റെ ഡോപ്പിങ് കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാലും എല്ലാ ഇലക്ട്രോണുകൾക്കും ബെയ്സിലെ ഹോളുമായി (ബെയ്സിലെ മജോറിറ്റി വാഹകർ) കൂടിച്ചേരാൻ സാധിക്കുകയില്ല. കുറച്ചു ഇലക്ട്രോണുകൾ ഹോളുമായി കൂടിച്ചേരുകയും ബെയ്സ് കറന്റ് I_B യ്ക്ക് കാരണമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂരിഭാഗം ഇലക്ട്രോണുകളും ബാറ്ററി V_{CC} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനലിനാൽ ആകർഷിക്കപ്പെട്ട് കളക്ടറിൽ എത്തിച്ചേരുകയും കളക്ടർ കറന്റ് Ic യ്ക്ക് കാരണമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒഴുകുന്നതിന്റെ എതിർദിശയോ അഥവാ ഹോളുകൾ ഒഴുകുന്നതിന്റെ അതേ ദിശയോ ആണ് സാധാരണ കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്ന ദിശയായി പരിഗണിക്കുന്നത്.

ചിത്രം 5.4 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ദിശയിൽ പ്രവഹിക്കുന്ന കറന്റുകളെ താഴെ പറയുന്ന സമവാക്യംകൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.

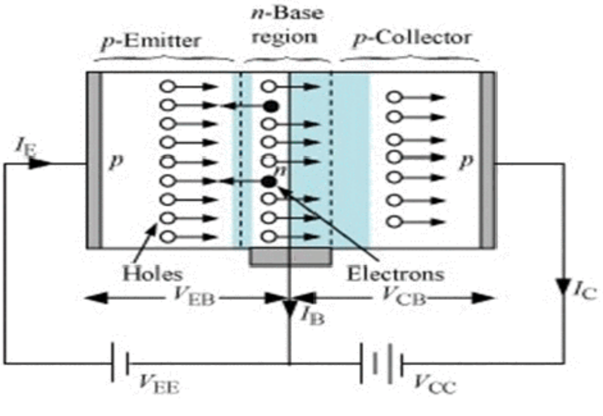
$$I_E = I_C + I_B$$

എമിറ്റർ കറന്റ് (I_E), കളക്ടർ കറന്റ് (I_C) എന്നിവയെ അപേക്ഷിച്ച് ബെയ്സ് കറന്റ് (I_B) വളരെ കുറവായിരിക്കും. I_E , I_C എന്നിവ ഏകദേശം തുല്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

$$I_E \cong I_C$$

5.4 PNP ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം

PNP ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ എമിറ്റർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്യുന്നതിനായി എമിറ്ററിനെ V_{EE} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനലിലേക്കും കളക്ടർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്യുന്നതിനായി കളക്ടറിനെ V_{CC} യുടെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിലേക്കും ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. എമിറ്റർ ടെർമിനലിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റിനെ I_E എന്നും ബെയ്സിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റിനെ I_B എന്നും കളക്ടർ ടെർമിനലിലൂടെ ഒഴുകുന്ന കറന്റിനെ I_C എന്നും പറയുന്നു.



ചിത്രം.5.5 P-N-P ട്രാൻസിസ്റ്റർ

P ടൈപ്പ് എമിറ്ററിലെ മെജോറിറ്റി വാഹകർ ഹോളുകളാണ്. V_{BE} യുടെ പോസിറ്റീവ് ടെർമിനൽ ഹോളുകളെ വികർഷിക്കുകയും V_{CC} യുടെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ പ്രസ്തുത ഹോളുകളെ ആകർഷിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഹോളുകൾ എമിറ്ററിൽ നിന്നു കളക്ടറിലേക്ക് ബെയ്സ് വഴി ഒഴുകുന്നു. ഇതുമൂലം എമിറ്റർ കറന്റ് I_E ഉണ്ടാകുന്നു. ബെയ്സ് വളരെ കനം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്നതിനാലും അതിന്റെ ഡോപ്പിങ് കുറച്ചിരിക്കുന്നതിനാലും കുറച്ചു ഹോളു കൾ മാത്രം ബേസിലെ ഇലക്ട്രോണുകളുമായി പുനസ്സംയോജിക്കുന്നു. ഇത് ബെയ്സ് കറന്റിന് (I_B) കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഭൂരിഭാഗം ഹോളുകളും ബാറ്ററി V_{CC} യുടെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനലിലേക്ക് ആകർഷിക്കപ്പെട്ട് കളക്ടറിൽ എത്തിച്ചേരുകയം കളക്ടർ കറന്റ് I_C യ്ക്ക് കാരണമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

PNP ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ കറന്റുകളെ സമവാക്യംകൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിക്കുമ്പോൾ NPN ട്രാൻസി സ്റ്ററിലെ അതേ സമവാക്യംതന്നെ ലഭിക്കുന്നതാണ്.

$$I_E = I_C + I_B$$

5.5 ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷനുകൾ

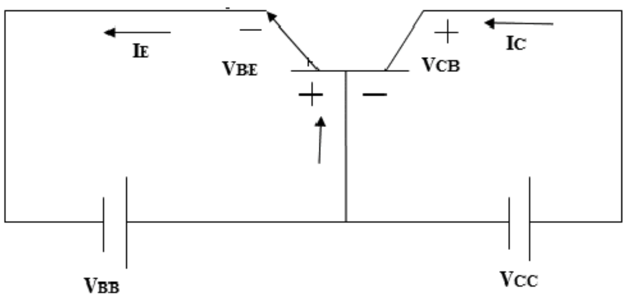
ഏതൊരു ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടിലും ഇൻപുട്ട് നൽകാൻ രണ്ടു ടെർമിനലുകളും ഔട്ട്പുട്ട് ലഭിക്കുന്നതിന് രണ്ടു ടെർമിനലുകളും വേണം. ഇങ്ങനെ ആകെ നാലു ടെർമിന ലുകൾ വേണമെങ്കിലും ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് മൂന്നു ടെർമിനലുകളേയുള്ളു എന്നതിനാൽ ഏതെ ങ്കിലും ഒരു ടെർമിനൽ ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനും പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കണം. ഇങ്ങനെ പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ടെർമിനൽ ഏതാണെന്നതിനനുസരിച്ച് ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷനുകളെ മൂന്നായി തിരിക്കാം.

- കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷൻ (CB കോൺഫിഗറേഷൻ)
- കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷൻ (CE കോൺഫിഗറേഷൻ)
- കോമൺ കളക്ടർ കോൺഫിഗറേഷൻ (CC കോൺഫിഗറേഷൻ)

മൂന്നു കോൺഫിഗറേഷനുകളുടെയും സ്വഭാവം വ്യത്യസ്തമായതിനാൽ ഇവ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിനോട് പ്രതികരിക്കുന്നതും ഔട്ട്പുട്ട് നൽകുന്നതും വ്യത്യസ്തമായിട്ടായിരി ക്കും.

കോമൺ ബെയ്സ് (CB) കോൺഫിഗറേഷൻ

കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷനിൽ ബെയ്സ് ടെർമിനൽ ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനും പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ എമിറ്റർ - ബെയ്സ് ടെർമിനലുകളിൽ നൽകുകയും ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ കളക്ടർ - ബെയ്സ് ടെർമിനലുകളിൽ ലഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബെയ്സ് ടെർമിനലിനെ ഗ്രൗണ്ടിലോ ഒരു റഫറൻസ് വോൾട്ടേജിലോ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം.5.6 കോമൺ ബെയ്സ് (CB) കോൺഫിഗറേഷൻ

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് = V_{BE} ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് = V_{CB}

ഇൻപുട്ട് കറന്റ് = I_E ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് = I_C

ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് (R_i) = V_{EB}/I_E ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് (R_o) = V_{CB}/I_C

ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ സമവാക്യത്തിൽ അംശം V_{CB} വളരെ കുറഞ്ഞ ഫോർവേഡ് ബയാസ് വോൾട്ടേജും ഛേദം I_E താരതമ്യേന കൂടിയ കറന്റുമായതിനാൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കുറവായിരിക്കും. ഔട്ട്പുട്ട് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ആയതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും.

കറന്റ് ഗെയിൻ α (ആൽഫ)

ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റും ഇൻപുട്ട് കറന്റും തമ്മിലുള്ള അനുപാതത്തെ കറന്റ് ഗെയിൻ എന്നു പറയുന്നു. ഇത് ഇൻപുട്ട് കറന്റിന്റെ എത്ര മടങ്ങാണ് ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റെന്നുള്ളത് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷനിൽ എമിറ്റർ കറന്റ് (I_E) ഇൻപുട്ട് കറന്റും കളക്ടർ കറന്റ് (I_C) ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റുമാണ്. അതിനാൽ കോമൺ ബെയ്സ് (CB) കറന്റ് ഗെയിനിനെ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതുപോലെ നിർവചിക്കാം.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

I_C യുടെ മൂല്യം I_E യുടേതിന് ഏകദേശം തുല്യവും എന്നാൽ കുറവുമായതിനാൽ α യുടെ മൂല്യം ഏകദേശം 0.9 –0.99 പരിധിയിലായിരിക്കും.

ആകെ കളക്ടർ കറന്റിന്റെ സമവാക്യം

മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമവാക്യപ്രകാരം ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് I_C, ഇൻപുട്ട് കറന്റ് I_E യുടെ α മടങ്ങാണ്. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ആക്ടീവ് മോഡിൽ കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കും. അതിനാൽ $I_E = 0$ ആണെങ്കിൽ പോലും കളക്ടറിലൂടെ ഒരു ചെറിയ അളവ് മൈനോരിറ്റി വാഹകർ ഒഴുകുന്നുണ്ട്. ഇതിനെ റിവേഴ്സ് സാച്ചുറേഷൻകറന്റ്, I_{CBO} എന്നു പറയുന്നു. I_{CBO} എന്നത് എമിറ്റർ തുറന്നിരിക്കുമ്പോൾ കളക്ടറിനും ബെയ്സിനുമിടയിലുള്ള കറന്റിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

അതിനിൽ ആകെ കളക്ടർ കറന്റ്

$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$$

ആയിരിക്കും.

I_{CBO} എന്നത് I_E ഇല്ലാത്തപ്പോഴുള്ള കളക്ടർ കറന്റാണ്. αI_E എന്നത് I_E ഉള്ളപ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന കളക്ടർ കറന്റുമാണ്.

I_{CBO} യുടെ മൂല്യം വളരെ കുറവായതിനാൽ സാധാരണയായി ഇതിനെ അവഗണിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

ചോദ്യം 5.1

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴുള്ള പരാമീറ്ററുകൾ തന്നിരിക്കുന്നു.. $I_B = 20\ \mu A$ ഉം $I_C = 2mA$ ഉം ആയാൽ α മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം : I_C=2mA.

$I_B = 20\mu A = 20 \times 10^{-3} mA$

$\alpha = I_C/I_E$. അതുകൊണ്ട് I_E കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ കറന്റിന്റെ സമവാക്യം നമുക്കറിയാം.

$I_E = I_C + I_B$

$I_E = 2\ \mu A + 20 \times 10^{-3} mA$

$= 2.02mA$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$= \frac{2mA}{2.02mA}$$

$= 0.99$

ചോദ്യം 5.2

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ CB കോൺഫിഗറേഷനിൽ എമിറ്റർ കറന്റ് 5 mA ഉം കളക്ടർ കറന്റ് 4.92 mA ഉം ആണെങ്കിൽ കറന്റ് ഗെയിൻ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം : $I_E = 5mA$

$I_C = 4.92mA$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$= \frac{4.92mA}{5mA}$$

$= 0.984$

ചോദ്യം 5.3

കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ കറന്റ് 1mA . എമിറ്റർ തുറന്നിരിക്കുമ്പോളുള്ള കളക്ടർ കറന്റ് 50 μA . ആൽഫയുടെ മൂല്യം 0.92 ആയാൽ ആകെ കളക്ടർ കറന്റ് കണ്ടുപിടിക്കുക.

$I_E = 1mA$

$I_{CBO} = 50\ \mu A = 0.05mA$

$\alpha = 0.92$

ആകെ കളക്ടർ കറന്റ്

$$I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$$
$$= 0.92 \times 1mA + 0.05\ mA$$
$$= 0.92 + 0.05 = 0.97\ mA$$

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

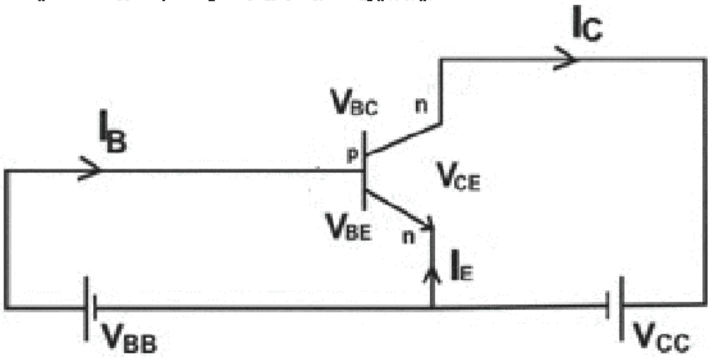
കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ കറന്റ് 1mA ഉം കളക്ടർ കറന്റ് 0.956 mA ഉം ആണെങ്കിൽ α യുടെ മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ

ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജും തമ്മിലുള്ള അനുപാതത്തെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ എന്നു പറയുന്നു. CB കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഔട്ട് പുട്ട് കറന്റും ഇൻപുട്ട് കറന്റും ഏകദേശം തുല്യമാണ്. അതേസമയം ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കൂടുതലും ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കുറവുമാണ്. അതുകൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ടിൽ രൂപപ്പെടുന്ന വോൾട്ടേജ് വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. ആയതിനാൽ CB കോൺഫിഗറേഷന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിനും കൂടുതലായിരിക്കും.

കോമൺ എമിറ്റർ (CE) കോൺഫിഗറേഷൻ

കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷനിൽ എമിറ്റർ ഔട്ട്പുട്ടിനും ഇൻപുട്ടിനും പൊതുവായിട്ടുപയോഗിക്കുന്നു. ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ ബെയ്സിനും എമിറ്ററിനുമിടയിൽ നൽകുകയും ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ കളക്ടർ, എമിറ്റർ ടെർമിനലുകളിൽ നിന്നെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചിത്രം 5.7 -ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ എമിറ്ററിനെ ഗ്രൗണ്ട് (എർത്ത്) ചെയ്യുകയോ ഒരു റഫറൻസ് വോൾട്ടിലേക്കു ബന്ധിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം.5.7 കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷൻ

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ്	=	V_{BE}	ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്	=	V_{CE}
ഇൻപുട്ട് കറന്റ്	=	I_B	ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ്	=	I_C
ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (R_i)	=	V_{BE}/I_B	ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (R_o)	=	V_{CE}/I_C

കോമൺ ബെയ്സിലെ ഇൻപുട്ട് കറന്റ് I_E യുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ കോമൺ എമിറ്ററിലെ ഇൻപുട്ട് കറന്റ് I_B വളരെ കുറവാണ്. രണ്ടിലും ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജുകൾ തുല്യമാണ്. ആയതിനാൽ CE കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് കൂടുതലായിരിക്കും. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE} യും കറന്റ് I_C യും കൂടുതലായാണ് ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് CB യുമായി താരതമ്യം ചെയ്താൽ കൂടുതൽ ആയിരിക്കും.

കറന്റ് ഗെയിൻ β (ബീറ്റ) (കറന്റ് ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ ഫാക്ടർ)

കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഇൻപുട്ട് കറന്റ് I_B യും ഔട്ട് പുട്ട് കറന്റ് I_C യുമാണ്. അതിനാൽ CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ കറന്റ് ഗെയിൻ എന്നത് കളക്ടർ കറന്റ് I_C യും ബെയ്സ് കറന്റ് I_B യും തമ്മിലുള്ള അനുപാതമായിരിക്കും. അതിനെ β കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

ആകെ കളക്ടർ കറന്റിന്റെ സമവാക്യം

β യുടെ സമവാക്യത്തിൽനിന്നു കളക്ടർ കറന്റ് I_C, I_B യുടെ β മടങ്ങാണെന്നു കാണാം. ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ആക്ടീവ് മോഡിൽ കളക്ടർ ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലാണെന്ന് നമുക്കറിയാം. ബെയ്സ് ടെർമിനൽ ഓപ്പണാണെങ്കിലും മൈനോരിറ്റി വാഹകർ മൂലം കളക്ടറിൽ ഒരു ചെറിയ കറന്റിന്റെ പ്രവാഹം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ കറന്റിനെ I_{CEO} എന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ബെയ്സ് ഓപ്പണായിരിക്കുമ്പോൾ കളക്ടറിനും എമിറ്ററിനുമിടയിലുള്ള കറന്റിനെയാണ് I_{CEO} എന്നു പറയുന്നത്. ആയതിനാൽ ആകെ കളക്ടർ കറന്റ്

$$I_C = \beta I_B + I_{CEO}$$ ആയിരിക്കും.

I_{CEO} യുടെ മൂല്യം വളരെ കുറവായതിനാൽ പ്രായോഗിക സാഹചര്യങ്ങളിൽ അതിനെ അവഗണിക്കുകയാണു ചെയ്യുന്നത്.

α യും β തമ്മിലുള്ള ബന്ധം

$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ ആണെന്ന് നമുക്കറിയാമല്ലോ.

$I_E = I_B + I_C$ എന്ന സമവാക്യമുപയോഗിച്ച് മുകളിലുള്ള സമവാക്യത്തെ $\alpha = \frac{I_C}{I_C + I_B}$

എന്നെഴുതാം.

വലതുവശത്തുള്ള അംശത്തെയും ഛേദത്തെയും I_C കൊണ്ടു ഹരിച്ചാൽ

$$\alpha = \frac{1}{1+\frac{I_B}{I_C}}$$

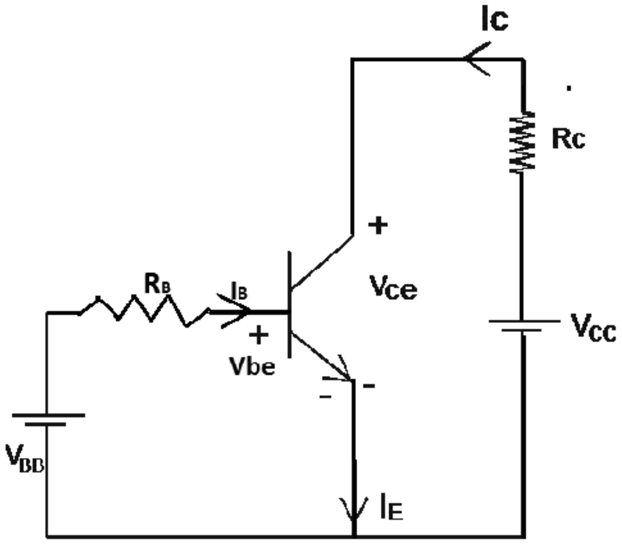
$$\text{ie, } \alpha = \frac{\beta}{\beta+1}$$

മുകളിലത്തെ സമവാക്യത്തിൽ നിന്ന്

$$\alpha\ (1+\beta) = \beta$$
$$\alpha + \alpha\ \beta = \beta$$
$$\alpha = \beta - \alpha\beta$$
$$\alpha = \beta\ (1-\alpha)$$
$$\therefore \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ

ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജും തമ്മിലുള്ള അനുപാതത്തെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ എന്നു പറയുന്നു. CE കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് കൂടുതലും ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് കുറവുമാണ്. അതുപോലെത്തന്നെ ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് I_C ഇൻപുട്ട് കറന്റ് I_B യെക്കാൾ വളരെ കൂടുതലുമാണ്. അതുകൊണ്ട് ഔട്ട് പുട്ടിൽ രൂപപ്പെടുന്ന വോൾട്ടേജ് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. അതിനാൽ CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിനും കറന്റ് ഗെയിനും കൂടുതലായതിനാൽ അതിന്റെ പവർ ഗെയിനും വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. ആയതിനാൽ CE കോൺഫിഗറേഷനെ സാധാരണയായി പവർ ആംപ്ലിഫയറുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.



ചിത്രം.5.8 CE ആംപ്ലിഫയർ

ചിത്രം 5.8 ൽ CE ആംപ്ലിഫയറിനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ബെയ്സിനും എമിറ്ററിനുമിടയിൽ ഇൻപുട്ട് കൊടുക്കുകയും കളക്ടറിനും എമിറ്ററിനും ഇടയിൽനിന്ന് ഔട്ട്പുട്ട് എടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ബെയ്സ് കറന്റിലുള്ള ഒരു ചെറിയ മാറ്റം കളക്ടർ കറന്റിലുള്ള ഒരു വലിയ മാറ്റത്തിന് ($I_C = \beta I_B$) കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഈ കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കൂടുതലാണ്. വോൾട്ടേജ് എന്നത് കറന്റിന്റെയും റെസിസ്റ്റൻസിന്റെയും ഗുണനഫലമാണ്. ആയതിനാൽ വർധിപ്പിക്കപ്പെട്ട ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ കളക്ടറിൽ ലഭിക്കുന്നു.

ചോദ്യം 5.4

CE കോൺഫിഗറേഷനിലുള്ള ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ കറന്റ് 2mA ഉം കളക്ടർ കറന്റ് 1.95 mA യുമാണെങ്കിൽ β യുടെ മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

$$I_E = 2mA$$

$$I_C = 1.95mA$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

$$I_B = I_E - I_C$$

$$= 2 - 1.95 = 0.05mA$$

$$\beta = I_C/I_B$$

$$= \frac{1.95mA}{0.05mA}$$

$$= 39$$

ചോദ്യം 5.5

CE കോൺഫിഗറേഷനിലുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സ് കറന്റ് 50 mA ആണെങ്കിൽ എമിറ്റർ കറന്റ് (I_E) കണക്കാക്കുക. ($\beta = 50$)

$$I_B = 50\mu A = 0.05mA$$

$$\beta = I_C/I_B$$

$$I_C = \beta I_B$$

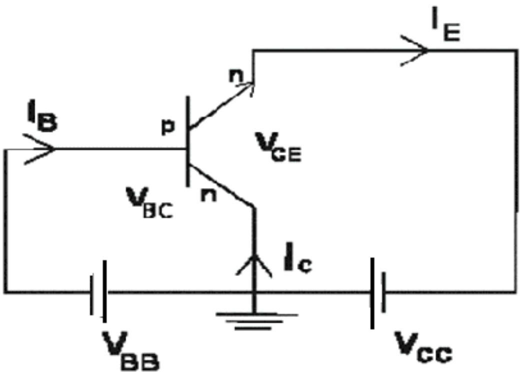
$$= 50 \times 0.05mA \quad = 2.5mA$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$= 0.05 \quad 2.5 = 2.55mA$$

കോമൺ കളക്ടർ (CC) കോൺഫിഗറേഷൻ

കോമൺ കളക്ടർ (CC) കോൺഫിഗറേഷനിൽ കളക്ടർ ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനും പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നു (ചിത്രം 5.9). ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ കളക്ടറിനും ബെയ്സിനുമിടയിൽ നൽകുകയും ഔട്ട്പുട്ട് എമിറ്ററിനും കളക്ടറിൽനിന്നും എടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം. 5.9 കോമൺ കളക്ടർ (CC) കോൺഫിഗറേഷനിൽ

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ്	$= V_{BC}$	ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്	$= V_{CE}$
ഇൻപുട്ട് കറന്റ്	$= I_B$	ഇൻപുട്ട് കറന്റ്	$= I_E$
ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് $(R_i) = V_{BC}/I_B$		ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (R_o)	$= V_{CE}/I_E$

കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബെയാസിൽ ആയിരിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കൂടുതലും ഔട്ട് പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കുറവുമായിരിക്കും.

ചിത്രം 5.9-ൽ നിന്ന് $V_{BC} = V_{CE} - V_{BE}$ എന്നു കാണാം. V_{CE} അപേക്ഷിച്ച് വളരെ ചെറിയ മൂല്യമായതിനാൽ $V_{BC} \cong V_{CE}$ എന്നു കാണാം. ആയതിനാൽ ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ ഒന്ന് (1) ആണ്. ഇതിൽനിന്ന് എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ് (ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്) ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനു തുല്യമാണ്, അല്ലെങ്കിൽ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനെ ഫോളോ (അനുഗമിക്കുക) ചെയ്യുന്നതായി കാണാം. ആയതിനാൽ ഈ സെർക്കീട്ട് (C C) എമിറ്റർ ഫോളോവർ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

കറന്റ് ഗെയിൻ γ (ഗാമ) (കറന്റ് ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ ഫാക്ടർ)

$$\gamma = \frac{I_E}{I_B}$$

$I_E >> I_B$. ആയതുകൊണ്ട് γ യുടെ മൂല്യം വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും.

α യും β യും γ യും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം

$\gamma = \frac{I_E}{I_B}$ ആണെന്ന് നമുക്കറിയാം.

അല്ലെങ്കിൽ $\gamma = \frac{I_B + I_C}{I_B}$

അംശത്തെയും ഛേദത്തെയും I_B കൊണ്ട് ഹരിച്ചാൽ

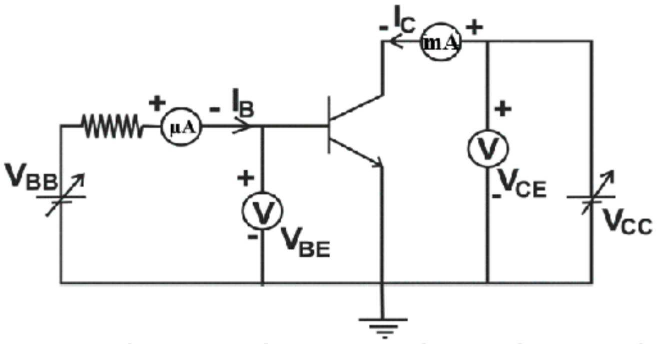
$$\gamma = \frac{1 + \frac{I_C}{I_B}}{1}$$

$$\gamma = 1 + \beta \qquad (\beta = I_C / I_B)$$

$$\text{Also } \gamma = 1 + \beta = 1 + \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{1}{1-\alpha}$$

5.6 കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷന്റെ സ്വഭാവസവിശേഷതാ ഗ്രാഫ്

വോൾട്ടേജും കറന്റും (V-I) തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സ്വഭാവസവിശേഷതാ ഗ്രാഫുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഗ്രാഫുകൾ വരച്ചാണ് ഓരോ കോൺഫിഗറേഷന്റെയും സ്വഭാവം പഠിക്കുന്നത്. ഈ ഗ്രാഫുകളെ 'കാരക്ടറിസ്റ്റിക് (സ്വഭാവസവിശേഷത) ഗ്രാഫുകൾ' എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. കറന്റിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾ അളക്കുന്നതിന് അമ്മീറ്ററുകൾ ബെയ്സിലും കളക്ടറിലും ശ്രേണീരീതിയിലും വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനങ്ങൾ അളക്കുന്നതിന് വോൾട്ട് മീറ്ററുകൾ സമാന്തരമായും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.



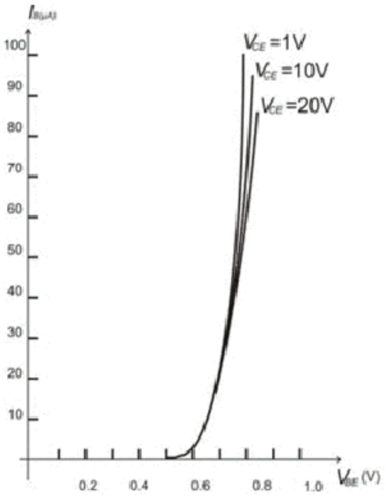
ചിത്രം.5.10 സവിശേഷതാഗ്രാഫിനുവേണ്ടിയുള്ള സെർക്കീട്ട്

ഇൻപുട്ട് സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ

കോമൺ എമിറ്ററിൽ ബെയ്സും എമിറ്ററുമാണ് ഇൻപുട്ട് ടെർമിനലുകൾ. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ ബെയ്സ് കറന്റ് (I_B), ബെയ്സ് എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ് V_{BE} എന്നിവ തമ്മിലുള്ള ഗ്രാഫാണ് ഇൻപുട്ട് സവിശേഷതാഗ്രാഫ്. ഔട്ട് പുട്ടിന്റെ വോൾട്ടേജ് V_{BE} വ്യത്യാസപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ഈ ഗ്രാഫിനും വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നു.

ഗ്രാഫിൽനിന്നു താഴെപറയുന്ന ആശയങ്ങളിലേക്ക് എത്തിച്ചേരാം.

1. ഇൻപുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സ് ഒരു PN ജങ്ഷൻ ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സിനു സമാനമാണ്.
2. കട്ട് - ഇൻ വോൾട്ടേജിനു ശേഷം V_{BE}



ചിത്രം.5.11 CE ഇൻപുട്ട് സവിശേഷതകൾ

യിലുള്ള ചെറിയ വ്യത്യാസം പോലും I_B യിൽ വലിയ വ്യത്യാസത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കുറവായിരിക്കും .

3. ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് $ri = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}$, V_{CE} യുടെ ഒരു പ്രത്യേക മൂല്യത്തിനാണ് ഇത് കണക്കാക്കുന്നത്. കാരണം V_{CE} മാറുമ്പോൾ *ri* യിലും മാറ്റം വരുന്നു.

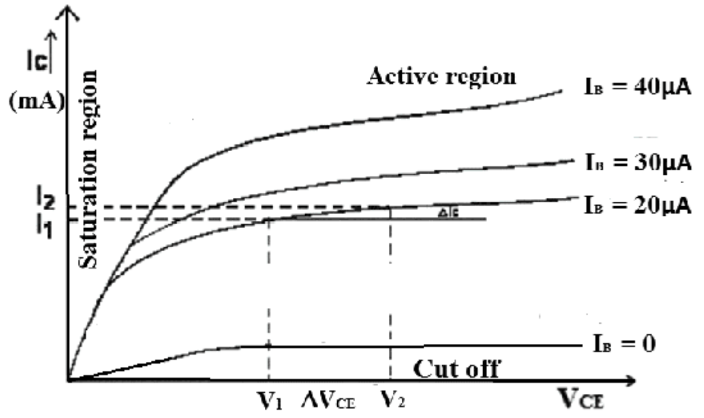
പ്രവർത്തനം 2

ഒരു സാധാരണ PN ജങ്ഷൻ ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സും CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഇൻപുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സും തമ്മിലുള്ള സാമ്യങ്ങളും വ്യത്യാസങ്ങളും എഴുതുക.

മുകളിൽ പ്രസ്താവിച്ചതുപോലെ CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഇൻപുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സും PN ജങ്ഷൻ ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സും സമാനമാണ്. രണ്ടിലും കട്ട് ഇൻ വോൾട്ടേജിനു മുകളിൽ, ചെറിയ വോൾട്ടേജ് വ്യത്യാസം പോലും കറന്റിൽ വലിയ വ്യതിയാനം സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനാൽ CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് $\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}$ വളരെ കുറവായിരിക്കും.

ഔട്ട് പുട്ട് സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ (Output characteristics)

കോമൺ എമിറ്ററിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ടെർമിനലുകൾ കളക്ടറും എമിറ്ററുമായതിനാൽ കളക്ടർ കറന്റ് I_C യും കളക്ടർ എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ് V_{CE} യും തമ്മിലുള്ള ഗ്രാഫായിരിക്കും ഇതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സ്. ഇൻപുട്ടിലെ ബെയ്സ് കറന്റ് മാറുന്നതിനനുസരിച്ചാണ് ഇവിടെ ഗ്രാഫിന് വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നത് (ചിത്രം 5.12)



ചിത്രം.5.12 CE ഔട്ട്പുട്ട് സവിശേഷതകൾ

മുകളിൽ കൊടുത്ത ഗ്രാഫിൽനിന്നു താഴെപ്പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ നമുക്ക് കാണാൻ കഴിയും.

1. ***കട്ട് ഓഫ് മേഖല :*** *$I_B = 0$ എന്ന ഗ്രാഫിനു താഴെ വരുന്ന ഭാഗമാണ് കട്ട് ഓഫ് മേഖല എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഈ മേഖലയിൽ എമിറ്റർ ബേസ് ജങ്ഷനും കള*

ക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനും റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കും. ആയതിനാൽ റിവേഴ്സ് സാച്ചുറേഷൻ കറന്റ് I_{CEO} മാത്രം പ്രവഹിക്കുന്നു. അതു വളരെ കുറഞ്ഞ അളവിലായതിനാൽ ട്രാൻസിസ്റ്റർ 'ഓഫ്' ആയിരിക്കും.

2. ***പൂരിത മേഖല (Saturation Region):*** *ഈ മേഖലയിൽ എമിറ്റർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനും കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനും ഫോർവേഡ് ബയാസിലാണ്. സാച്ചുറേഷൻ മേഖലയിൽ ബെയ്സ് കറന്റിനനുസൃതമായ ഒരു മാറ്റം കളക്ടർ കറന്റിലുണ്ടാകുന്നില്ല. ഈ മേഖലയിൽ ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഓൺ അവസ്ഥയിലായിരിക്കും എന്നു നമുക്കു പറയാം.*
3. ***ആക്ടീവ് മേഖല:*** *ഈ മേഖലയിൽ എമിറ്റർ ബെയ്സ് (EB) ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസിലും കളക്ടർ ബെയ്സ് (CB) ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലുമാണ്. ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആംപ്ലിഫയറായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത് ഈ മേഖലയിലാണ്.*
4. *V_{CE} യിലുണ്ടാകുന്ന വലിയ വ്യത്യാസങ്ങൾ I_C യിൽ ചെറിയ വ്യതിയാനമേ സൃഷ്ടിക്കുന്നുള്ളൂ. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും.*
5. *ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് $r_0 = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}$ ഇത് ഒരു പ്രത്യേക I_B കറന്റിലാണ് കണ്ടുപിടിക്കുന്നത്. കാരണം I_B മാറുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് മാറുന്നു.*

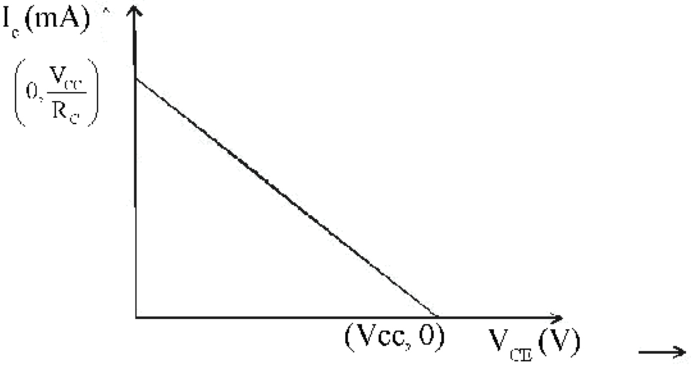
5.7 CB, CE , CC കോൺഫിഗറേഷനുകളുടെ താരതമ്യപ്പട്ടിക

സവിശേഷതകൾ	CB	CE	CC
1) ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (r_i)	വളരെ കുറവ് (ഏകദേശം 2.5Ω)	കുറവ് (ഏകദേശം 2.5kΩ)	വളരെ കൂടുതൽ
2) ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (r_o)	വളരെ കൂടുതൽ (ഏകദേശം 400 kΩ)	കൂടുതൽ (ഏകദേശം 50 kΩ)	കുറവ് (ഏകദേശം 50 Ω)
3) കറന്റ് ഗെയിൻ	$\alpha = \frac{\beta}{\beta+1}$	$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$	$\gamma = \frac{1}{1-\alpha}$
4) കറന്റ് ഗെയിൻ	α, ഒന്നിൽ കുറവ്	β, വലിയ മൂല്യം	γ വലിയ മൂല്യം
5) വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ	കൂടുതൽ	കൂടുതൽ	ഒന്നിൽ കുറവ്

5.8 DC ലോഡ് ലൈൻ

ചിത്രം 5.8 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന കളക്ടർ റെസിസ്റ്റർ R_C യോടുകൂടിയ കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷന്റെ കളക്ടർ എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ് V_{CE} ഉം കളക്ടർ കറന്റ്, I_C യും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ എന്ന സമവാക്യത്താൽ കാണിക്കാം. സ്ഥിരമായ ഒരു R_C മൂല്യത്തിന് V_{CE} യുടെയും I_C യുടെയും വ്യത്യസ്തങ്ങളായ മൂല്യങ്ങൾ നിർണയിക്കുന്ന പോ

യിന്റു (ബിന്ദുക്കൾ) കൾ ഗ്രാഫിൽ അടയാളപ്പെടുത്തുന്നു എന്നു കരുതുക. ഈ പോയിന്റു കൾ തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ചാൽ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ എന്ന സമവാക്യം നിർണയിക്കുന്ന ഒരു നേർ രേഖ ലഭിക്കും. ഈ രേഖയെയാണ് 'DC ലോഡ് ലൈൻ' എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഒരു രേഖ വര യ്ക്കാൻ ആ രേഖ കടന്നുപോകുന്ന ഏതെങ്കിലും രണ്ടു പോയിന്റുകൾ കണ്ടുപിടിച്ചാൽ മതി. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE} യുടെയും ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് I_C യുടെയും പരമാവധി മൂല്യ ങ്ങൾ അറിയാൻ സാധിച്ചാൽ ഈ രണ്ട് പോയിന്റുകൾ ലഭിക്കും. I_C പൂജ്യമാകുമ്പോൾ V_{CE} യും V_{CE} പൂജ്യമാകുമ്പോൾ I_C യും അവയുടെ പരമാവധി മൂല്യത്തിൽ എത്തുന്നു.



ചിത്രം.5.13 DC ലോഡ് ലൈൻ

CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ എന്ന സമവാക്യമുപയോഗിച്ച് പ്രതിനി ധീകരിക്കാം.

ഇതിൽനിന്ന് $I_C = 0$ ആകുമ്പോൾ $V_{CE} = V_{CC}$ ആകുന്നു എന്നു കാണാം. ഇത് X ആക്സിസിൽ $(V_{CC}, 0)$ എന്ന പോയിന്റ് നൽകുന്നു. ഇത് കട്ട്-ഓഫ് പോയിന്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

$V_{CE} = 0$ ആകുമ്പോൾ

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

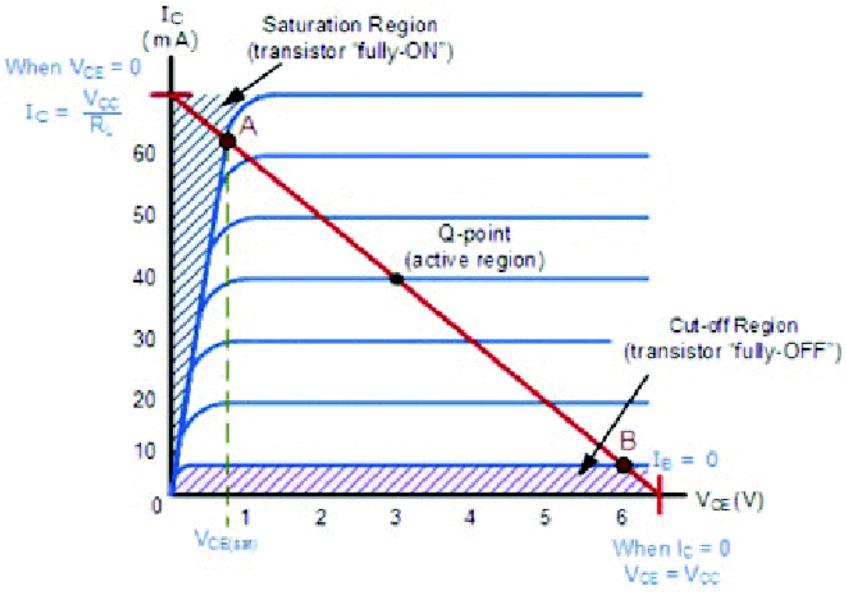
$$0 = V_{CC} - I_C R_C$$

$$I_C R_C = V_{CC}$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

ഇത് Y ആക്സിസിൽ $\frac{(0, V_{CC})}{R_C}$ എന്ന പോയിന്റ് നൽകുന്നു. ഇത് സാച്ചുറേഷൻ പോയിന്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ചിത്രം 5.14 ൽ കാണിക്കുന്നത് CE കോൺഫിഗറേഷനിലെ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ DC ലോഡ് ലൈനാണ്.



ചിത്രം.5.14 DC കോൺഫിഗറേഷനിലെ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ DC ലോഡ് ലൈൻ

ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് പൂജ്യം മുതൽ ഇൻഫിനിറ്റി (അനന്തമായി) വരെ വ്യത്യാസപ്പെടുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ ലോഡ്ലൈൻ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് (Q പോയിന്റ്)

ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ ഒന്നും നൽകാതിരിക്കുമ്പോഴുള്ള ബെയ്സ് കറന്റിനാനുപാതികമായ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CC} യും ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് I_C യും നിർണയിക്കുന്ന DC ലോഡ് ലൈനിലെ പോയിന്റിനെ ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റെന്നു പറയുന്നു. ഒരു AC സിഗ്നൽ ആംപ്ലിഫിക്കേഷനുവേണ്ടി ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സിൽ നൽകുമ്പോൾ V_{CE} യും I_C യും ഈ പോയിന്റിൽ നിന്നു വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ്, ക്വിസന്റ് പോയിന്റ് അഥവാ വർക്കിങ് പോയിന്റ് എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക I_B നിർണയിക്കുന്ന ഔട്ട്പുട്ട് സവിശേഷതാഗ്രാഫും DC ലോഡ് ലൈനും കൂടിച്ചേരുന്ന പോയിന്റാണ് ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ്.

പ്രവർത്തനം 3

ചിത്രം 5.8 -ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിൽ $V_{CC} = 12V$ ഉം $R_C = 6\ K\Omega$ ഉം ആണെങ്കിൽ DC ലോഡ് ലൈൻ വരയ്ക്കുക.

- *ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ സമവാക്യം $V_{CE} = V_{CC} - IcRc$ എന്നത് $(y = mx + c)$ എന്ന സമവാക്യം പോലെ ഒരു നേർരേഖയെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ?*
- *ലോഡ് ലൈൻ അങ്ങനെ അറിയപ്പെടുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?*
- *ഔട്ട് പുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക് ഗ്രാഫിൽ ലോഡ് ലൈൻ എവിടെയെങ്കിലും കൂട്ടിമുട്ടുമോ? ആ പോയിന്റെ പ്രാധാന്യം എന്താണ്?*

ഏതൊരു ബെയ്സ് കറന്റിനുമനുസരിച്ച് ലോഡ് ലൈൻ ഒരു ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റും നൽകും. ലോഡ് ലൈൻ ഔട്ട്പുട്ട് സവിശേഷതാഗ്രാഫിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു പോയിന്റിൽ കൂടിച്ചേരുന്നു. ആ പോയിന്റിനെ ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് അഥവാ Q പോയിന്റ് എന്നു പറയുന്നു. ആംപ്ലിഫയറിന് ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ നൽകാത്തപ്പോൾ അഥവാ അവസ്ഥയിൽ അതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റും ഈ ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് നൽകുന്നു.

$V_{CC}\quad 12\,V\quad Rc\quad 6k\Omega$

X - ആക്സിസിലെ കട്ട് ഓഫ് പോയിന്റാണ്

(V_{CC}, O).

ഇവിടെ $I_c\quad 0, V_{CE}\quad V_{CC}\quad 12\,V$. അതിനാൽ *X* ലെ പോയിന്റ് *(12, O)* ആയിരിക്കും.

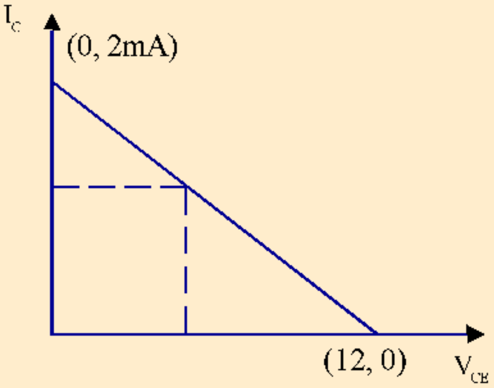
Y - ആക്സിസിലെ കട്ട് ഓഫ് പോയിന്റാണ്

$\left(0, \frac{V_{CC}}{R_{CO}}\right)$.

ഇവിടെ $V_{CE}\quad R_{CO}$, $I_c\; V_{CC}/R_{CC}\quad 12V/6k\Omega$

$\therefore I_c\quad 2mA$

അതിനാൽ *y axis* ലെ *(0, 2mA)* പോയിന്റ് ആയിരിക്കും.

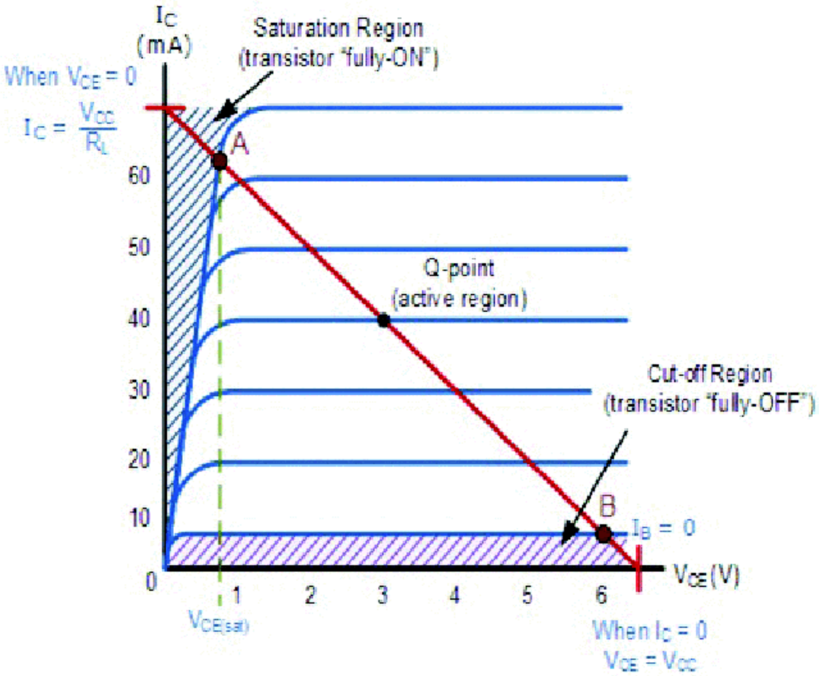


5.9 ട്രാൻസിസ്റ്റർ സ്വിച്ച്

ആംപ്ലിഫയറായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ട്രാൻസിസ്റ്റർ എപ്പോഴും ആക്ടീവ് റീജിയണിലായിരിക്കും പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളെ കട്ട് ഓഫിലും സാച്ചുറേഷനിലും ബയാസ് ചെയ്ത് ഒരു ON/ OFF സ്വിച്ചായി പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും.

ആംപ്ലിഫയർ കഴിഞ്ഞാൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ മറ്റൊരു വലിയ ഉപയോഗമാണ് സ്വിച്ച്. ഉയർന്ന പവർ ഉപയോഗിക്കുന്ന മോട്ടോറുകൾ, പ്രകാശസ്രോതസ്സുകൾ എന്നിവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും ഡിജിറ്റൽ ഇലക്ട്രോണിക്സ്, ലോജിക് ഗേറ്റ് സെർക്കീട്ടുകളിലും ട്രാൻസിസ്റ്റർ സ്വിച്ചുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

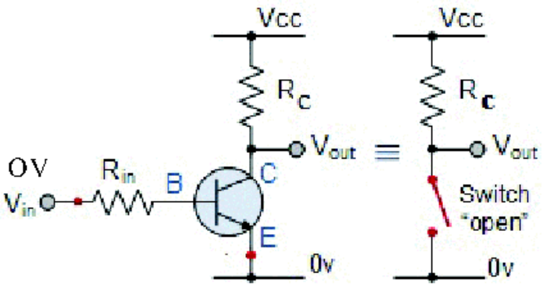
ട്രാൻസിസ്റ്റർ കട്ട് ഓഫ് മേഖലയിൽ ഓഫായും ഓണായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തന മേഖലകൾ ചിത്രം 5.15 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം.5.15 ഓപ്പറേറ്റിങ് മേഖലകൾ

കട്ട് ഓഫ് റീജിയൺ

ഈ മേഖലയിൽ എമിറ്റർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷനും കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനും റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ സ്വിച്ച് ഓഫായിരിക്കും.

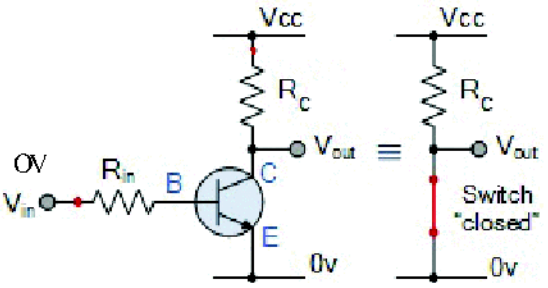


ചിത്രം.5.16 ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു ഓപ്പൺ സ്വിച്ച് പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

- ബെയ്സ് എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ് $V_{BE} < 0.7V$
- ബെയ്സ് എമിറ്റർ ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കും.
- കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കും.
- ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഓഫായിരിക്കും.
- കളക്ടർ കറന്റ് പൂജ്യം
- $V_{CE} = V_{CC}$
- ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു തുറന്ന സ്വിച്ച് പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

സാച്ചുറേഷൻ റീജിയൺ

ഈ റീജിയണിൽ എമിറ്റർ ബെയേസ് ജങ്ഷനും കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷനും ഫോർവേഡ് ബയാസിലായിരിക്കും. ബെയ്സ് കറന്റ് I_B യും കളക്ടർ കറന്റ് I_C യും പരമാവധി ഒഴുകുന്നു. ട്രാൻസിസ്റ്റർ പൂർണ്ണമായും ഓണായിരിക്കും.



ചിത്രം. 5.17 ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു അടഞ്ഞ സ്വിച്ച് പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

- ബെയ്സ് എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ് $V_{BE} > 0.7V$
- ബെയ്സ് എമിറ്റർ ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസിലായിരിക്കും.
- കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസിലായിരിക്കും.
- ട്രാൻസിസ്റ്റർ പൂർണമായും ഓണായിരിക്കും.
- കളക്ടർ കറന്റ് വാല്യു പരമാവധി ആയിരിക്കും $I_C = V_{CC} / R_C$.
- $Vout = V_{CE}$ = '0'.
- ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു അടഞ്ഞ സ്വിച്ച് പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

സംഗ്രഹിക്കാം

ഒരു ബൈപോളാർ ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ രണ്ട് PN ജങ്ഷനുകളുണ്ട്. ഇലക്ട്രോണുകളും ഹോളുകളും ഒരുപോലെ കറന്റ് പ്രവാഹത്തിൽ പങ്കാളികളാണ്. എമിറ്റർ, കളക്ടർ ബെയ്സ് എന്നീ മൂന്നു മേഖലകൾ വലുപ്പത്തിലും ഡോപ്പിങ്ങിലും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. രണ്ട് PN ജങ്ഷനുകളെയും വ്യത്യസ്തമായി ബയാസ് ചെയ്ത് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആക്ടീവ്, സാച്ചുറേഷൻ, കട്ട് ഓഫ് എന്നീ രീതികളിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും. ആക്ടീവ് രീതിയിൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് ആംപ്ലിഫയറായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കും. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ എമിറ്റർ കറന്റ് കളക്ടർ കറന്റിന്റെയും ബെയ്സ് കറന്റിന്റെയും തുകയായിരിക്കും. α, β, γ എന്നിവ യഥാക്രമം CB, CE, CC കോൺഫിഗറേഷനുകളിലെ കറന്റ് ഗെയിനുകളെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഇൻപുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സ് ഒരു ഡയോഡിന്റെ ഫോർവേഡ് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സിനു സമാനമാണ്. ഔട്ട്പുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സിൽ ആക്ടീവ്, സാച്ചുറേഷൻ കട്ട് ഓഫ് എന്നീ മേഖലകൾ കാണാൻ സാധിക്കും. ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റും വോൾട്ടേജും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ DC ലോഡ് ലൈൻ എന്നറിയപ്പെടുന്ന നേർരേഖയായി ഔട്ട് പുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സിൽ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യാം. സിഗ്നൽ ഒന്നും കൊടുക്കാത്തപ്പോൾ ഒരു പ്രത്യേക I_B യ്ക്ക് V_{CE} ഉം I_C ഉം നിർണയിക്കുന്ന പോയിന്റിനെ ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റെന്നു പറയുന്നു. കട്ട് ഓഫ് റീജിയണിലും സാച്ചുറേഷൻ റീജിയണിലും മാറ്റി പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ സ്വിച്ചായി ഉപയോഗിക്കാൻ സാധിക്കും.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളിലും ഉപകരണങ്ങളിലും ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രാധാന്യം വിവരിക്കുന്നു.
- ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഘടന വരച്ച് ടെർമിനലുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തുന്നു.
- ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ വിവിധ രീതികളിലുള്ള പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുന്നു.
- വിവിധ ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷനുകളുടെ സെർക്കീട്ട് വരയ്ക്കുകയും അവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ വിവരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.
- DC ലോഡ് ലൈൻ വരച്ച് പ്രാധാന്യം വിവരിക്കുന്നു.
- ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ സ്വിച്ചായി എങ്ങനെ ഉപയോഗിക്കാമെന്നു വിവരിക്കുന്നു.

മൂല്യനിർണയ ഉപാധികൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1 ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളെ സ്വിച്ചായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അവയെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നത്

എ. ആക്ടീവ് മേഖല

ബി. ബ്രേക്ക് ഡൗൺ മേഖല

സി. സാച്ചുറേഷനും കട്ട് ഓഫും

ഡി. ലീനിയർ മേഖല

2 ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ $\beta = 250$, ബെയ്സ് കറന്റ് $I_B = 20\mu A$, എന്നാൽ കളക്ടർ കറന്റ് I_C എത്ര?

എ. $500\,\mu A$

ബി. $5\ mA$

സി. $50\ mA$

ഡി. $5\ A$

3 I_C/I_E എന്ന കറന്റിന്റെ അനുപാതം എപ്പോഴും ഒന്നിൽ കുറവായിരിക്കും. അതറിയപ്പെടുന്നത് .... എന്നാണ്.

എ. ബീറ്റ

ബി. ആൽഫ

സി. തീറ്റ

ഡി. ഒമേഗ

4. ലോഡ് ലൈനിന്റെ രണ്ട് അഗ്രങ്ങളും അവസാനിക്കുന്നത്

എ. സാച്ചുറേഷനിലും കട്ട് ഓഫിലും

ബി. ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയന്റിൽ

സി. പവർ കർവ്

ഡി. ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യുന്ന സംഖ്യ

5. ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ കറന്റ് ഗെയിൻ

എ. I_C/I_B

ബി. I_C/I_E

സി. I_B/I_E

ഡി. I_E/I_B

6. CE കോൺഫിഗറേഷന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് കാരക്ടറിസ്റ്റിക്സ് കാണിക്കുന്നത്.

എ. I_E യും V_{CE} യും I_B സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ

ബി. I_C യും V_{CE} യും I_B സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ

സി. I_C യും V_{CE} യും I_E സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ

ഡി. I_E യും V_{BE} യും I_B സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ

7. ആക്ടീവ് മേഖലയിലായിരിക്കുമ്പോൾ ഒരു C-E കോൺഫിഗറേഷനിലുള്ള Si ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ V_{BE} എത്രയായിരിക്കും?

എ. കളക്ടർ വോൾട്ടേജ്
ബി. 0.4 V
സി. 0.7 V
ഡി. എമിറ്റർ വോൾട്ടേജ്

8. $I_E = 4.2$ mA ഉം $I_C = 4.0$ mA ഉം ഉള്ള ഒരു CB കോൺഫിഗറേഷന്റെ കറന്റ് ഗെയിൻ എത്ര?

എ. 16.80
ബി. 1.05
സി. 0.20
ഡി. 0.95

9. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ കളക്ടർ കറന്റിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് ...... ആണ്.

എ. കളക്ടർ വോൾട്ടേജ്
ബി. ബെയ്സ് കറന്റ്
സി. കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസ്
ഡി. മേൽപ്പറഞ്ഞവയെല്ലാം

10. എമിറ്റ കറന്റ് എന്നത്

എ. $I_E - I_C$
ബി. $I_C + I_E$
സി. $I_B + I_C$
ഡി. $I_B - I_C$

ഉത്തരസൂചിക

1) സി 2) ബി 3) സി 4) എ 5) എ 6) ബി 7) സി 8) ഡി 9) ബി 10) സി

വിവിരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1. CE കോൺഫിഗറേഷനിലുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഇൻപുട്ടിന്റേയും ഔട്ട്പുട്ടിന്റേയും സ്വഭാവ സവിശേഷതകൾ വരച്ച് വിവരിക്കുക.
2. β, α എന്ന പദങ്ങൾ നിർവചിച്ച് അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം പ്രസ്താവിക്കുക.
3. BJT യുടെ വിവിധ കോൺഫിഗറേഷനുകൾ ഏതൊക്കെയാണ്?
4. കോമൺ എമിറ്റർ കോൺഫിഗറേഷൻ എമിറ്റർ ഫോളോവർ എന്നറിയപ്പെടുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?
5. ഏറ്റവും കൂടുതൽ പവർ ഗെയിനുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷനേത്? എന്തുകൊണ്ട്?

6

സവിശേഷതരം ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ

ആമുഖം

6.1 ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ (FET)

6.2 പവർ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ

6.3 ലൈറ്റ് എമിറ്റിംഗ് ഡയോഡ് (LED)

6.4 ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ ഡിസ്പ്ലേ (LCD)

6.5 ഫോട്ടോ ഡിറ്റക്ടറുകൾ (ഫോട്ടോ സെൻസറുകൾ)

6.6 തെർമിസ്റ്ററുകൾ

6.7 വരാക്ടർ ഡയോഡ് (വേരിക്യാപ്)

6.8 ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട് (IC)

R7X8T5

ആമുഖം

കഴിഞ്ഞ അധ്യായത്തിൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം മനസിലാക്കി. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളെ ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ, സ്വിച്ചിങ് എന്നീ ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗിക്കാമെന്ന് നമ്മൾ കണ്ടുകഴിഞ്ഞു. ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളെ സാധാരണയായി ബൈപോളാർ എന്നും ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് എന്നും രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ അധ്യായത്തിൽ ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളെ കുറിച്ചുള്ള (FET) പൊതുവായ ചില ആശയങ്ങൾ ചർച്ചചെയ്യാം. FET കൾ BJT യെക്കാൾ വളരെക്കുറച്ചു പവർ ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ട്, ഇവ ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടുകളുടെ (IC കൾ) നിർമാണത്തിന് യോജ്യമാണ്.

ഉയർന്ന പവർ ആവശ്യമുള്ള മോട്ടോർ കൺട്രോൾ പോലെയുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്കുപയോഗിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളെ 'പവർ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ' എന്നു പറയുന്നു. പവർ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളായ സിലിക്കൺ കൺട്രോൾഡ് റെക്ടിഫയേഴ്സ് (SCR), TRIAC, DIAC, UJT എന്നിവയുടെ ചിഹ്നങ്ങളും ഉപയോഗങ്ങളും ഈ അധ്യായത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

പ്രകാശോർജത്തെ തത്തുല്യമായ വൈദ്യുതോർജത്തിലേക്കു മാറ്റുന്ന ഉപകരണങ്ങളെ ഫോട്ടോ സെൻസർ അഥവാ ഫോട്ടോ ഡിറ്റക്റ്റർ എന്നു പറയുന്നു. ഫോട്ടോ ഡയോഡുകൾ, ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ, സോളാർ സെല്ലുകൾ എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ലൈറ്റ് ഡിപെൻഡന്റ് റെസിസ്റ്ററുകളിൽ (LDR) പ്രകാശത്തിനനുസരിച്ച് അവയുടെ റെസിസ്റ്റൻസിനു മാറ്റം വരുന്നു.

വീട്ടുപകരണങ്ങളിലും ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളിലും ഗതിവേഗം സൂചിപ്പിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളിലുമുള്ള വിവിധതരം ഡിസ്പ്ലേകൾ നമുക്കറിയാം. ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ലൈറ്റ് എമിറ്റിങ് ഡയോഡ് (LED), ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ ഡിസ്പ്ളേ (LCD) എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഈ അധ്യായത്തിൽ നാം ചർച്ചചെയ്യുന്നു.

ഊഷ്മാവിന്റെ വ്യതിയാനത്തോടു പ്രതികരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണമാണ് തെർമിസ്റ്റർ. കൊടുക്കുന്ന ഊഷ്മാവിനനുസൃതമായി തെർമിസ്റ്റർ

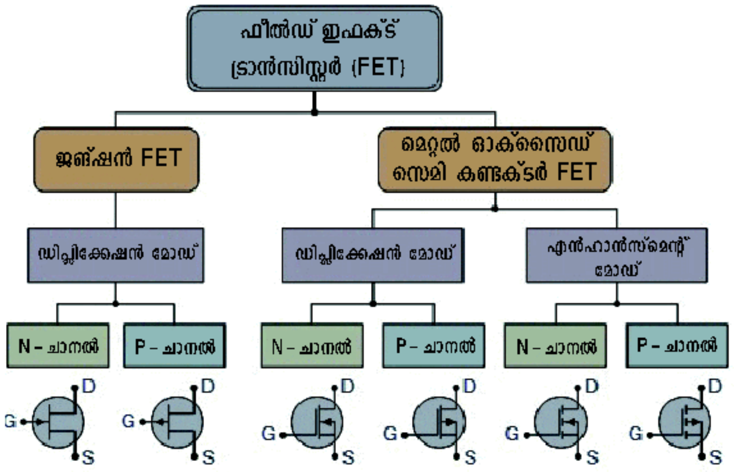
അതിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസിനു മാറ്റം വരുത്തുന്നു. കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം മാറ്റം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററായി (വേരിയബിൾ കപ്പാസിറ്റർ) പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രത്യേകതരം ഡയോഡാണ് വരാക്ടർ ഡയോഡ്. IC കളുടെ തരംതിരിക്കലും ഉദാഹരണങ്ങളും ഗുണങ്ങളും ഈ അധ്യായത്തിൽ ചർച്ച ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

6.1. ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ (FET)

1960 കളിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ട ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണമാണ് ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ (FET). BJT യുടെ പ്രവർത്തനം കറന്റ് കൊണ്ട് നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുമ്പോൾ FET യുടെ പ്രവർത്തനം വോൾട്ടേജിനാൽ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നു. FET കളെ സാധാരണയായി രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1 . ജങ്ഷൻ ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ (JFET)

2 . മെറ്റൽ ഓക്സൈഡ് സെമി കണ്ടക്ടർ FET (MOSFET)

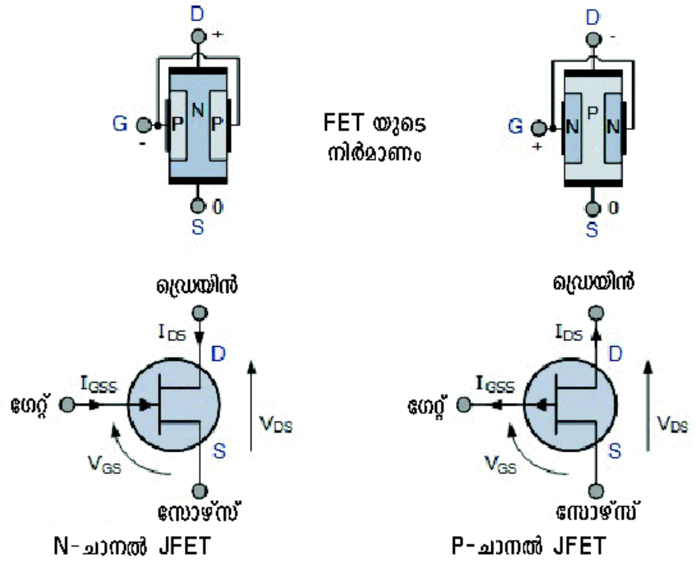


ചിത്രം 6.1 FET യുടെ തരംതിരിക്കലും അവയുടെ ചിഹ്നങ്ങളും

ജങ്ഷൻ ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്റർ (JFET)

JFET യുടെ നിർമാണം

ചിത്രം 6 . 2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ രണ്ട് PN ജങ്ഷനുകളുള്ള N ടൈപ്പ് അല്ലെങ്കിൽ P ടൈപ്പ് സിലിക്കണാണ് JFET. ചാർജ് വാഹകർക്ക് കടന്നുപോവാനുള്ള വഴിയാണ് ഈ സിലിക്കൺ ദണ്ഡ്. അടിസ്ഥാന പദാർഥമായ സിലിക്കൺ N ടൈപ്പ് ആണെങ്കിൽ അതിനെ N ചാനൽ JFET എന്നും (ചിത്രം 6 . 2 (a)) P ടൈപ്പാണെങ്കിൽ അതിനെ P ചാനൽ JFET എന്നും വിളിക്കുന്നു. ചാനലിനു ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള ഭാഗങ്ങളെ ആന്തരികമായി ബന്ധിപ്പിച്ച് ഒറ്റ ടെർമിനലായി പുറത്തേക്കെടുത്തിരിക്കുന്നതിനെ ഗേറ്റ് (G) എന്ന് പറയുന്നു. അടിസ്ഥാന പദാർഥത്തിൽനിന്നു പുറത്തേക്കെടുത്തിരിക്കുന്ന മറ്റു രണ്ടു ടെർമിനലുകളെ ഡ്രെയിൻ (D) എന്നും സോഴ്സ് (S) എന്നും പറയുന്നു.



ചിത്രം 6.2 (a) *ചിത്രം 6.2 (b)*

ഫീൽഡ് ഇഫക്ട് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനു സോഴ്സ് (S), ഡ്രെയിൻ (D), ഗേറ്റ് (G) എന്നീ മൂന്നു ടെർമിനലുകളാണുള്ളത്. ഡ്രെയിനും സോഴ്സും ബൈപോളാർ ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ എമിറ്ററിനും കളക്ടറിനും സമാനമാണ്. സോഴ്സിനും ഡ്രെയിനുമിടയിൽ കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്ന വഴിയെ ചാനൽ എന്നു പറയുന്നു. അത് P ടൈപ്പോ N ടൈപ്പോ ആകാം. ഗേറ്റിൽ കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജിനെ നിയന്ത്രിച്ച് ചാനൽ കറന്റിനെ നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതാണ്.

സോഴ്സ് (S) : മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ചാനലിലേക്കു പ്രവേശിക്കുന്ന ടെർമിനൽ.

ഡ്രെയിൻ (D) : മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകർ ചാനലിൽ നിന്നു പുറത്തേക്കു പോകുന്ന ടെർമിനൽ.

ഗേറ്റ് (G) : രണ്ടു വശങ്ങളിലുമുള്ള അർധചാലക മേഖലകളെ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ച് നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന ടെർമിനൽ. ഈ ടെർമിലാണ് സോഴ്സിൽ നിന്നു ഡ്രെയിനിലേക്കൊഴുകുന്ന മെജോറിറ്റി ചാർജ് വാഹകരെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത്.

JFET യുടെ പ്രവർത്തനതത്ത്വം

ഡ്രെയിനിനും സോഴ്സിനുമിടയിൽ ഒരു വോൾട്ടേജ് (V_{DS}) കൊടുക്കുമ്പോൾ ഡ്രെയിൻ കറന്റ് I_D ഒഴുകുന്ന റെസിസ്റ്റീവ് ഭാഗമാണ് JFET യുടെ ചാനൽ. JFET യ്ക്ക് കറന്റിനെ ഇരുവശങ്ങളിലേക്കും ഒരുപോലെ കടത്തിവിടാൻ കഴിയും. ചാനലിൽക്കൂടി ഡ്രെയിനിനും സോഴ്സിനുമിടയിൽ ഒഴുകുന്ന കറന്റിനെ ഗേറ്റിലെ റിവേഴ്സ് ബയാസ് വോൾട്ടേജുപയോഗിച്ചു നിയന്ത്രിക്കാം. ഒരു N ചാനൽ JFET ക്ക് ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് നെഗറ്റീവും P ചാനൽ JFET ക്ക് ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് പോസിറ്റീവും ആയിരിക്കും.

സാധാരണ പ്രവർത്തനാവസ്ഥയിൽ JFET യുടെ ഗേറ്റ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസായതിനാൽ ഗേറ്റ് കറന്റ് പൂജ്യമായിരിക്കും. റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള ഗേറ്റ് ജങ്ഷന് ചുറ്റുമായി ഒരു ഡിപ്ലീഷൻ മേഖല രൂപപ്പെടുന്നു. ഇതിനാൽ JFET കൾ ഡിപ്ലീഷൻ മോഡ് ഉപകരണങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് (V_{GS}) കൂട്ടുന്നതിനനുസൃതമായി ഡിപ്ലീഷൻ മേഖല വർധിക്കുകയും ചാനലിന്റെ വലുപ്പം കുറഞ്ഞു കറന്റ് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. വേണ്ടത്ര വോൾട്ടേജ് ഗേറ്റിൽ കൊടുത്താൽ

ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുടെ വലുപ്പം കൂടി ചാനലിന്റെ വലുപ്പം കുറഞ്ഞ് ഡ്രെയിനും സോഴ്സും തമ്മിലുള്ള കറന്റ് തന്നെ നിലച്ചേക്കാം. FET യുടെ ഈ അവസ്ഥയ്ക്ക് 'പിഞ്ച് ഓഫ്' എന്നു പറയുന്നു. (BJT യുടെ കട്ട് ഓഫ് മേഖലയ്ക്കു സമാനം). ഇതു സംഭവിക്കുന്ന ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജിനെ 'പിഞ്ച് ഓഫ് വോൾട്ടേജ്' (V_P) എന്നു പറയുന്നു.

BJT യും FET യും താരതമ്യചിന്തനം

1. JFET യിൽ ഒരു തരത്തിലുള്ള ചാർജ്വാഹകർ മാത്രമേയുള്ളൂ. P ചാനലിൽ ഹോളുകളും N ചാനലിൽ ഇലക്ട്രോണുകളും. ഇക്കാരണത്താൽ FET യൂണിപോളാർ ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ BJT യിൽ ഹോളുകളും ഇലക്ട്രോണുകളും കറന്റിന്റെ പ്രവാഹത്തിന് കാരണമാകുന്നതിനാൽ ഒരു സാധാരണ ട്രാൻസിസ്റ്റർ ബൈപോളാർ ജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററെന്നറിയപ്പെടുന്നു.
2. JFETയുടെ ഇൻപുട്ട് സെർക്കീട്ട് (ഗേറ്റിൽനിന്നു സോഴ്സു വരെ) റിവേഴ്സ് ബയാസിലായതിനാൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കൂടുതലാണ് (ഏകദേശം 100 MΩ). BJT യുടെ ഇൻപുട്ട് സെർക്കീട്ട് (ബേസ് എമിറ്റർ ജങ്ഷൻ) ഫോർവേഡ് ബയാസിലായതിനാൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ കുറവായിരിക്കും.
3. ഡ്രെയിൻ കറന്റ് (I_D) ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് കൊണ്ട് നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനാൽ JFET യെ വോൾട്ടേജ് കൺട്രോൾഡ് ഉപകരണമെന്നും BJT യിലെ കളക്ടർ കറന്റിനെ (I_C) ബെയ്സ് കറന്റ് (I_B) നിർണയിക്കുന്നതിനാൽ BJT യെ കറന്റ് കൺട്രോൾഡ് ഉപകരണമെന്നും പറയുന്നു.
4. ഒരുതരത്തിലുള്ള ചാർജ്വാഹകർ മാത്രം (മെജോറിറ്റി) കറന്റിന് കാരണമാകുന്നതിനാൽ ഊഷ്മാവിലുള്ള വ്യതിയാനം FET യെ ബാധിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ കറന്റിൽ മെജോറിറ്റിയും മൈനോറിറ്റിയും ചാർജ്വാഹകർ പങ്കെടുക്കുന്നതിനാൽ BJT യുടെ പ്രവർത്തനം താപവ്യതിയാനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.
5. കറന്റ് കടന്നുപോകുന്ന വഴിയിൽ ജങ്ഷനുകൾ ഒന്നും ഇല്ലാത്തതിനാൽ FET യിൽ നോയ്സ് (Noise) വളരെ കുറവായിരിക്കും. BJT യിൽ കറന്റിന്റെ പാതയിൽ രണ്ടു ജങ്ഷനുകൾ (EB & CB) ഉള്ളതിനാൽ ഒച്ച (Noise) വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും.

FET യുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ

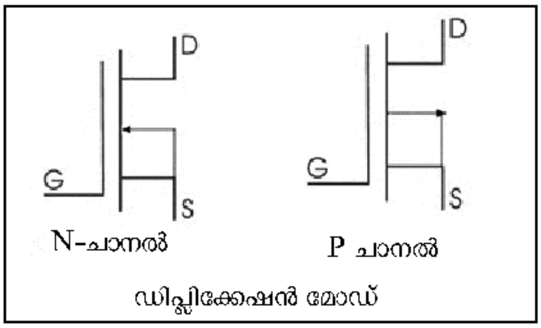
1. കുറഞ്ഞ നോയിസും കൂടിയ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസുമുള്ള ആംപ്ലിഫയർ
2. സ്വിച്ച്
3. വോൾട്ടേജ് വേരിയബിൾ റെസിസ്റ്റർ (VVR)

മോസ്ഫെറ്റ് (MOSFET)

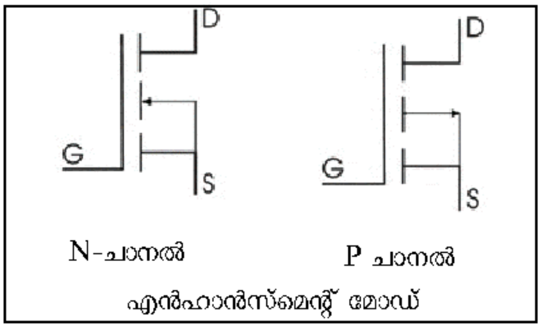
രണ്ടാമത്തെ തരം FET യാണ് മെറ്റൽ ഓക്സൈഡ് സെമി കണ്ടക്ടർ FET (MOSFET). JFET യെ പോലെത്തന്നെ ഇതിനും സോഴ്സും ഡ്രെയിനും ഗേറ്റുമുണ്ട്. എന്നാൽ JFET യിൽനിന്നു വ്യത്യസ്തമായി മോസ്ഫെറ്റിൽ ഗേറ്റ് ടെർമിനലിനെ ചാനലിൽനിന്ന് ഒരു ഇൻസുലേറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് വേർതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ മോസ്ഫെറ്റ്, ഇൻസുലേറ്റഡ് ഗേറ്റ് FET (IGFET) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

മോസ്ഫെറ്റുകളെ വീണ്ടും ഡിപ്ലീഷൻ ടൈപ്പ് മോസ്ഫെറ്റെന്നും എൻഹാൻസ്മെന്റ് ടൈപ്പ് മോസ്ഫെറ്റെന്നും രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവതമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസം അവയുടെ നിർമാണത്തിലും പ്രവർത്തനരീതിയിലുമാണ്. ചിത്രം 6.3 ൽ N ചാനൽ ഡിപ്ളീഷൻ മോസ്ഫെ

റ്റിന്റെയും P ചാനൽ ഡിപ്ലീഷൻ മോസ്ഫെറ്റിന്റെയും ചിഹ്നങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 6.4 ൽ N ചാനൽ എൻഹാൻസ്മെന്റ് മോസ്ഫെറ്റിന്റെയും P ചാനൽ എൻഹാൻസ്മെന്റ് മോസ്ഫെറ്റിന്റെയും ചിഹ്നങ്ങൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 6.3. ഡിപ്ലീഷൻ മോസ്ഫെറ്റുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങൾ



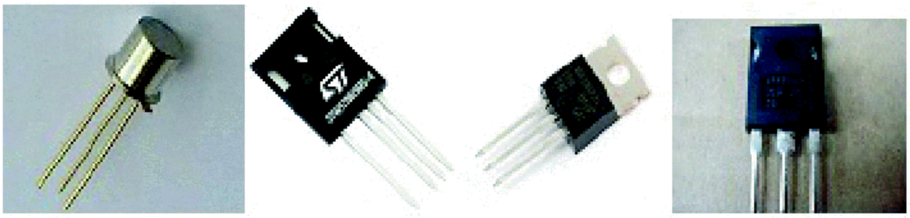
ചിത്രം 6.4. എൻഹാൻസ്മെന്റ് മോസ്ഫെറ്റുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങൾ

മോസ്ഫെറ്റിന്റെ (MOSFET) ഉപയോഗങ്ങൾ

1 . ഡിജിറ്റൽ IC കൾ, മൈക്രോപ്രോസസറുകൾ എന്നിവയിൽ

2 . കൂടുതൽ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസുള്ള ആംപ്ലിഫയറുകൾ നിർമിക്കാൻ.

3 . UPS ലും ഇൻവെർട്ടറിലും.



ചിത്രം 6.5. വിവിധതരം JFET , MOSFET

കോംപ്ലിമെന്ററി MOS (CMOS)

നിങ്ങൾ CMOS ടെക്നോളജിയെക്കുറിച്ച് കേട്ടിട്ടുണ്ടോ? CMOS കൊണ്ടർഥമാക്കുന്നത് കോംപ്ലിമെന്ററി മെറ്റൽ ഓക്സൈഡ് സെമി കണ്ടക്ടർ എന്നാണ്. ഈ ടെക്നോളജി ഉപയോഗിച്ച് വളരെ പവർ ഉപഭോഗം കുറഞ്ഞ ഡിജിറ്റൽ IC കൾ നിർമിക്കാൻ സാധിക്കും. CMOS ൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് P ചാനൽ എൻഹാൻസ്മെന്റ് മോസ്ഫെറ്റിന്റെയും N ചാനൽ എൻഹാൻസ്മെന്റ് മോസ്ഫെറ്റിന്റെയും ശ്രേണിയിലുള്ള ഒരു സംയോജിത രൂപമാണ്.

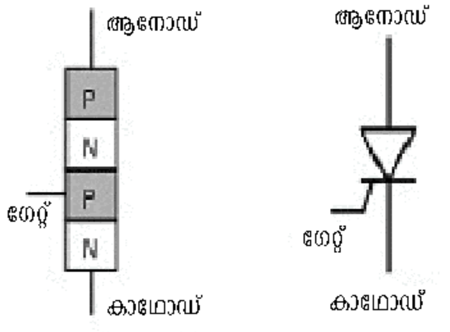
CMOS ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ ഗുണം അതിന്റെ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ പവർ ഉപഭോഗമാണ്. സെർക്കീട്ടിൽ പവർ ഉപഭോഗം നാനോ വാട്ട് തോതിലേ വരുന്നുള്ളൂ. ഇക്കാരണത്താൽ CMOS IC കൾ കാൽക്കുലേറ്റർ, ഡിജിറ്റൽ വാച്ച്, കമ്പ്യൂട്ടർ, ഉപഗ്രഹങ്ങൾ എന്നിവയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

6.2. പവർ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ

ആയിരത്തിലധികം ആംപിയർ കറന്റും ആയിരക്കണക്കിന് വോൾട്ടേജും കൈകാര്യം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിക്സ് ഉപകരണങ്ങളെയാണ് പവർ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളെന്നു പറയുന്നത്.

സിലിക്കൺ കൺട്രോൾഡ് റെക്റ്റിഫയർ (SCR)

മൂന്ന് ടെർമിനൽ ഉള്ള സ്വിച്ചിങ് ഉപകരണമാണ് SCR. SCRന് ACയെ DC ആക്കുന്നതിനൊപ്പം ലോഡിലേക്കുള്ള ഊർജത്തെ നിയന്ത്രിക്കാനും സാധിക്കും. ഡയോഡിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി റെക്ടിഫിക്കേഷനെ നിയന്ത്രിക്കാൻ സാധിക്കുന്ന ഗേറ്റ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരു മൂന്നാം ടെർമിനൽ കൂടി SCR നു ഉണ്ട്.



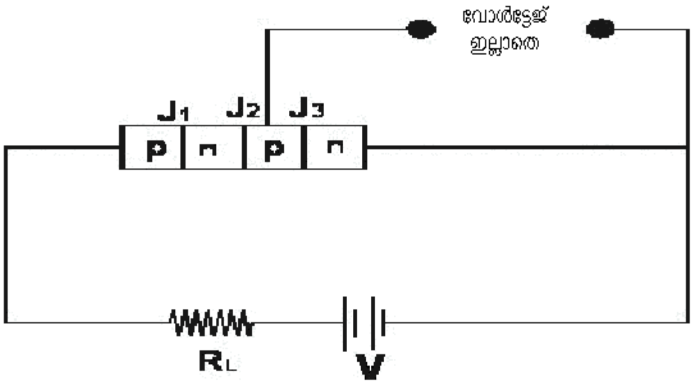
ചിത്രം 6.6. SCR - ന്റെ നിർമ്മാണവും ചിഹ്നവും

ചിത്രം 6.6ൽ SCRന്റെ ചിഹ്നവും ഘടനയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. P ടൈപ്പിൽനിന്നുള്ള ടെർമിനൽ ആനോഡ് (A) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. N ടൈപ്പിൽ നിന്നുള്ള ടെർമിനൽ കാഥോഡ് എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്നു. കാഥോഡിനോടു ചേർന്നുള്ള P മേഖലയിൽനിന്നുള്ള മൂന്നാമത്തെ ടെർമിനലിനെ ഗേറ്റ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. SCR നു നാല് അർധ ചാലക മേഖലകളും മൂന്ന് PN ജങ്ഷനുകളുമുണ്ട്. SCR ന്റെ സാധാരണ പ്രവർത്തനത്തിന് കാഥോഡിനെ അപേക്ഷിച്ച് ആനോഡിൽ ഒരു വലിയ പോസിറ്റീവ് പൊട്ടൻഷ്യലും ഗേറ്റിൽ ഒരു ചെറിയ പോസിറ്റീവ് പൊട്ടൻഷ്യലും നൽകുന്നു. SCR നെ ഒരു സാധാരണ റെക്ടിഫയറും (PN ജങ്ഷൻ) ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററും (NPN) തമ്മിൽ ചേർത്തുവച്ച ഒരു PNPN ഉപകരണമായി കണക്കാക്കാം.

SCR ന്റെ പ്രവർത്തനം

ഒരു സിലിക്കൺ കൺട്രോൾഡ് റെക്ടിഫയറിൽ (SCR) കൂട്ടിച്ചേർക്കുക. ലോഡിനെ ബന്ധിപ്പിക്കുന്നത് ആനോഡിന് ശ്രേണിയായിട്ടാണ്. ആനോഡിൽ എപ്പോഴും ഉയർന്ന പോസിറ്റീവ് പൊട്ടൻഷ്യൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. SCR ന്റെ പ്രവർത്തനം രണ്ടു ഘട്ടങ്ങളായി പ്രതിപാദിക്കാം.

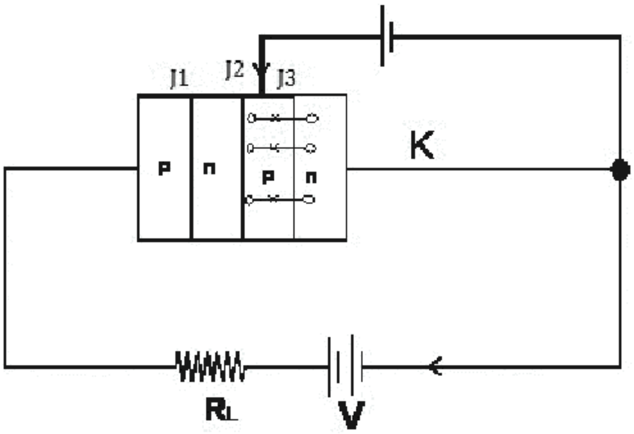
(1) ഗേറ്റിൽ വോൾട്ടേജില്ലാതിരിക്കുമ്പോൾ:



ചിത്രം 6.7 SCR ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജില്ലാതെ

ചിത്രം 6.7ൽ ഗേറ്റ് വോൾട്ടത നൽകാതെയുള്ള ഒരു SCR ന്റെ സെർക്കീട്ട് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ അവസറയിൽ ജങ്ഷൻ J_2 റിവേഴ്സ് ബയാസിലും, J_1, J_3 ജങ്ഷനുകൾ ഫോർവേഡ് ബയാസിലുമായിരിക്കും. അപ്പോൾ ജങ്ഷൻ J_2 ഉം J_3 യും ഒരു NPN ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ ബെയ്സ് ഓപ്പൺ ചെയ്തതിനു സമാനമായിരിക്കും. അതിനാൽ ലോഡ് R_L ൽ കൂടി കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്നില്ല. അപ്പോൾ SCR കട്ട്ഓഫിലാണെന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് ക്രമാനുഗതമായി വർധിപ്പിച്ചാൽ ഒരു പ്രത്യേക വോൾട്ടേജിൽ റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള ജങ്ഷൻ J_2 ബ്രേക് ഡൗണാവുകയും നിലച്ചുപോവുക (Break down) യും SCR ൽ കൂടി വലിയ തോതിൽ വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്പോൾ SCR 'ON' അവസ്ഥയിലാണ്. ഇത് സംഭവിക്കുന്ന വോൾട്ടതയെ 'ബ്രേക്ക് ഓവർ വോൾട്ടത' എന്നു പറയുന്നു. 50V മുതൽ 800V വരെ ബ്രേക്ക് ഓവർ വോൾട്ടതയുള്ള SCR കൾ ഇന്ന് വിപണിയിൽ ലഭ്യമാണ്.

(2) ഗേറ്റിനും കാഥോഡിനുമിടയിൽ വോൾട്ടേജ് കൊടുക്കുമ്പോൾ:



ചിത്രം 6.8 SCR ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജോടു കൂടി

ചിത്രം 6 .8 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഗേറ്റിൽ ഒരു ചെറിയ പോസിറ്റീവ് വോൾട്ടേജ് നൽകി കുറഞ്ഞ വോൾട്ടതകളിൽ SCR നെ ഓൺ ചെയ്യാൻ സാധിക്കും. ഇപ്പോൾ ജങ്ഷൻ J_3 ഫോർവേഡ് ബയാസും J_2 റിവേഴ്സ് ബയാസുമാണ്. ഇതിന്റെ ഫലമായി N മേഖലയിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോണുകൾ P മേഖലയിലേക്കും P മേഖലയിൽ നിന്ന് ഹോളുകൾ N മേഖലയിലേക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നു. P മേഖലയിലെത്തുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ ഗേറ്റ് കറന്റിന് കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഗേറ്റ് കറന്റ് ഒഴുകിത്തുടങ്ങുമ്പോൾ ആനോഡ് കറന്റ് കൂടുന്നു. ആനോഡ് കറന്റ് കൂടുന്നതിന്റെ ഫലമായി കൂടുതൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ ജങ്ഷൻ J_3 വിലേക്കു എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം തുടർച്ചയായി നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി വളരെ കുറഞ്ഞ സമയത്തിനുള്ളിൽത്തന്നെ ജങ്ഷൻ J_3 ബ്രേക്ക്ഡൗൺ ആവുകയും SCR ഓണാവുകയും വലിയ അളവിൽ കറന്റ് പ്രവഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരിക്കൽ SCR പ്രവർത്തിച്ചു തുടങ്ങിയാൽ പിന്നെ ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജിനു SCR ന്റെ പ്രവർത്തനത്തിൽ യാതൊരു പങ്കുമില്ല. ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് എടുത്തുമാറ്റിയാലും ആനോഡ് കറന്റിന് ഒരു കുറവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. SCR നെ ഓഫ് ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ഒരേയൊരു മാർഗം ആനോഡ് വോൾട്ടേജ് എടുത്തു മാറ്റുക എന്നുള്ളതാണ്.

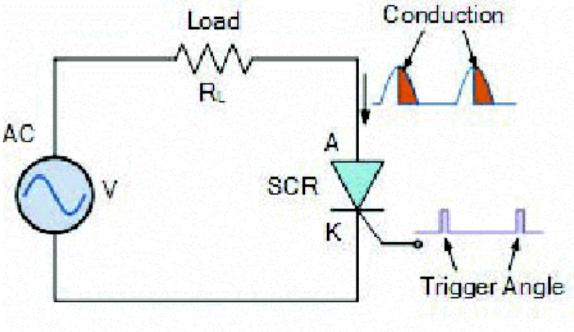
SCR ന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

1. താപനിയന്ത്രണം
2. മോട്ടറിന്റെ വേഗനിയന്ത്രണം
3. പ്രകാശനിയന്ത്രണ സെർക്കീട്ട്
4. UPS
5. ബാറ്ററി ചാർജർ

SCR ന്റെ ഫേസ് നിയന്ത്രണം

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിലേക്ക് ഒരു AC സിഗ്നൽ നൽകുന്നുവെന്ന് കരുതുക. AC സിഗ്നലിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ SCR ഫോർവേഡ് ബയാസിലാവുകയും (ആനോഡിൽ പോസിറ്റീവും കാഥോഡിൽ നെഗറ്റീവും) ഗേറ്റിലൊരു സിഗ്നൽ കൊടുത്ത് അതിനെ ഓണാക്കാൻ സാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ ആനോഡിൽ നെഗറ്റീവും കാഥോഡിൽ പോസിറ്റീവും ലഭിക്കുന്നതിനാൽ SCR റിവേഴ്സ് ബയാസിലാവുന്നു. ഗേറ്റിലൊരു സിഗ്നൽ കൊടുത്താലും SCR നെ ഓൺ ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നില്ല.

ഇതിനാൽ AC സിഗ്നലിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ ഉചിതമായ സമയത്തു ഗേറ്റിൽ സിഗ്നൽ നൽകി SCR നെ ആവശ്യമുള്ള സമയത്തു നമുക്ക് ഓൺ ചെയ്യാൻ സാധിക്കും. പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിന്റെ ഉചിതമായ സമയത്തു സിഗ്നൽ നൽകി SCR നെ ഓൺ ചെയ്യുന്നതിനെയാണ് ഫേസ്നിയന്ത്രണം എന്നു പറയുന്നത്. ഫേസ് നിയന്ത്രണം എന്ന പ്രത്യേകത ഉപയോഗിച്ച് ഒരു AC സിസ്റ്റത്തിന്റെ പവർ നമുക്കു നിയന്ത്രിക്കാൻ സാധിക്കും.

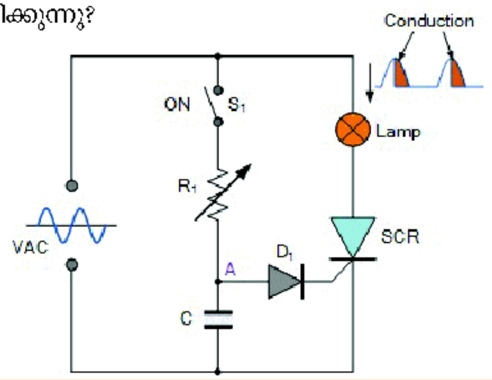


ട്രയാക് (TRIAC)

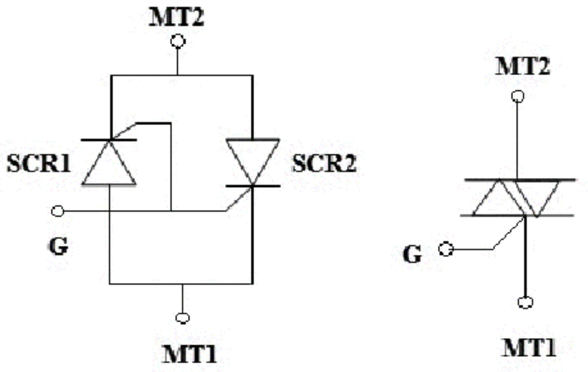
പോസിറ്റീവ് അല്ലെങ്കിൽ നെഗറ്റീവ് വോൾട്ടേജ് ടെർമിനലിൽ കൊടുത്ത്, രണ്ടു ദിശകളിലും കറന്റ് പ്രവഹിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കുന്ന മൂന്നു ടെർമിനലുകളുള്ള ഉപകരണമാണ് TRIAC. രണ്ടു SCR കൾ വിപരീതദിശയിൽ സമാന്തരമായി ബന്ധിപ്പിച്ചതിനു സമാനമാണ് ട്രയാക്. അതായത് ഒന്നാമത്തെ SCR ന്റെ ആനോഡ് രണ്ടാമത്തെ SCR ന്റെ കാഥോഡുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുകയും ഗേറ്റ് ടെർമിനലുകളെ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ച് ഒറ്റ ടെർമിനലാക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ടെർമിനലുകളിൽ നൽകുന്ന ഏതു സിഗ്നലിനും (പോസിറ്റീവോ നെഗറ്റീവോ) ട്രയാകിനെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കും. കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് വിപരീതദിശയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലുമൊരു SCR നെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനാലാണ് ഇതു സാധ്യമാകുന്നത്. AC സിഗ്നലിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ വോൾട്ടേജ് പോസിറ്റീവ് ബ്രേയ്ക് ഓവർ വോൾട്ടേജിനെക്കാളും (അതേ ദിശയിലുള്ള SCR ന്റെ ബ്രേക്ക് ഓവർ വോൾട്ടേജ്) കൂടുമ്പോൾ ട്രയാക് അതേ ദിശയിൽ കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നു. AC സിഗ്നലിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ വോൾട്ടത നെഗറ്റീവ് ബ്രേയ്ക് ഓവർ വോൾട്ടേജിനെക്കാളും (അതേ ദിശയിലുള്ള SCR ന്റെ ബ്രേക്ക് ഓവർ വോൾട്ടേജ്) കൂടുമ്പോൾ ട്രയാക് അതേ ദിശയിൽ കറന്റ് കടത്തിവിടുന്നു. ഗേറ്റ് കറന്റിൽ മാറ്റം വരുത്തിയാൽ ഇരുദിശകളിലും SCR നെ ഓണാക്കാനുള്ള ഈ വോൾട്ടതകൾക്ക് മാറ്റം വരുത്താവുന്നതാണ്.

പ്രവർത്തനം 1

ചിത്രം 6 .9 പരിഗണിക്കുക. സ്വിച്ച് S_1 ഓണായിരിക്കുമ്പോൾ വേരിയബിൾ റെസിസ്റ്റർ R_1 ക്രമപ്പെടുത്തുന്നതിനനുസൃതമായി വിളക്കിന്റെ പ്രകാശത്തിനെന്തു സംഭവിക്കുന്നു?



ചിത്രം 6.9



ചിത്രം 6.10

TRIAC - ട്രയാകിന്റെ ചിഹ്നവും തത്തുല്യമായ സെർക്കീട്ടും

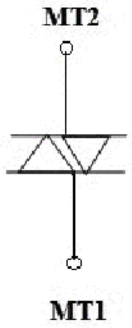
ട്രയാകിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

ട്രയാകിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാന പ്രത്യേകത അതിനു രണ്ടു ദിശയിലും (ഫോർവേഡും റിവേഴ്സും) കറന്റ് കടത്തിവിടാമെന്നുള്ളതാണ്. ഈ പ്രത്യേകത ട്രയാകിനെ AC യിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണത്തിന് യോജിച്ചതാക്കിത്തീർക്കുന്നു. ട്രയാകിന്റെ ചില ഉപയോഗങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

1. ഇലക്ട്രോണിക് ഫാൻ റെഗുലേറ്റർ
2. മോട്ടോറുകളുടെ വേഗനിയന്ത്രണം
3. UPS ഉം ബാറ്ററി ചാർജറും

ചിത്രം .6.11 ലഭ്യമായ SCR കളും TRIAC കളും

ഡയാക് (DIAC)



ചിത്രം 6.12
DIAC ന്റെ ചിഹ്നം

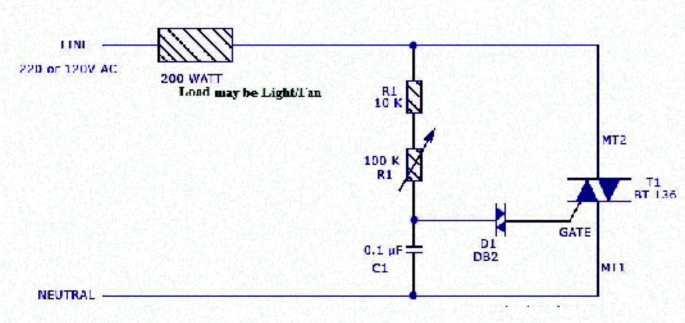
DIAC രണ്ടു ടെർമിനലുകളേയുള്ളൂ. ഗേറ്റ് ടെർമിനൽ ഇല്ലാത്ത TRIAC, DIAC നു സമാനമാണ്. ഡയാക്കിന്റെ നിർമാണവും പ്രവർത്തനവുമൊക്കെ ട്രയാകിനു സമാനമാണ്. DIAC നു ഓണാകുന്നതിനു വേണ്ട വോൾട്ടേജിനെ (ബ്രെയ്ക് ഓവർ വോൾട്ടേജ്) മാറ്റുക സാധ്യമല്ല.

DIAC ന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

പ്രകാശനിയന്ത്രണം, മോട്ടോറിന്റെ വേഗനിയന്ത്രണം, താപനിയന്ത്രണം എന്നീ ആവശ്യങ്ങളിൽ TRIAC ന്റെ കൂടെ DIAC ഉം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പ്രവർത്തനം 2

ചിത്രം 6.13 ൽ തന്നിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് പരിഗണിക്കുക. ഇവിടെ ഉപയോഗിക്കുന്ന ലോഡ് ഒരു ബൾബോ ഫാനോ ആകാം. വേരിയബിൾ റെസിസ്റ്റർ ക്രമപ്പെടുത്തുന്നതിന്റെ ഫലമായി ലോഡിന് എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

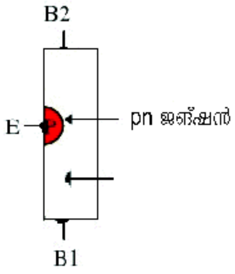


ചിത്രം 6.13

യൂണിജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്റർ (UJT)

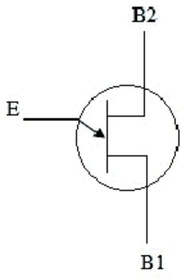
മൂന്ന് ടെർമിനലുകളും ഒരു PN ജങ്ഷനുമുള്ള അർധചാലക ഉപകരണമാണ് യൂണിജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്റർ. ഒരു ജങ്ഷൻ മാത്രമുള്ളതിനാലാണ് ഇതു യൂണിജങ്ഷൻ എന്നറിയപ്പെടുന്നത്.

ഒരു യൂണിജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഘടനയും ചിഹ്നവും ചിത്രം 6.14 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. വളരെ കുറച്ചു മാത്രം ഡോപ്പ് ചെയ്തിരിക്കുന്ന ഒരു N ടൈപ്പ് സിലിക്കണും



(a)

UJT നിർമാണം

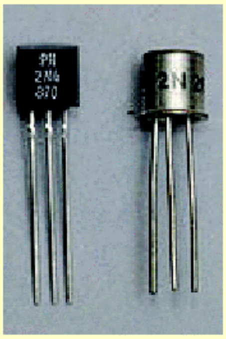


(b)

UJT ചിഹ്നം

ചിത്രം 6.14 UJT

ഡോപ്പിങ് വളരെ കൂടുതലുള്ള P ടൈപ്പ് എമിറ്ററുമാണ് ഇതിന്റെ പ്രധാന ഭാഗങ്ങൾ. UJT ക്ക് മൂന്ന് ടെർമിനലുകളുണ്ട്. P മേഖലയിൽ നിന്നെടുത്തിരിക്കുന്ന എമിറ്ററും (E) N മേഖലയിൽ നിന്നെടുത്തിരിക്കുന്ന രണ്ടു ബെയ്സ് ടെർമിനലുകളും (B1 ഉം B2 ഉം). എമിറ്റർ ടെർമിനൽ ബെയ്സ് ടെർമിനൽ B1 നേക്കാൾ ബെയ്സ് ടെർമിനൽ, B2 വിനോട് കൂടുതൽ അടുത്തായിരിക്കും.



ചിത്രം 6.15
N2646 എന്ന UJT

UJT യുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ

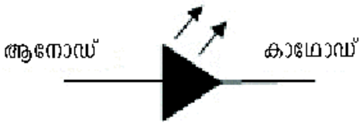
1. സോടൂത്ത് (saw tooth) സിഗ്നലുകൾ നിർമിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിൽ
2. ഫേസും ടൈമിങ്ങും നിയന്ത്രിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിൽ

6.3 ലൈറ്റ് എമിറ്റിങ് ഡയോഡ് (LED)

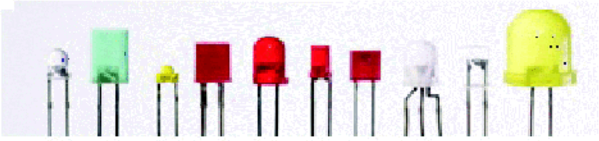
നിങ്ങൾ ലൈറ്റ് എമിറ്റിങ് ഡയോഡുകളെക്കുറിച്ചു കേട്ടിട്ടുണ്ടോ? എവിടെയൊക്കെയാണവ ഉപയോഗിക്കുന്നത്?

ഫോർവേഡ് ബയാസിലായിരിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഡയോഡുകളെയാണ് LED എന്ന് പറയുന്നത്. LED കളെ പ്രകാശസ്രോതസ്സായും പരസ്യബോർഡുകളിലും വൈദ്യുത സൂചകങ്ങളായും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

LED വൈദ്യുതോർജത്തെ പ്രകാശോർജമാക്കി മാറ്റുന്നു. സ്വതന്ത്രമായ ഇലക്ട്രോണുകളുടെയും ഹോളുകളുടെയും പുനസ്സംയോജനം നടക്കുമ്പോൾ ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് അധികമായി ലഭിച്ചിരുന്ന ഊർജം ഫോട്ടോണുകളായി പുറത്തേക്കു വിടുന്നു. ഈ ഊർജം LED ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന അർധചാലകത്തിന്റെ ബാൻഡ് ഗാപ് ഊർജജത്തിനു തുല്യമായിരിക്കും. ഈ പ്രക്രിയ ഇലക്ട്രോ ലൂമിനൻസിന് ഒരു ഉദാഹരണമാണ്. ഈ ഫോട്ടോണുകളാണ് പ്രകാശമായി കാണുന്നത്. സുദീർഘമായ പ്രവർത്തന കാലയളവ് (20 വർഷത്തിൽ കൂടുതൽ), വളരെ കുറച്ചു മാത്രം ഊർജം ഉപഭോഗം, വേഗത്തിലുള്ള സ്വിച്ചിങ്, കുറഞ്ഞ വലുപ്പം എന്നിവ LED യുടെ പ്രധാന പ്രത്യേകതകളാണ്. സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന LED കളും അതിന്റെ ചിഹ്നവും ചിത്രം 6.16 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



LED യുടെ ചിഹ്നം



സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന LED

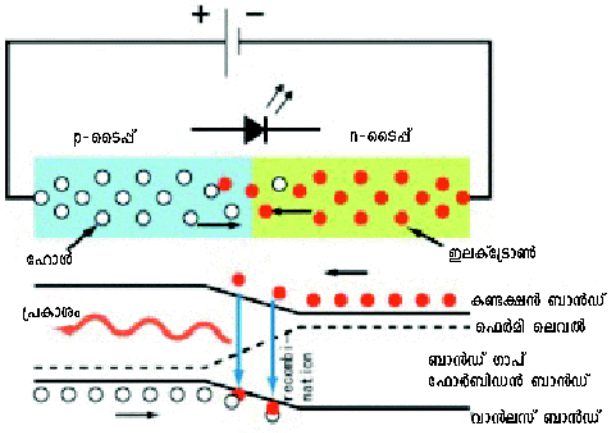
ചിത്രം 6.16 LED

LED യുടെ പ്രവർത്തനം

ഒരു PN ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസിലായിരിക്കുമ്പോൾ ജങ്ഷനിൽ ഇലക്ട്രോണുകളും ഹോളുകളും തമ്മിൽ പുനസ്സംയോജനം നടക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ഒരു വലിയ അളവ് ഊർജം താപരൂപത്തിലോ പ്രകാശരൂപത്തിലോ പുറത്തേക്കു വരുന്നു.

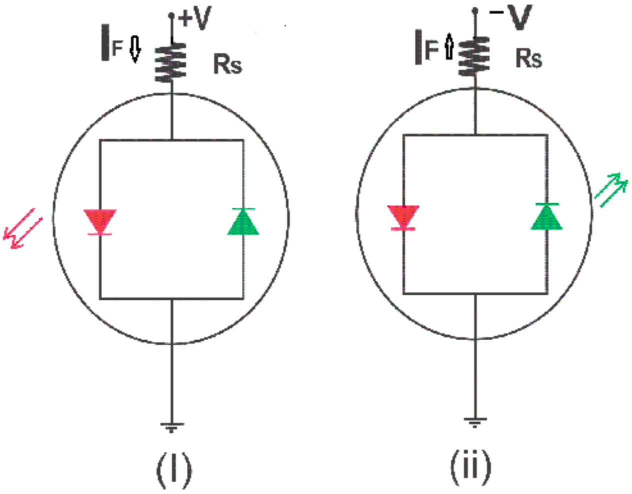
ഒരു PN ജങ്ഷൻ എങ്ങനെയാണു പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നത്?

ഫോർവേഡ് ബയാസിലുള്ള ഒരു സാധാരണ ഡയോഡിനെ പരിഗണിക്കാം. കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ നിന്ന് ഒരു ഇലക്ട്രോൺ വാലൻസ് ബാൻഡിന്റെ മുകൾത്തട്ടിലുള്ള ഒരു ഹോളിലേക്കു പതിക്കുമ്പോൾ ബാൻഡ് ഗാപ് ഊർജത്തിന് (Eg) തുല്യമായ ഊർജം വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങളായി പുറത്തേക്കു വരുന്നു. അങ്ങനെ പുറത്തേക്കു വരുന്ന തരംഗങ്ങളുടെ ഫ്രീക്വൻസി നിർണയിക്കുന്ന സമവാക്യമാണ് $\nu = \frac{Eg}{h}$. ഇവിടെ h പ്ലാങ്ക് സ്ഥിരാങ്കത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. സിലിക്കണിന്റെയും (Si) ജെർമേനിയത്തിന്റെയും (Ge) ബാൻഡ് ഗാപ് എനർജി (0.7eV ഉം 1.1eV ഉം) വളരെ കുറവായതിനാൽ പുറത്തേക്കു വരുന്ന വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗവും താപോർജമായാണ് പുറപ്പെടുന്നത്. അവ പ്രകാശോർജമായി മാറ്റപ്പെടുന്നില്ല.



ചിത്രം 6.17 LED യുടെ പ്രവർത്തനം

എന്നാൽ മറ്റു ചില അർധചാലക സങ്കരങ്ങളായ ഗാലിയം ആഴ്സനൈഡ് (GaAs) ഗാലിയം ഫോസ്ഫൈഡ് (GaAs) എന്നിവയ്ക്ക് എനർജി ഗാപ് വളരെ കൂടുതലാണ്. അതുകൊണ്ട് അത്തരത്തിലുള്ള അർധചാലകങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന തരംഗങ്ങളുടെ ഫ്രീക്വൻസി പ്രകാശശ്രേണിയിൽ വരത്തക്കവിധം കൂടുതലായിരിക്കും. ഓരോ LED യും പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ നിറം തരംഗങ്ങളുടെ ഫ്രീക്വൻസിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ ഫ്രീക്വൻസി നിർണയിക്കുന്നത് ബാൻഡ് ഗാപ് എനർജിയാണ്. അക്കാരണത്താൽ ഒരു LED പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന നിറം അതു നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന അർധചാലകത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു പറയാം. പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം ഉപയോഗിക്കുന്ന അർധചാലകത്തിന്റെ ബാൻഡ് ഗാപ് എനർജിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. വിവിധ അർധചാലകങ്ങളുടെ സങ്കരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് വിവിധതരം നിറങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കാം. ഭൂരിഭാഗം LED കളുടെയും ഫോർവേഡ് വോൾട്ടേജ് 1V മുതൽ 3V വരെയും കറന്റിന്റെ പരിധി 5 mA മുതൽ 100mA വരെയുമാണ്.



ചിത്രം 6.18 പല നിറങ്ങളിലുള്ള LED

ബൈകളർ LED

ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ഒരു നിറവും റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കുമ്പോൾ മറ്റൊരു നിറവും വമിക്കുന്ന LED കളെ ബൈകളർ LED എന്നു പറയുന്നു. ചുവപ്പും പച്ചയും നിറങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരു ബൈകളർ LED യുടെ പ്രവർത്തനമാണ് ചിത്രം 6.18 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.

വിപരീതദിശയിൽ സമാന്തരമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന രണ്ടു PN ജങ്ഷനുകൾ ചേരുന്നതാണ് ബൈകളർ LED. ഇവിടെ വിപരീതദിശയിൽ സമാ

ന്തരമായി എന്നു പറഞ്ഞാൽ ഒരു LED യുടെ ആനോഡ് മറ്റേതിന്റെ കാഥോഡുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നാണ്. ചിത്രം 6.18 (i) ലേതു പോലെ മുകളിലത്തെ ടെർമിനലിൽ പോസിറ്റീവ് കൊടുക്കുമ്പോൾ ഇടതുവശത്തുള്ള ചുവന്ന LED തെളിയുന്നു. വോൾട്ടേജ് സോഴ്സിന്റെ പൊളാരിറ്റി തിരിച്ചു കൊടുക്കുമ്പോൾ ചിത്രം 6 .18 (ii) ലേതുപോലെ വലതുവശത്തുള്ള പച്ച LED തെളിയുന്നു.

ബൈകളർ LED യെ ഒരുദിശയിൽ ബയാസ് ചെയ്യുമ്പോൾ ചുവപ്പും എതിർദിശയിൽ ബയാസ് ചെയ്യുമ്പോൾ പച്ചയും തെളിയുന്നു. ഉചിതമായ വേഗത്തിൽ രണ്ടു നിറങ്ങളും മാറിമാറി തെളിക്കാനായാൽ മൂന്നാമതൊരു നിറം (മഞ്ഞ) ദൃശ്യമാകും.

LED യുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ

1. ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളിൽ വൈദ്യുതോർജത്തിന്റെ സാന്നിധ്യമറിയിക്കുന്ന സൂചകം.
2. വാഹനങ്ങളിലെ പ്രകാശസ്രോതസ്സ്
3. പരസ്യബോർഡുകൾ
4. LED-TV യിലെ പ്രകാശസ്രോതസ്സ്
5. ട്രാഫിക് ലൈറ്റുകൾ
6. വഴിവിളക്കുകൾ
7. വിദൂരനിയന്ത്രണസംവിധാനങ്ങൾ
8. റിമോട്ട് കൺട്രോളറിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇൻഫ്രാറെഡ് LED കൾ

നിറം	തരംഗദൈർഘ്യം	പദാർഥം
ഇൻഫ്രാറെഡ്	$\lambda > 760$	ഗാലിയം ആർസനൈഡ്
		അലുമിനിയം ഗാലിയം ആർസനൈഡ്
ചുവപ്പ്	$610 < \lambda < 760$	അലുമിനിയം ഗാലിയം ആർസനൈഡ്
		ഗാലിയം ആർസനൈഡ് ഫോസ്ഫൈഡ്
ഓറഞ്ച്	$590 < \lambda < 610$	ഗാലിയം ആർസനൈഡ് ഫോസ്ഫൈഡ്
		അലുമിനിയം ഗാലിയം ഇൻഡിയം ഫോസ്ഫൈഡ്
മഞ്ഞ	$570 < \lambda < 590$	ഗാലിയം ആർസനൈഡ് ഫോസ്ഫൈഡ്
		അലുമിനിയം ഗാലിയം ഇൻഡിയം ഫോസ്ഫൈഡ്
പച്ച	$500 < \lambda < 570$	ഗാലിയം ഫോസ്ഫൈഡ്
നീല	$450 < \lambda < 500$	സിങ്ക് സെലനൈഡ്
		ഇൻഡിയം ഗാലിയം നൈട്രൈഡ്
വയലറ്റ്	$400 < \lambda < 450$	ഇൻഡിയം ഗാലിയം നൈട്രൈഡ്
അൾട്രാവയലറ്റ്	$\lambda < 400$	ബോറോൺ നൈട്രൈഡ്
		അലുമിനിയം നൈട്രൈഡ്
		അലുമിനിയം ഗാലിയം നൈട്രൈഡ്
		അലുമിനിയം ഗാലിയം ഇൻഡിയം നൈട്രൈഡ്

പട്ടിക 6.1 LED ലാമ്പുകൾ ഉണ്ടാക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളും അവ തരുന്ന നിറങ്ങളും

6.4. ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ ഡിസ്‌പ്ലേ (LCD)

പ്രവർത്തനം 3

LCD ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക തയാറാക്കുക.

ടെലിവിഷൻ, കംപ്യൂട്ടർ, ഡിജിറ്റൽ വാച്ചുകൾ, മൊബൈൽഫോണുകൾ എന്നിവയിൽ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഡിസ്‌പ്ലേയാണ് 'ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ ഡിസ്‌പ്ലേ ' (LCD). LCD യുടെ വരവോടുകൂടി കാഥോഡ് റേറ്റ്യൂബുകളുടെ (CRT) ഉപയോഗം വളരെ കുറഞ്ഞു. CRT യെക്കാൾ LCD ക്ക് ഭാരവും വലുപ്പവും പ്രവർത്തനോർജവും വളരെ കുറവാണ്.

LCD യുടെ നിർവചനം അതിന്റെ പേരിൽത്തന്നെയുണ്ട്. ഖരാവസ്ഥയുടെയും (ക്രിസ്റ്റൽ) ദ്രാവകാവസ്ഥയുടെയും (ലിക്വിഡ്) സവിശേഷതകൾ പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന പദാർഥമാണിത്. ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ പദാർഥങ്ങൾ ഖരാവസ്ഥയേക്കാൾ കൂടുതൽ ദ്രാവകാവസ്ഥയുടെ സ്വഭാവം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നുവെന്നാണ് പഠനങ്ങൾ കാണിക്കുന്നത്. സാധാരണ ദ്രാവകങ്ങളേക്കാൾ അവയ്ക്ക് താപസംവേദനക്ഷമത കൂടുതലാണ്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഒരു ചെറിയ താപത്തിനുപോലും ഒരു ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റലിനെ ദ്രാവകരൂപത്തിലാക്കാൻ കഴിയും.

LCD യുടെ അടിസ്ഥാനഘടന

ഏകദേശം 10 mm കനമുള്ള ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ രണ്ടു ഗ്ലാസ്ഷീറ്റുകളുടെ ഇടയിൽ ഉള്ളടക്കം ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ഈ ഗ്ലാസ്ഷീറ്റുകളുടെ ഉൾവശത്ത് സുതാര്യമായ ഇലക്ട്രോഡുകൾ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. രണ്ടു ഗ്ലാസുകളും സുതാര്യമായ സെല്ലിനെ 'ട്രാൻസ്‌മിറ്റീവ് സെൽ 'എന്നു പറയുന്നു. ഒരു ഷീറ്റ് സുതാര്യവും രണ്ടാമത്തേത് പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്നതുമാണെങ്കിൽ ആ സെല്ലിനെ 'റിഫ്ളക്റ്റീവ് ടൈപ് 'എന്നു പറയുന്നു. LCD സ്വന്തമായി പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നില്ല. മറ്റൊരു സോഴ്സിൽനിന്ന് അതിനു ലഭിക്കുന്ന പ്രകാശമുപയോഗിച്ചാണ് ഡിസ്‌പ്ലേ സാധ്യമാകുന്നത്.

ചിത്രം. 6.19 LCD ഡിസ്‌പ്ലേയുടെ ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ

LCD യുടെ ഗുണങ്ങളും ദോഷങ്ങളും

ഗുണങ്ങൾ : ഏകദേശം മൈക്രോ വാട്ട് നിരക്കിലുള്ള കുറഞ്ഞ ഊർജം മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളൂ. വില വളരെ കുറവാണ്. വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നില്ല. നല്ല കോൺട്രാസ്റ്റ് കിട്ടുന്നു.

ദോഷങ്ങൾ : ഒരു പ്രകാശസ്രോതസ്സ് ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനാവശ്യമാണ്. ദർശനകോണളവ് കുറവാണ്. അരണ്ട വെളിച്ചത്തിൽ കുറഞ്ഞ ദൃശ്യതയേ കിട്ടുകയുള്ളൂ.

LCD യുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ

LCD കളെ പല ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അവയിൽ ചിലതാണ് കംപ്യൂട്ടർ മോണിറ്റർ,

ടെലിവിഷൻ, വാഹനങ്ങളുടെ ഡിസ്പ്ലേ, വീഡിയോ പ്ലെയറുകൾ, ഗെയിമിങ് ഉപകരണങ്ങൾ, ക്ളോക്കുകൾ, വാച്ചുകൾ, കാൽകുലേറ്ററുകൾ, മൊബൈൽഫോണുകൾ മുതലായവ.

6.5. ഫോട്ടോ ഡിറ്റക്ടറുകൾ (ഫോട്ടോ സെൻസറുകൾ)

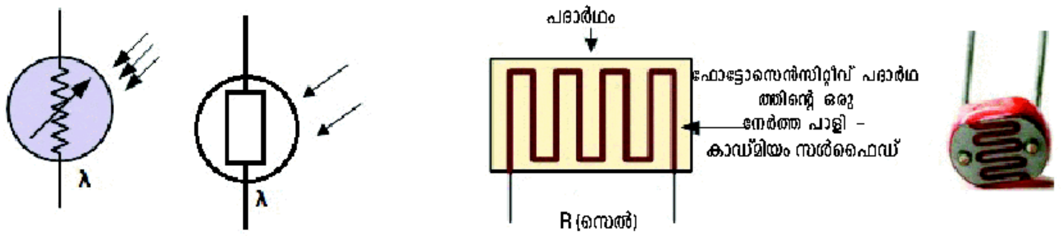
പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണ് ഫോട്ടോ ഡിറ്റക്ടറുകൾ അഥവാ ഫോട്ടോ സെൻസറുകൾ. ഫോട്ടോ സെൻസറുകളെ താഴെ പറയുന്ന രീതിയിൽ തരംതിരിക്കാം.

1. ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററുകൾ (LDR)
2. ഫോട്ടോ ഡയോഡ്
3. ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്റർ
4. ഫോട്ടോ വോൾട്ടായിക് സെല്ലുകൾ (സോളാർ സെല്ലുകൾ)

ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററുകൾ അല്ലെങ്കിൽ ലൈറ്റ് ഡിപെൻഡന്റ് റെസിസ്റ്ററുകൾ (LDR)

തന്നിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ അളവ് വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ചു റെസിസ്റ്റൻസ് കുറയുന്ന ഒരു റെസിസ്റ്ററാണ് ഫോട്ടോറെസിസ്റ്റർ അഥവാ ലൈറ്റ് ഡിപെൻഡന്റ് റെസിസ്റ്റർ. ഇവ ഫോട്ടോ കൺഡക്ടിവിറ്റി എന്ന പ്രതിഭാസം കാണിക്കുന്നു. പ്രകാശസാന്നിധ്യം സ്വയം തിരിച്ചറിയുന്ന സെർക്കീട്ടുകൾ, സുരക്ഷാസംവിധാനങ്ങൾ, കൗതുകം ജനിപ്പിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടുകൾ തുടങ്ങിയ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി LDR ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിത്രം 6 .20 (a) യിൽ LDR ന്റെ ചിഹ്നവും 6.20 (b) യിൽ അതിന്റെ നിർമാണഘടനയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. കാഡ്മിയം സൾഫൈഡ് കൊണ്ട് നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു നേർത്ത കമ്പിയാണ് ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററിനുള്ള പദാർഥമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. വളരെ വിലകുറഞ്ഞ പദാർഥമായതിനാൽ LDR മിക്ക സാഹചര്യങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഉദാ: അലാറം ഉപകരണങ്ങൾ, പൊതുസ്ഥലങ്ങളിലെ ക്ലോക്കുകൾ, സൗരോർജംകൊണ്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്ന വഴിവിളക്കുകൾ, കിടപ്പുമുറിയിലെ പ്രകാശസ്രോതസ്സുകൾ.



(a) LDR ന്റെ ചിഹ്നം

(b) LDR ന്റെ നിർമാണം

(c) സാധാരണ LDR

ചിത്രം 6.20 LDR

ഉയർന്ന പ്രതിരോധ (Resistance) മുള്ള അർധചാലകം (Semi conductor) കൊണ്ട് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നവയാണ് ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററുകൾ. ഇതിൽ പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോൾ ഫോട്ടോണുകളെ അർധചാലകം ആഗിരണം ചെയ്യുകയും ബോണ്ടിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ സ്വതന്ത്രമാവുകയും അവ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലേക്കു കയറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണുകൾ കറന്റ് പ്രവാഹത്തിനു കാരണമാവുകയും പ്രതിരോധം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒട്ടും പ്രകാശം ലഭ്യമല്ലാത്തപ്പോൾ ഒരു ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററിന്റെ

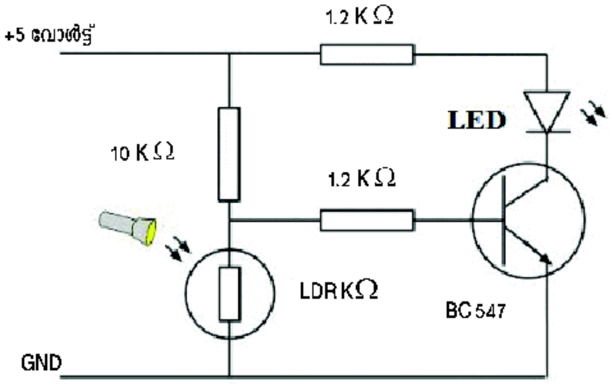
പ്രതിരോധം ഏകദേശം 1MΩ ആയിരിക്കും. ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററുകളെ ഫോട്ടോ സെല്ലുകൾ എന്നും പറയുന്നു.

ഫോട്ടോ ഡയോഡ്

റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു സിലിക്കൺ PN ജങ്ഷനാണ് ഫോട്ടോഡയോഡ്. പ്രകാശം പതിക്കുന്നതിനനുസൃതമായി ഫോട്ടോഡയോഡിന്റെ റിവേഴ്സ് കറന്റ് കൂടുന്നു. ഫോട്ടോഡയോഡിന്റെ റിവേഴ്സ് കറന്റും അതിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ അളവും നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും. അതായത് ഏറ്റവും കൂടുതൽ പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോഴാണ് റിവേഴ്സ് കറന്റ് ഏറ്റവും അധികമായിരിക്കുക.

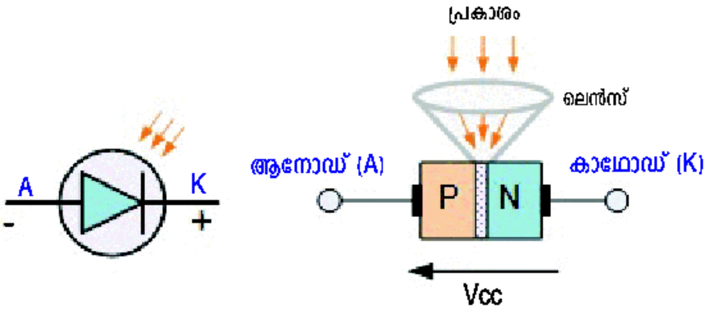
പ്രവർത്തനം 4

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് നിർമിച്ച്, ടോർച്ച് ON ഉം OFF ഉം ചെയ്യുമ്പോഴുള്ള LED യുടെ അവസ്ഥ നിരീക്ഷിക്കുക.



ചിത്രം 6.21 LED യുടെ സ്വിച്ചിങ്

ചിത്രം 6.22 ൽ ഫോട്ടോഡയോഡിന്റെ ചിഹ്നവും ഘടനയും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഡയോഡിലേക്കുള്ള ആരോ ചിഹ്നങ്ങൾ അതിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. PN ജങ്ഷന്റെ കവചത്തിൽ പതിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ചില്ലുപാളിയിലൂടെ പ്രകാശം ജങ്ഷനിൽ പതിക്കത്തക്കവിധമാണ് ഫോട്ടോഡയോഡിന്റെ ഘടന. ഫോട്ടോഡയോഡിന്റെ രണ്ടു ടെർമിനലുകളെ ആനോഡെന്നും കാഥോഡെന്നും വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം 6.22 ഫോട്ടോ ഡയോഡിന്റെ ഘടന

ഫോട്ടോഡയോഡിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

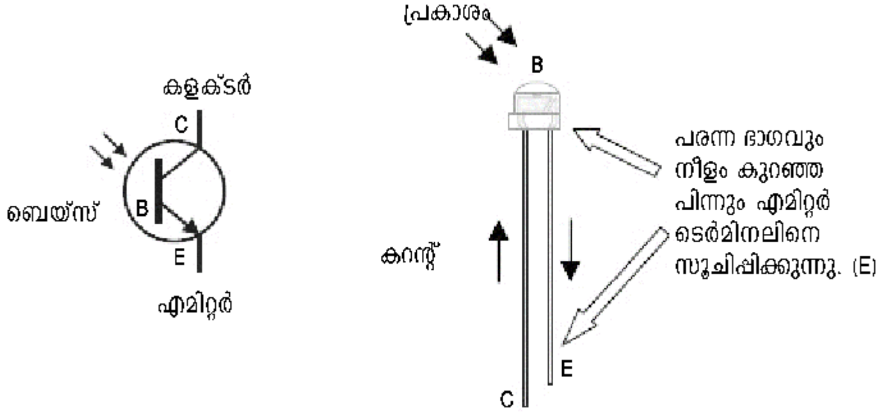
1. മോഷണശ്രമം അറിയിക്കുന്നതിനുള്ള അലാറം.
2. ആശുപത്രിയിലെ രോഗനിർണയ ഉപകരണങ്ങൾ. ഉദാ: കംപ്യൂട്ടർ ടോമോഗ്രഫി
3. സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന സൗരോർജ വഴിവിളക്കുകൾ
4. ഒപ്റ്റിക്കൽ കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ

ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്റർ

ബെയ്സിൽ പ്രകാശം പതിക്കത്തക്കവിധം സുതാര്യമായ കവചത്തോടുകൂടിയ ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെയാണ് ഫോട്ടോട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്നു പറയുന്നത്. ഫോട്ടോട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ പ്രവർത്തന തത്ത്വം ഫോട്ടോഡയോഡിന്റേതിന് സമാനമാണ്. പ്രകാശത്തിനനുസരിച്ച് ഫോട്ടോഡയോഡിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന കറന്റിനേക്കാൾ വളരെ കൂടുതൽ കറന്റ് പുറപ്പെടുവിക്കാൻ ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററിനു

കഴിയും. ഒരു ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററിനു പ്രകാശസംവേദനക്ഷമതയുള്ള കളക്ടർ ബെയ്സ് PN ജങ്ഷൻ ഉണ്ട്. പ്രകാശം പതിക്കുന്നതുമൂലം മാറ്റമുണ്ടാകുന്നത് ബെയ്സ് കറന്റാണ് (I_B). എന്നാൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്നത് വർധിച്ച അളവിലുള്ള കളക്ടർ കറന്റാണ് ($Ic=\beta I_B$). അതിനാൽ ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററിനു ഫോട്ടോഡയോഡിനേക്കാൾ കൂടുതൽ പ്രകാശസംവേദനക്ഷമതയുണ്ട്.

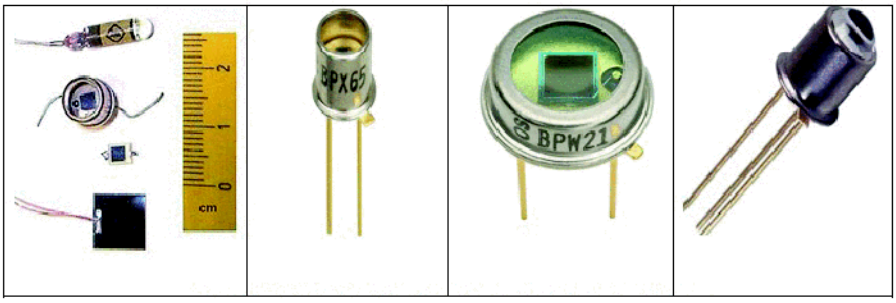
ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ



ചിത്രം.6.23 ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്റർ

- സ്വയം നിയന്ത്രിത തെരുവുവിളക്കുകൾ
- ലെവൽ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ
- ഇലക്ട്രോണിക് എണ്ണൽ (യന്ത്രങ്ങളിൽ)

സോളാർ സെൽ (ഫോട്ടോ വോൾട്ടായിക് സെൽ)

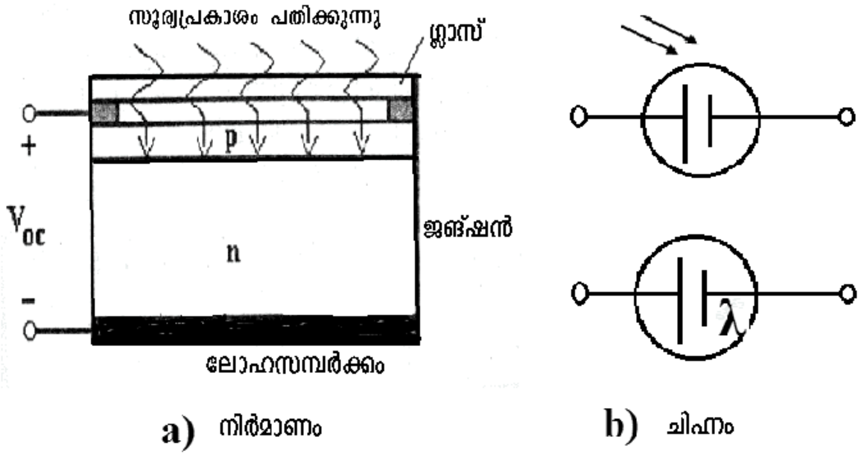


ചിത്രം. 6.24 വിവിധതരം ഫോട്ടോ ഡയോഡുകളും ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും

പ്രകാശോർജത്തെ വൈദ്യുതോർജമാക്കി മാറ്റുന്ന (ഫോട്ടോ വോൾട്ടായിക്) ഉപകരണമാണ് സോളാർ സെൽ. പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോൾ മറ്റു വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സുകളുടെ സഹായമില്ലാതെ സ്വയം വൈദ്യുതി പ്രവഹിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഫോട്ടോ സെല്ലുകളാണിവ.

പ്രകാശത്തിൽനിന്നു വൈദ്യുതി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന (പ്രത്യേകിച്ചും സൂര്യപ്രകാശത്തിൽ നിന്ന്) ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക മേഖലയാണ് ഫോട്ടോവോൾട്ടായിക്സ്. ഇവിടെ പ്രകാശസ്രോതസ്സ് സൂര്യപ്രകാശംതന്നെ ആയിരിക്കണമെന്നില്ല. മറിച്ച്, കൃത്രിമമായ ഒരു സ്രോതസ്സോ ഒരു വിളക്കിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശമോ ആകാം.

സിലിക്കൺ, ജെർമേനിയം, സെലീനിയം തുടങ്ങിയ അനുയോജ്യമായ ഏതെങ്കിലുമൊരു പദാർഥത്താൽ നിർമിതമായ PN ജങ്ഷനാണ് സോളാർ സെൽ. ഒരു സിലിക്കൺ PN ജങ്ഷൻ സോളാർ സെല്ലിന്റെ നിർമാണമാണ് ചിത്രം 6.25 എ യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്. സൂര്യപ്രകാശം പരമാവധി ലഭിക്കത്തക്കവിധം സോളാർ സെല്ലിന്റെ മുകൾഭാഗം സൂര്യപ്രകാശത്തിനു ലംബമായി ക്രമീകരിക്കേണ്ടതാണ്. ഇതിലെ P മേഖലയുടെ കനം പ്രകാശത്തിന് PN ജങ്ഷനിലേക്ക് എത്തത്തക്കവിധം നേർത്തതായി ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. സൂര്യപ്രകാശം ഒരു ബയാസ് ചെയ്യാത്ത PN ജങ്ഷനിൽ പതിക്കുമ്പോൾ, പ്രകാശകണങ്ങൾ വാലൻസ് ബാൻഡിലുള്ള ഇലക്ട്രോണുകളുമായി കൂട്ടിയിടിച്ച് അവയെ കൺഡക്ഷൻ ബാൻഡിലെ ഇലക്ട്രോണും ഹോളുമായി മാറ്റുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസം PN ജങ്ഷന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലും സംഭവ്യമാണ്.



ചിത്രം 6.25 ഫോട്ടോവോൾട്ടായിക് സെൽ

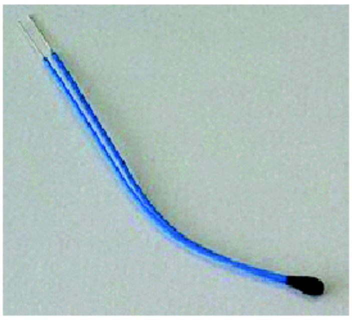
P മേഖലയിലെ ഇലക്ട്രോണുകൾ മൈനോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകരാണ്. ഒരു സാധാരണ ഡയോഡിലേതുപോലെ ഈ മൈനോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകർ ജങ്ഷൻ കടന്ന് N മേഖലയിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. അതുപോലെ N മേഖലയിലെ ഹോളുകൾ P മേഖലയിലേക്കു സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇത് റിവേഴ്സ് കറന്റിന് കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഒരു റെസിസ്റ്റർ ഉപയോഗിച്ച് PN ടെർമിനലുകളെ ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ അതിലൂടെ ഒരു കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ സിലിക്കൺ സോളാർ സെൽ നൽകുന്ന വോൾട്ടേജ് 0.5 V ഉം ജെർമേനിയം സോളാർ സെൽ നൽകുന്ന വോൾട്ടേജ് 0.1V ഉം ആണ്.

6.6. തെർമിസ്റ്ററുകൾ

ഊഷ്മാവ് എങ്ങനെ അളക്കാമെന്ന് എപ്പോഴെങ്കിലും നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

തെർമിസ്റ്ററുപയോഗിച്ചു നമുക്ക് ഊഷ്മാവ് അളക്കാൻ സാധിക്കും. ഊഷ്മാവിനനുസരിച്ച് പ്രതിരോധം മാറുന്ന റെസിസ്റ്ററാണ് തെർമിസ്റ്റർ. തെർമൽ (താപം), റെസിസ്റ്റർ എന്നീ പദങ്ങളുടെ ഒരു സംയോജിതരൂപമാണ് തെർമിസ്റ്റർ. തെർമിസ്റ്ററിന്റെ രൂപം ചിത്രം 6.26 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. തെർമിസ്റ്റർ ഊഷ്മാവ് സംവേദനക്ഷമതയുള്ള റെസിസ്റ്ററാണ്.

സിലിക്കൺ, ജെർമേനിയം അല്ലെങ്കിൽ കൊബാൾട്ട്, നിക്കൽ, മാംഗനീസ് എന്നിവയുടെ ഓക്സയിഡുകളുടെ സങ്കരം എന്നിവയി ലേതെങ്കിലുംകൊണ്ട് നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് തെർമിസ്റ്റർ. കുറഞ്ഞ ഊഷ്മാവിൽ ഇവയ്ക്കു കൂടുതൽ പ്രതിരോധമുണ്ടാകും. ഊഷ്മാവ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ചു പ്രതിരോധം കുറയുന്നു. ഈ സവിശേഷതയെ നെഗറ്റീവ് ടെമ്പറേച്ചർ കോഎഫിഷ്യന്റ് എന്നു പറയുന്നു. തെർമിസ്റ്ററിന് വൈദ്യുതിയെ പ്രവഹിപ്പിക്കാൻ കഴിയും. അതിനാൽ ഇത് നല്ല ഒരു ഊഷ്മാവു സംവേദന ഉപകരണമാണ്. 90°C മുതൽ 130°C വരെ തെർമിസ്റ്ററുകൾക്കു കൃത്യതയോടെ പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു.



ചിത്രം 6.26 ഒരു സാധാരണ തെർമിസ്റ്റർ

തെർമിസ്റ്ററിന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

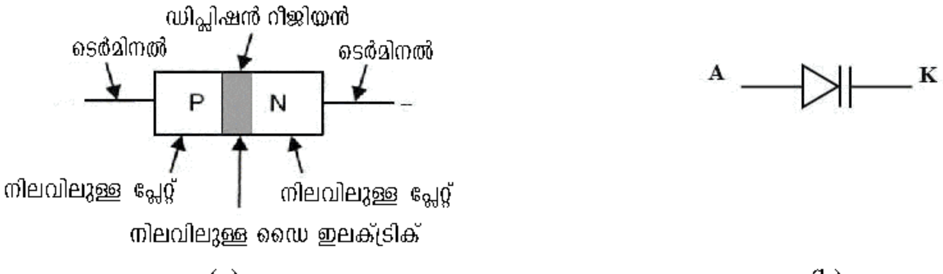
- കറന്റ് നിയന്ത്രണസംവിധാനങ്ങൾ
- ഊഷ്മാവിലുള്ള വ്യതിയാനം അളക്കുന്നതിന്.
- റെസിസ്റ്റൻസ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഊഷ്മമാപിനി
- സ്വന്തമായി താപം നിയന്ത്രിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടുകൾ

സിൽവർ സൾഫൈഡിന്റെ അർധചാലകസ്വഭാവം പ്രതിപാദിച്ചുകൊണ്ട് 1833 ൽ മൈക്കൽ ഫാരഡെയാണ് നെഗറ്റീവ് ടെംപറേച്ചർ കോഎഫിഷ്യന്റ് തെർമിസ്റ്റർ കണ്ടുപിടിച്ചത്. ഊഷ്മാവ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് സിൽവർ സൾഫൈഡിന്റെ പ്രതിരോധം കുറയുന്നതായി അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ അഭാവംമൂലം തെർമിസ്റ്ററുകളുടെ വ്യവസായികോൽപ്പാദനം 1930 കൾക്കുശേഷമാണ് ആരംഭിച്ചത്.

ആദ്യമായി തെർമിസ്റ്ററിനെ ഒരു ഉപകരണമായി വികസിപ്പിച്ചെടുത്തത് 1930 ൽ സാമുവൽ റൂബെൻ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ്.

6.7. വരാക്റ്റർ ഡയോഡ് (വേരിക്യാപ്)

കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യത്തിനു മാറ്റം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററുകളെക്കുറിച്ചു (വേരിയബിൾ കപ്പാസിറ്റർ) ഒന്നാം പാഠത്തിൽ പഠിച്ചിരുന്നു. റിവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് മാറുന്നതിനനുസൃതമായി വേരിയബിൾ കപ്പാസിറ്ററായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കുന്ന ജങ്ഷൻ ഡയോഡിനെയാണ് വരാക്റ്റർ ഡയോഡെന്നു വിളിക്കുന്നത്. വരാക്റ്റർ ഡയോഡിനെ വേരിക്യാപ്പെന്നും വേരിയബിൾ കപ്പാസിറ്റൻസ് ഡയോഡെന്നും പറയും.



(a) (b)

ചിത്രം 6.27 വേരിക്യാപ് - നിർമാണവും ചിഹ്നവും

P ഉം N ഉം മേഖലകൾ കണ്ടക്റ്റിങ് പ്ലേറ്റുകളായും ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലാ ഡൈഇലക്ട്രിക്കായും (ഇൻസുലേറ്റർ) പ്രവർത്തിച്ചാണ് കപ്പാസിറ്റൻസ് രൂപപ്പെടുന്നത്. റിവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് മാറുന്നതിനനുസൃതമായി ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുടെ വലുപ്പം വ്യത്യാസപ്പെടുകയും കപ്പാസിറ്റൻസ് മൂല്യം മാറ്റാൻ സാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ ഒരു വരാക്ടർ ഡയോഡ് വോൾട്ടേജ് കൊണ്ട് നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന കപ്പാസിറ്ററായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ഉപയോഗങ്ങൾ

- വോൾട്ടേജ് നിയന്ത്രിത കപ്പാസിറ്ററുകൾ
- വോൾട്ടേജ് നിയന്ത്രിത ഓസിലേറ്ററുകൾ
- FM ട്രാൻസ്മിറ്ററിലെ ഫ്രീക്വൻസി മോഡുലേറ്റർ

6.8. ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട് (IC)

ലക്ഷക്കണക്കിന് ഡയോഡുകളും ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും റെസിസ്റ്ററുകളും കപ്പാസിറ്ററുകളും ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്ന അതിനൂതന ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളാണ് ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടുകൾ. സാധാരണയായി സിലിക്കൺ അർധചാലക പാളികളിലാണ് ഇലക്ട്രോണിക് ഘടകങ്ങളെ മെനഞ്ഞെടുക്കുന്നത്. ഈ ചിപ്പുകൾ ചെറിയ പെട്ടികളിലാക്കി മറ്റു ഘടകങ്ങളുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള അഗ്രങ്ങൾ പുറത്തേക്കു നൽകിയിരിക്കുന്നു.

IC - തരംതിരിക്കൽ

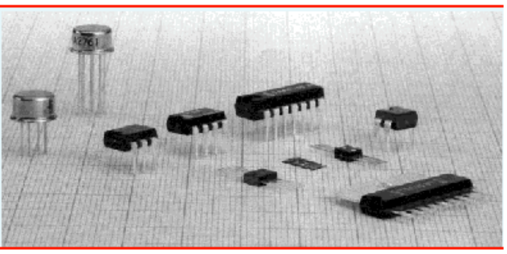
അനേകം ഇലക്ട്രോണിക് ഘടകങ്ങളും അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധിപ്പിക്കലുകളും ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്ന സെമി കണ്ടക്ടർ ചിപ്പിനെയാണ് ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട് എന്നു പറയുന്നത്. അടിസ്ഥാനപരമായി നാല് തരത്തിലുള്ള ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട് നിർമാണരീതികളാണുള്ളത്.

1. മോണോലിത്തിക് IC : ഇത്തരം IC കളിൽ എല്ലാ ഘടകങ്ങളും അർധചാലകത്തിന്റെ ഒരൊറ്റ പാളിയിലാണു നിർമിക്കുന്നത്. മോണോലിത്തിക് IC കളാണ് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നത്.
2. തിൻ ഫിലിം IC : അർധചാലകപാളിയുടെ കനം 0 .001 ഇഞ്ചോ 0 .0025 സെന്റിമീറ്ററോ മാത്രമുള്ള IC കൾ.
3. തിക് ഫിലിം IC : തിൻ ഫിലിം IC യിലേതിനേക്കാൾ അർധചാലകപാളികൾക്കു കനം കൂടുതലുള്ള IC കൾ.
4. ഹൈബ്രിഡ്: ഒന്നിലധികം മോണോലിത്തിക് IC കളോ ഒരു തിൻ ഫിലിമും ഒരു തിക് ഫിലിം IC യും തമ്മിലോ കൂട്ടിച്ചേർത്തു നിർമിക്കുന്ന IC.

IC -പാക്കേജുകൾ

നാലു തരത്തിലുള്ള IC പാക്കേജുകൾ ലഭ്യമാണ്.

1. **മെറ്റൽ കാൻ പാക്കേജ് (TO)**
2. **ഡ്യുവൽ ഇൻലൈൻ പാക്കേജ് (DIP)**
3. **സിംഗിൾ ഇൻലൈൻ പാക്കേജ് (SIP)**
4. **ഫ്ളാറ്റ് പാക്കേജ്**



IC സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഗുണങ്ങൾ

ഇലക്ട്രോണിക് ഘടകങ്ങളുപയോഗിച്ചു നിർമിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടുകൾക്ക് അനേകം ഗുണങ്ങളുണ്ട്.

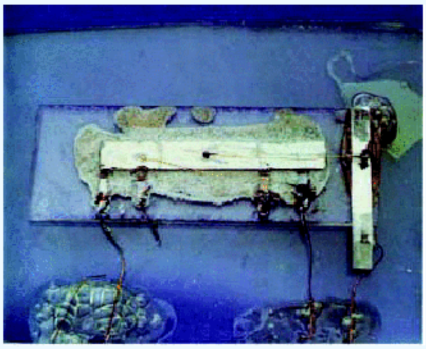
1. വലുപ്പം വളരെ കുറവായിരിക്കും.
2. പ്രവർത്തനവേഗം വളരെ കൂടുതലാണ്.
3. പ്രവർത്തനോർജം വളരെ കുറച്ചു മതി.
4. ഉയർന്ന വിശ്വാസ്യത

IC കളുടെ വികാസഘട്ടങ്ങൾ (പരിണാമം)

IC കളുടെ ആദ്യകാലഘട്ടങ്ങളിൽ വളരെ കുറച്ചു ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ മാത്രമേ അവയിൽ ഉൾപ്പെടുത്താൻ കഴിഞ്ഞിരുന്നുള്ളൂ. സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസത്തിനനുസരിച്ചു IC യിൽ ഉൾപ്പെടുത്താൻ കഴിയുന്ന ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളുടെ എണ്ണം വർധിച്ചുവന്നു. മികച്ച രൂപകൽപ്പനയും ആസൂത്രണവും വഴി ഇന്നു കോടിക്കണക്കിനു ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ IC കളിൽ ഉൾപ്പെടുത്തുക സാധ്യമാണ്. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന പട്ടികയിൽ IC സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വ്യത്യസ്ത ഘട്ടങ്ങളും അതിനനുസരിച്ചു ചിപ്പിൽ ഉൾപ്പെടുത്താവുന്ന ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളുടെ എണ്ണവും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ആദ്യത്തെ ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട്

1958 ൽ ടെക്സാസ് ഇൻസ്ട്രുമെൻറ്സിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജാക് കിൽബി വികസിപ്പിച്ചെടുത്തതാണ് ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട്. ഒരു അടിസ്ഥാനത്തിന്മേൽ (സബ്സ്ട്രേറ്റ്) നിർമിക്കപ്പെട്ട പലതരം ഇലക്ട്രോണിക് ഘടകങ്ങളും അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധിപ്പിക്കലുകളും ചേർന്നതാണ് ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട്.



ചിത്രം. 6.29 ആദ്യത്തെ IC

സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പേര്	ഒരു ചിപ്പിനുള്ളിലെ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളുടെ എണ്ണം
SSI-സ്മോൾ സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ	<10
MSI-മീഡിയം സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ	10- 100
LSI-ലാർജ് സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ	100-1000
VLSI-വെരി ലാർജ് സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ	1000- 10,000
ULSI-അൾട്രാ ലാർജ് സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ	10,000-1,00,0000>
GSI- ജിഗ സ്കെയിൽ ഇന്റഗ്രേഷൻ	>1,00,0000

IC യുടെ സവിശേഷോദാഹരണങ്ങൾ

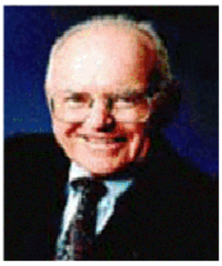
ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ടുകളെ രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു: അനലോഗും ഡിജിറ്റലും. ഒരു ലീനിയർ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് തുടർച്ചയായിട്ടുള്ളതും ഇൻപുട്ടിലെ മാറ്റങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതുമായിരിക്കും.

ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ (OP AMP)- IC-741

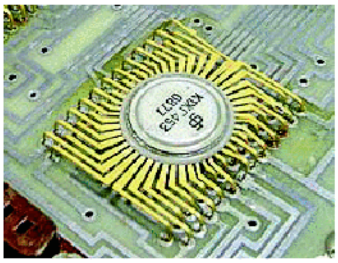
ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ എന്നതിന്റെ രണ്ടു പദങ്ങളുടെ ചുരുക്കപ്പേരാണ് ഓപ്പ് ആംപ് (Op-Amp). ചിത്രം 6.30 ൽ IC 741 ന്റെ ചിഹ്നവും DIP പാക്കേജും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അടിസ്ഥാനപരമായി രണ്ടു ഇൻപുട്ടുകളുള്ള ഒരു ഡിഫറൻഷ്യൽ ആംപ്ലിഫയറാണ് Op-Amp. ഇൻപുട്ടുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സിഗ്നലുകൾ തമ്മിലുള്ള വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനത്തെ പലമടങ്ങായി വർധിപ്പിച്ച് ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭ്യമാക്കുന്നു. ഈ ഇൻപുട്ടുകളിൽ ഒരെണ്ണം ഇൻവെർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും രണ്ടാമത്തേത് നോൺ ഇൻവെർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. വളരെ ഉയർന്ന ഗെയിനും ബാൻഡ്‌വിഡ്ത്തും ഇതിന്റെ പ്രധാന സവിശേഷതകളാണ്.

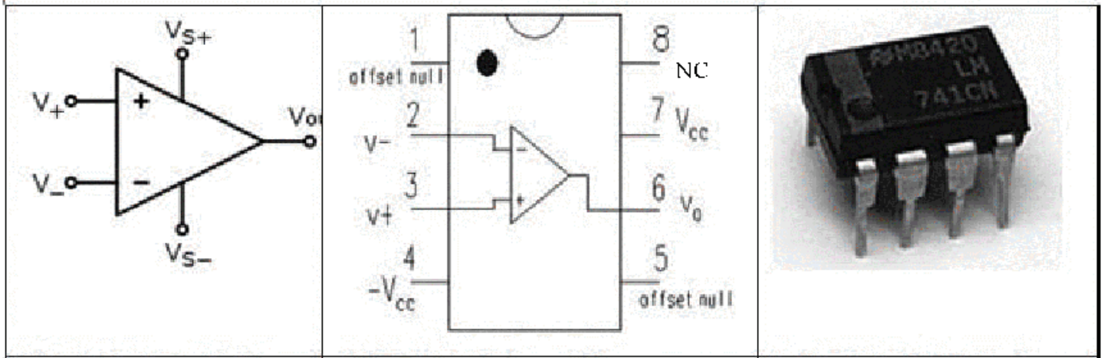
ഗണിതപ്രക്രിയകളായ കൂട്ടൽ, കുറയ്ക്കൽ, ഹരിക്കൽ, ഗുണിക്കൽ, ഇന്റഗ്രേഷൻ, ഡിഫറൻസിയേഷൻ, ലോഗരിതം, ആന്റിലോഗരിതം എന്നിവ നടത്തുന്നതിന് വ്യാപകമായി ഈ IC ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇക്കാരണത്താലാണ് ഈ IC യെ ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

മൂറിന്റെ നിയമം (MOORE'S LAW)



ഒരു IC ചിപ്പിനകത്തുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളുടെ എണ്ണം എല്ലാ 18 മുതൽ 24 മാസം വരെയുള്ള കാലയളവിൽ ഇരട്ടിക്കുമെന്ന് ഗോർഡൻ മൂർ 1965 ൽ പ്രവചിച്ചു.





(i) OPAMP ന്റെ ചിഹ്നം | (ii) OPAMP ന്റെ പിൻഡയഗ്രം | (iii) OPAMP ന്റെ DIP പാക്കേജ്

ചിത്രം 6.30 Op-AMP ന്റെ ചിഹ്നം, പിൻ ഡയഗ്രം, പാക്കേജ് എന്നിവ

ഡിജിറ്റൽ IC കൾ

ഇന്നു വിപണിയിൽ ലഭ്യമായ IC കളിൽ എൺപതു ശതമാനവും ഡിജിറ്റൽ IC കളാണ് . അവയുടെ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് തുടർച്ചയായി ഉള്ളവയായിരിക്കുകയില്ല. ഒന്നുകിൽ താഴ്ന്നതോ (LOW=0V) അല്ലെങ്കിൽ ഉയർന്നതോ (HIGH = +5V) ആയിരിക്കും. ഈ ഉയർന്ന– താഴ്ന്ന അവസ്ഥകൾ മാറി

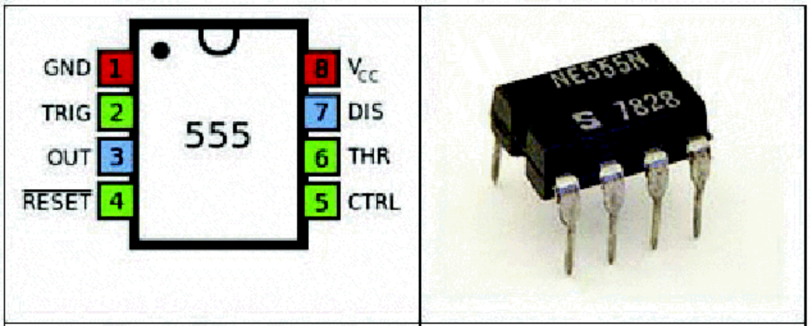
മാറി സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും. ഇതാണ് സ്വിച്ചിങ് അവസ്ഥ. ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ, മെമ്മറി ചിപ്പുകൾ, കാൽക്കുലേറ്റർ ചിപ്പുകൾ, മൈക്രോപ്രൊസസറുകൾ എന്നിവ ഡിജിറ്റൽ IC കളിൽ പെടുന്നവയാണ്. ഡിജിറ്റൽ IC കളുടെ രണ്ട് ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

A. ടൈമർ IC-555

ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളിൽ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന IC കളിലൊന്നായ IC 555 , ടൈമർ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ IC പ്രധാനമായും ഉപയോഗിക്കുന്നത് മോണോസ്റ്റബിൾ, അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്ററുകളായാണ്. ഇവയ്ക്കു കൃത്യതയും സ്ഥിരതയുമുള്ള ടൈമിങ് പൾസുകൾ (ടൈം ഡിലേയ്സ്) പുറപ്പെടുവിക്കാൻ സാധിക്കും.

IC-555 ന്റെ സവിശേഷതകൾ

1. പ്രവർത്തിക്കുന്നത് +5V നും 18V നുമിടയിലുള്ള DC വോൾട്ടേജിലാണ്.
2. ക്രമീകരിക്കാവുന്ന ഡ്യൂട്ടി സൈക്കിൾ
3. ഔട്ട്പുട്ട് പൾസിന്റെ ടൈംപിരീഡ് മൈക്രോ സെക്കന്റുകൾ മുതൽ മണിക്കൂറുകൾ വരെ വ്യത്യാസപ്പെടുത്താം.



a. IC 555 ന്റെ പിൻ ഡയഗ്രം

b. DIP പാക്കേജ് IC 555

ചിത്രം. 6.31 555 IC - പിൻ ഡയഗ്രവും പാക്കേജും

ഒരു NE-555 IC യുടെ പിൻ ഡയഗ്രവും DIP പാക്കേജും ചിത്രം 6 .31 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

IC-555 ന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ

1. IC 555 ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടുള്ള അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടിവൈബ്രേറ്ററിനു സ്ക്വയർ വേവുകൾ നിർമിക്കാൻ കഴിയും. ആ സെർക്കീട്ടിൽ മാറ്റം വരുത്തി സോടൂത്ത് വേവുകളും നിർമിക്കാം.
2. അലങ്കാര ബൾബുകളുടെ ഡിസ്പ്ലേ നിയന്ത്രണം
3. വ്യത്യസ്തങ്ങളായ സംരക്ഷണസംവിധാനങ്ങൾ
4. സമയക്രമീകരണത്തിനുതകുന്ന സെർക്കീട്ടുകൾ
5. ബസറുകൾ

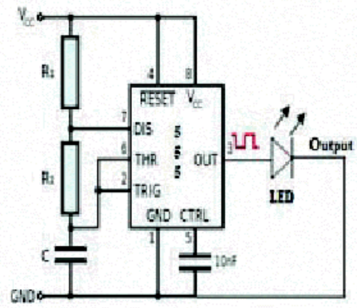
B. ഇൻവെർട്ടർ അഥവാ നോട്ട് (NOT) ഗേറ്റ് IC - 7404

ഒന്ന് (1) എന്ന ലോജിക് ലെവലിനെ പൂജ്യം (0) എന്ന ലോജിക് ലെവലിലേക്കും അതുപോലെ തിരിച്ചും മാറ്റാൻ കഴിവുള്ള സെർക്കീട്ടിനെയാണ് ഇൻവെർട്ടർ എന്നു പറയുന്നത്.ഈ പ്രവർത്തനത്തിനു പറയുന്ന പേരാണ് നോട്ട് ഓപറേഷൻ. നോട്ട് ഗേറ്റുകൾ രണ്ടു ലോജിക്കുകളിൽ ലഭ്യമാണ്: TTL ലോജിക്കും CMOS ലോജിക്കും.

പ്രവർത്തനം 6

താഴെ കൊടുത്ത സെർക്കീട്ടുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു നോക്കുക.

സെർക്കീട്ട് 1. അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടിവൈബ്രേറ്റർ

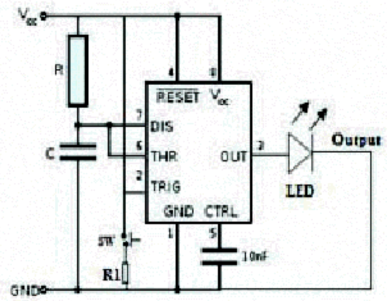


R1=100 KΩ

R2=10 KΩ

C=10 μF

സെർക്കീട്ട് 2. മോണോസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടിവൈബ്രേറ്റർ



R=1MΩ

R1=330 Ω

C=10μF

ചിത്രം 6.32 മൾട്ടിവൈബ്രേറ്റർ സെർക്കീട്ട്

TTL ലോജിക് ടൈപ്പുകൾ	CMOS ലോജിക് ടൈപ്പുകൾ
74LS04 -Hex ഇൻവേർട്ടിങ് NOT ഗേറ്റ്	
74LS04- Hex ഇൻവേർട്ടിങ് NOT ഗേറ്റ്	
74LS100-4 Hex ഇൻവേർട്ടിങ് ഡ്രൈവറുകൾ	CD4009 -Hex ഇൻവേർട്ടിങ് NOT ഗേറ്റ്
CD4069- Hex ഇൻവേർട്ടിങ് NOT ഗേറ്റ്	

സംഗ്രഹിക്കാം

BJT കറന്റിനാൽ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്ന ഉപകരണവും FET വോൾട്ടേജ് കൊണ്ടുനിയന്ത്രിക്കുന്ന ഉപകരണവുമാണ്. ഒരുതരത്തിലുള്ള ചാർജ്വാഹകർ മാത്രമാണ് FET യിൽ കറന്റിന്റെ പ്രവാഹത്തിന് കാരണമാകുന്നത്. ഒന്നുകിൽ ഇലക്ട്രോണുകൾ മാത്രം, അല്ലെങ്കിൽ ഹോളുകൾ മാത്രം. അതിനാൽ FET യൂണിപോളാർ എന്നു വിളിക്കുന്നു. സോഴ്സിൽനിന്നു ഡ്രെയിനിലേക്കുള്ള ചാർജ്വാഹകരുടെ പ്രവാഹത്തെ ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് നിയന്ത്രിക്കുന്നു. ഗേറ്റിൽ കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലയുടെ വലുപ്പം കൂട്ടുകയും കറന്റ് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഡിപ്ലീഷൻ മേഖലകൾ തമ്മിൽ ചേർന്നുവന്ന്, കറന്റ് സ റിരമാകുന്ന ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജിനെ 'പിഞ്ച് ഓഫ് വോൾട്ടേജ്' എന്നു പറയുന്നു. MOSFET ൽ ഗേറ്റ് ടെർമിനലിനെ ഒരു ഇൻസുലേറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് അർധചാലകത്തിൽ നിന്നു വേർതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഗേറ്റ് വോൾട്ടേജ് നെഗറ്റീവാകുമ്പോൾ MOSFET ഡിപ്ലീഷൻ മോഡിലും പോസിറ്റീവാകുമ്പോൾ MOSFET

എൻഹാൻസ്മെന്റ് മോഡിലുമായിരിക്കും. PMOS ന്റെയും NMOS ന്റെയും ഒരു സംയോജിത രൂപമാണ് CMOS. മൈക്രോപ്രോസസർ, മൈക്രോകൺട്രോളർ, RAM, ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകൾ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണത്തിന് CMOS സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിക്കുന്നു. SCR, TRIAC, DIAC, UJT എന്നിവയ്ക്ക് ആയിരക്കണക്കിന് ആംപിയർ കറന്റിലും കിലോവോൾട്ടേജുകളിലും പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കുന്നതിനാൽ അവയെ പവർ ഉപകരണങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. SCR ന് ഒരു സാധാരണ റെക്റ്റിഫയറും ട്രാൻസിസ്റ്ററുമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കും. അതിന് ഒരേസമയം AC യെ DC ആക്കിമാറ്റാനും ലോഡിലേക്കു നൽകുന്ന പവറിന്റെ അളവു നിയന്ത്രിക്കാനും കഴിയും. രണ്ടു ദിശകളിലും കറന്റിനെ പ്രവഹിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന മൂന്നു ടെർമിനലുകളുള്ള ഉപകരണമാണ് TRIAC. TRIAC ന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് DIAC. സോടൂത്ത് സിഗ്നലുകളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനായി UJT ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഫോർവേഡ് ബയാസിലായിരിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കാൻ സാധിക്കുന്ന ഡയോഡാണ് LED. കമ്പ്യൂട്ടർ മോണിറ്ററുകളിലും TV കളിലും വീഡിയോ പ്ലെയറുകളിലും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഡിസ്‌പ്ലേയാണ് LCD. ഫോട്ടോ റെസിസ്റ്ററുകളും ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും ഫോട്ടോ ഡയോഡുകളും സോളാർ സെല്ലുകളും പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം കണ്ടെത്താനും അതിനെ അളക്കാനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. റിവേഴ്സ് ബയാസ് വോൾട്ടേജ് മാറുന്നതിനനുസൃതമായി വേരിയബിൾ കപ്പാസിറ്ററായി പ്രവർത്തിക്കാൻ വരാക്ടർ ഡയോഡിനു കഴിയും. തെർമിസ്റ്റർ ഒരു ഊഷ്മാവു സംവേദന റെസിസ്റ്ററാണ്. കോടിക്കണക്കിനു ഡയോഡുകളും ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളും റെസിസ്റ്ററുകളും കപ്പാസിറ്ററുകളും ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന അതിനൂതന ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടാണ് IC. ടൈമർ IC 555 ഉം ഇൻവെർട്ടർ IC 7404 ഉം ഡിജിറ്റൽ IC കൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- FET, MOSFET, CMOS എന്നീ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- SCR, TRIAC, DIAC, UJT തുടങ്ങിയ പവർ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുകയും അവയുടെ പ്രാധാന്യവും ഉപയോഗങ്ങളും വിശദീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.
- പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യം തിരിച്ചറിയുന്ന ഉപകരണങ്ങളായ ഫോട്ടോ ഡയോഡ്, ഫോട്ടോ ട്രാൻസിസ്റ്റർ, LDR സോളാർ സെൽ എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനവും ഉപയോഗങ്ങളും വിവരിക്കുന്നു.
- LED യുടെയും LCD യുടെയും സവിശേഷതകളും ഉപയോഗങ്ങളും വേർതിരിച്ച് അവതരിപ്പിക്കുന്നു.
- വരാക്ടർ ഡയോഡിന്റെയും തെർമിസ്റ്ററിന്റെയും ചിഹ്നങ്ങൾ വരയ്ക്കുകയും ഉപയോഗങ്ങൾ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.
- വ്യത്യസ്തങ്ങളായ ഇന്റഗ്രേറ്റഡ് സെർക്കീട്ട് സാങ്കേതികവിദ്യകളെ തരംതിരിക്കുകയും അവയുടെ ഗുണങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. FET യുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ പങ്കെടുക്കുന്ന ചാർജ്‌വാഹകരാണ് ....

   a) മെജോറിറ്റി വാഹകർ   b) മൈനോറിറ്റി വാഹകർ

   c) പോസിറ്റീവ് ചാർജുള്ള അയോണുകൾ മാത്രം

   d) നെഗറ്റീവ് ചാർജുള്ള അയോണുകൾ മാത്രം

2. ഒരു JFET .... ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

   a) യൂണിപോളാർ   b) ബൈപോളാർ

   c) യൂണിജങ്ഷൻ   d) ഇവയൊന്നുമല്ല

3. FET യുടെ കാര്യത്തിൽ താഴെ പറയുന്ന പ്രസ്താവനകളിൽ ഏതാണു ശരി?

   a) ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കൂടുതലാണ്. b) BJT യേക്കാൾ നോയ്സ് (Noise) കുറവ്.

   c) ബാൻഡ് വീതി (Band width) വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും.

   d) മുകളിൽ പറഞ്ഞിരിക്കുന്നവയെല്ലാം

4. JFET യുടെ ചാനൽ ......നും.........നും ഇടയിലാണ്.

   a) ഗേറ്റിനും ഡ്രെയിനിനും   b) ഡ്രെയിനിനും സോഴ്സിനും

   c) ഗേറ്റിനും സോഴ്സിനും   d) ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനും

5. ഒരു JFET ക്ക് ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കൂടുതലാകാനുള്ള കാരണം?

   a) അർധചാലകമുപയോഗിച്ചു നിർമിക്കുന്നതുകൊണ്ട്.

   b) ഇൻപുട്ട് റിവേഴ്സ് ബയാസിലായതുകൊണ്ട്

   c) ഇംപ്യൂരിറ്റി ആറ്റം

   d) ഇവയൊന്നുമല്ല

6. ഒരു JFET യുടെ പ്രത്യേകതകളാണ്

   a) ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കൂടുതലുള്ള, കറന്റിനാൽ നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന ഉപകരണം.

   b) ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് വളരെ കൂടുതലുള്ള, വോൾട്ടേജിനാൽ നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന ഉപകരണം.

   c) കുറഞ്ഞ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസുള്ള വോൾട്ടേജിനാൽ നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന ഉപകരണം.

   d) കുറഞ്ഞ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസുള്ള കറന്റിനാൽ നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന ഉപകരണം.

7. MOSFET, ... JFET എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

   a) തുറന്ന ഗേറ്റുള്ളത്   b) ഒന്നിലധികം ഗേറ്റുള്ളത്

   c) ഇൻസുലേറ്റഡ് ഗേറ്റ്   d) ഇവയൊന്നുമല്ല

8. അർധചാലകത്താൽ നിർമിതമായ SCR ന് .... ജങ്ഷനുകളുണ്ട്.

   a) 4 PN-ജങ്ഷനുകൾ   b) 3 PN-ജങ്ഷനുകൾ

   c) 2 PN-ജങ്ഷനുകൾ   d) 1 PN-ജങ്ഷനുകൾ

9. SCR ന്റെ പ്രവർത്തനം നിയന്ത്രിക്കുന്ന ടെർമിനലാണ് ....

a) കാഥോഡ് b) ആനോഡ്
c) എമിറ്റർ d) ഗേറ്റ്

10. ഒരു SCR എന്നത് ......ന്റെയും ......ന്റെയും സവിശേഷതകളുടെ സംയോജിത രൂപമാണ്.

a) റെക്റ്റിഫയറിന്റെയും റെസിസ്റ്ററിന്റെയും
b) റെക്റ്റിഫയറിന്റെയും ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെയും
c) റെക്റ്റിഫയറിന്റെയും കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും
d) ഇവയൊന്നുമല്ല

11. TRIAC നെ .... സ്വിച്ച് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

a) ബൈഡയറക്ഷണൽ b) യൂണിഡയറക്ഷണൽ
c) മെക്കാനിക്കൽ d) ഇവയൊന്നുമല്ല

12. ഗേറ്റ് ടെർമിനൽ ഇല്ലാത്ത ഒരു ഉപകരണമാണ്

a) TRIAC b) FET
c) SCR d) DIAC

13. ഒരു DIAC നെ .... സ്വിച്ച് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

a) AC b) DC
c) മെക്കാനിക്കൽ d) ഇവയൊന്നുമല്ല

14. ഒരു LED എപ്പോഴാണ് പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നത്?

a) P-N ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കുമ്പോൾ
b) ഡിപ്ലീഷൻ മേഖല വലുതാകുമ്പോൾ
c) ഹോളുകളും ഇലക്ട്രോണുകളും പുനസ്സംയോജിക്കുമ്പോൾ
d) PN- ജങ്ഷൻ ചൂടാകുമ്പോൾ

15. പ്രകാശത്തിന്റെ അളവ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഫോട്ടോ ഡയോഡിന്റെ റിവേഴ്സ് കറന്റ് ....

a) കൂടുന്നു b) കുറയുന്നു
c) ഒന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ല d) ഇവയൊന്നുമല്ല

ഉത്തരങ്ങൾ

1.a 2.a 3.d 4.b 5.b 6.b 7.c 8.b 9.d 10.b 11.a 12.d 13.a 14.c 15.a

16. ചേരുംപടി ചേർക്കുക

ഉപകരണങ്ങൾ	ടെർമിനലുകൾ
SCR	എമിറ്റർ, ബേസ്, കളക്ടർ
TRIAC	സോഴ്സ്, ഡ്രെയിൻ, ഗേറ്റ്
FET	ആനോഡ്, കാഥോഡ്, ഗേറ്റ്
BJT	എമിറ്റർ, ബെയ്സ് - 1, ബെയ്സ് - 2
UJT	ഗേറ്റ്, MT-1, MT-2

17. ചേരുംപടി ചേർക്കുക.

ഉപകരണങ്ങൾ	ഉപയോഗങ്ങൾ
IC-555	ബർഗ്ലർ അലാറം
UJT	വോൾട്ടേജ് ഉപയോഗിച്ച് നിയന്ത്രിക്കാവുന്ന കപ്പാസിറ്ററുകൾ
ഫോട്ടോ ഡയോഡ്	സോടൂത്ത് സിഗ്നലുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നത്
വരാക്ടർ ഡയോഡ്	ഉഷ്ണമാപിനി

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1) JFET യുടെ നിർമാണവും പ്രവർത്തനവും വിവരിക്കുക.

2) JFET യും BJT യും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെഴുതുക.

3) JFET യുടെ പ്രായോഗിക ഉപയോഗങ്ങളെഴുതുക.

4) MOSFET നിർമാണം വിവരിക്കുക.

5) SCR ന്റെ നിർമാണം വിവരിക്കുക.

6) SCR ന്റെ തത്തുല്യമായ സെർക്കീട്ട് വരയ്ക്കുക.

7) SCR ന്റെയും TRIAC ന്റെയും പ്രധാന ഉപയോഗങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യുക.

8) ഒരു TRIAC നിർമാണം വിശദീകരിക്കുക.

9) UJT യുടെ നിർമാണം വിവരിക്കുക.

10) LED യുടെ പ്രവർത്തനം വിശദമാക്കുക.

11) LED യുടെ രണ്ട് ഉപയോഗങ്ങളെഴുതുക.

12) ഒരു സാധാരണ ഡയോഡും LED യും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസങ്ങളെഴുതുക.

13) ഫോട്ടോ ഡയോഡിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുക.

14) ഫോട്ടോ ഡയോഡിന്റെ രണ്ടുപയോഗങ്ങളെഴുതുക.

15) വരാക്ടർ ഡയോഡ് എന്നാലെന്താണ്? അതിന്റെ ഉപയോഗങ്ങളെഴുതുക.

7

ഏകദിശാകാരികൾ (Rectifiers)

ആമുഖം

7.1. ഡയോഡ് റെക്ടിഫയർ

7.2. ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ

7.3. ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

7.4. റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ

7.5. കാര്യക്ഷമത (Efficiency)

7.6. ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ടുകൾ

N8S1M6

ആമുഖം

വീടുകളിലും വ്യവസായശാലകളിലും ലഭിക്കുന്ന വൈദ്യുതോർജം AC വോൾട്ടജാണെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ഇന്ത്യയിൽ വിതരണം ചെയ്യുന്ന വൈദ്യുതോർജം 50Hz ഫ്രീക്വൻസിയും 230V വോൾട്ടേജുമുള്ള AC യാണ്. എന്നാൽ മിക്കവാറും എല്ലാ ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങളുടെയും പ്രവർത്തനത്തിന് DC വോൾട്ടേജാണ് വേണ്ടത് എന്നു നമുക്കറിയാം. DC വോൾട്ടേജ് ലഭിക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു മാർഗം ബാറ്ററി ഉപയോഗിക്കുക എന്നതാണ്. എന്നാൽ ബാറ്ററികൾ ചെലവേറിയതും വളരെ കുറച്ചു കാലം മാത്രം ഉപയോഗിക്കാവുന്നവയുമാണ്. അതുകൊണ്ട് AC വോൾട്ടേജിനെ DC വോൾട്ടേജാക്കി മാറ്റുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ നമുക്കാവശ്യമാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് ഏകദിശാകാരി (Rectifier). റെക്ടിഫയർ AC വോൾട്ടേജിനെയോ കറന്റിനെയോ ഏകദിശയിലുള്ള വോൾട്ടേജോ കറന്റോ ആക്കി മാറ്റുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഏകദിശയിലുള്ള വോൾട്ടേജിനെയാണ് DC വോൾട്ടേജ് എന്നു പറയുന്നത്. പക്ഷേ, ഈ DC വോൾട്ടേജ് ഒരു ബാറ്ററിയിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള ശുദ്ധമായ DC വോൾട്ടേജ് അല്ല.

റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഏകദിശയിലുള്ളതാണെങ്കിലും അത് സമയത്തിനനുസരിച്ച് മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വോൾട്ടേജാണ്. ഇതിനു കാരണം അതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ആവശ്യമില്ലാത്ത AC ഘടകങ്ങൾ (റിപ്പിൾസ്) ആണ്. ഇത്തരം DC വോൾട്ടേജ് ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണത്തിനു നേരിട്ട് കൊടുത്താൽ അത് ശരിയായവിധത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കില്ല. അതിനാൽ ഈ DC വോൾട്ടേജിനെ ഒരു ബാറ്ററിയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള ശുദ്ധമായ DC വോൾട്ടേജാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനായി നമ്മൾ ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ അധ്യായത്തിൽ നമുക്ക് വ്യത്യസ്ത രീതിയിലുള്ള റെക്ടിഫയറുകളെക്കുറിച്ചും ഫിൽട്ടറുകളെക്കുറിച്ചും മനസ്സിലാക്കാം.

7.1. ഡയോഡ് റെക്ടിഫയർ

പി.എൻ ജങ്ഷൻ ഡയോഡിന്റെ പ്രത്യേകത നിങ്ങൾ ഇതിനകം മനസ്സിലാക്കില്ലോ. ഡയോഡ് ഒരു ദിശയിൽ മാത്രം വൈദ്യുതി കടത്തിവിടുന്നു എന്നതാണ് ആ പ്രത്യേകത. ഒന്നുകൂടി വിശദീകരിച്ചാൽ ഡയോഡ് ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ കറന്റ് കടത്തിവിടുകയും റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ കടത്തിവിടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

അതിനാൽ രണ്ടു ദിശയിലേക്കും ഒഴുകുന്ന AC കറന്റിനെ ഒരു ദിശയിൽ മാത്രം ഒഴുകുന്ന DC കറന്റാക്കി മാറ്റാൻ നമുക്ക് ഒരു ഡയോഡ് ഉപയോഗിക്കാമല്ലോ. മേൽപ്പറഞ്ഞ, കറന്റിന്റെ ദിശ ഒരു ഭാഗത്തേക്കു മാത്രമാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് റെക്ടിഫിക്കേഷൻ. ഒരു റെക്ടിഫയറിന്റെ അവിഭാജ്യഘടകമാണ് ഡയോഡ്. ഇനി ഒരു ഡയോഡ് റെക്ടിഫയറായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം. അതിനു മുന്നോടിയായി പ്രവർത്തനം-2 നിങ്ങളുടെ ടീച്ചറുടെ സഹായത്തോടെ ചെയ്തുനോക്കുക.

ഈ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഭാഗമായി നിങ്ങൾ എന്തൊക്കെ നിരീക്ഷിച്ചു? സെർക്കീട്ടിന് ഒരു സൈൻവേവ് ഇൻപുട്ടായി കൊടുത്തപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ടിൽ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിൾളുകൾ മാത്രമേ കാണുന്നുള്ളൂ. നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളുകൾക്കെന്തു പറ്റി? ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ നെഗറ്റീവ് സൈക്കിളുകളിൽ വൈദ്യുതിയുടെ ദിശ മാറുകയും ആ ദിശയിലുള്ള കറന്റിനെ ഡയോഡ് കടത്തിവിടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഡയോഡ് ഒരു AC കറന്റിനെ DC കറന്റാക്കി മാറ്റുന്നു എന്നു പറയാം.

ഈ സെർക്കീട്ടിൽ ഡയോഡിന് ഇൻപുട്ടായി കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സൈൻവേവിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിന്റെ സമയത്തു മാത്രമേ ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസിലൂടെ കറന്റ് കടത്തി വിടുന്നുള്ളൂ. അതുകൊണ്ട് ഈ സെർക്കീട്ടിനെ ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഹാഫ് വേവ് റെക്ടിഫയറിനെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനു മുമ്പ് റെക്ടിഫയർ നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ എവിടെയൊക്കെയാണ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത് എന്നതിനെക്കുറിച്ച് വിലയിരുത്താനായി ഒരു പ്രവർത്തനം നടത്താം.

പ്രവർത്തനം - 1

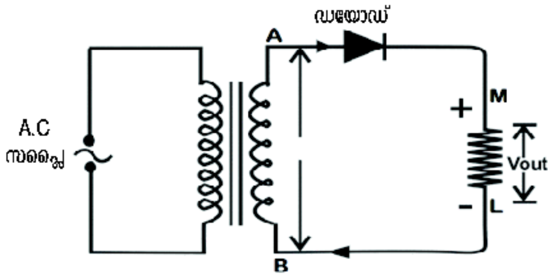
നമ്മുടെ വീട്ടുപകരണങ്ങളിലൂടെ ഒന്നു കണ്ണോടിക്കാം. അവ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനായി ഏതുതരം വൈദ്യുതിയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്? ACയെ DCയാക്കി മാറ്റി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ചർച്ചചെയ്യുക.

ഉപകരണം	AC സപ്ലൈ	DC സപ്ലൈ
സീലിങ് ഫാൻ		
റെഫ്രിജറേറ്റർ		
പെൻ ടോർച്ച്		
ക്ലോക്ക്		
മൊബൈൽഫോൺ		
ടെലിവിഷൻ		
കംപ്യൂട്ടർ		

- നിങ്ങളുടെ വീട്ടിൽ മൊബൈൽചാർജറോ AC/DC അഡാപ്റ്ററോ ഉണ്ടോ?
- അവയുടെ ആവശ്യം എന്താണെന്നു നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

7.2. ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ

ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ടാണ് ചിത്രം7.1ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്. പൊതുവെ, ഒരു റെക്ടിഫയറിൽ AC ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കൊടുക്കുന്നത് ട്രാൻസ്ഫോർമറിലൂടെയാണ്. ഇങ്ങനെ ട്രാൻസ്ഫോർമർ ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് രണ്ട് ഉദ്ദേശ്യങ്ങളുണ്ട്.



ചിത്രം 7.1 ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ

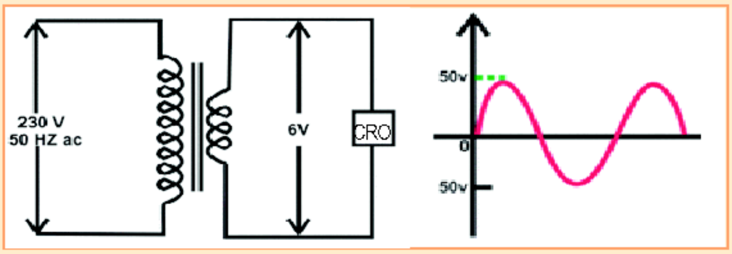
1. ഇത് ഇൻപുട്ട് AC വോൾട്ടേജ് കുറയ്ക്കുന്നു. മിക്കവാറും എല്ലാ അർദ്ധചാലക ഉപകരണങ്ങൾക്കും ICകൾക്കും പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ DC വോൾട്ടേജ് 5 മുതൽ 30 വോൾട്ടേജ് വരെയുള്ള പരിധിക്കുള്ളിലാണ്. ഈ പരിധിയിലുള്ള DC വോൾട്ടേജുണ്ടാക്കുന്നതിന് 230 വോൾട്ടുള്ള ACയെ കുറഞ്ഞ വോൾട്ടേജാക്കി മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്.
2. ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സഹായത്തോടെ റെക്ടിഫയർ സെർക്കീട്ടിനെ പവർലൈനിൽ നിന്നു വേർതിരിക്കാൻ കഴിയും. ഇതുമൂലം നമുക്ക് ഇലക്ട്രിക് ഷോക്കേൽക്കുന്ന സാധ്യത കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും.

ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറിയിൽ ഡയോഡും ലോഡ് റെസിസ്റ്ററും (R_L) ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു.

പ്രവർത്തനം - 2

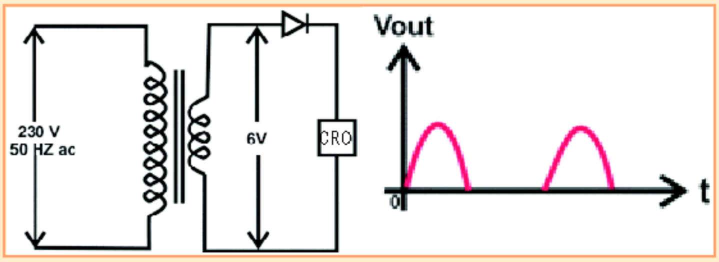
നിങ്ങളുടെ സ്കൂൾ പരീക്ഷണശാലയിലെ CRO ഉപയോഗിച്ച് താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ള സെർക്കീട്ടുകളുടെ ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ തരംഗരൂപം നിരീക്ഷിക്കുക.

- ഒരു 230/6 V ട്രാൻസ്ഫോർമറെടുത്ത് അതിന്റെ പ്രൈമറി 230V ACയിൽ ഘടിപ്പിക്കുക. ചിത്രം 7.2ൽ കൊടുത്തതുപോലെ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് ഒരു CRO യിൽ കൊടുത്ത് നിരീക്ഷിക്കുക.



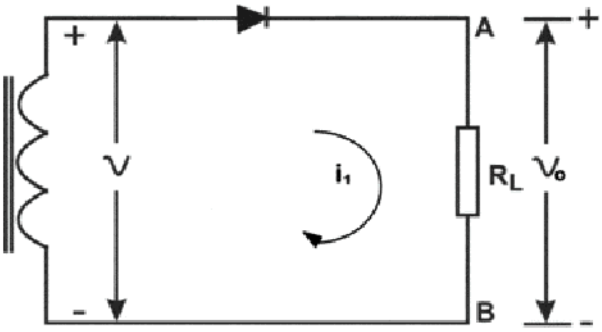
ചിത്രം 7.2

- ഇനി ചിത്രം 7.3ൽ കാണിച്ച പോലെ ഒരു ഡയോഡ് ഘടിപ്പിച്ച ശേഷം ഔട്ട്പുട്ട് തരംഗരൂപം നിരീക്ഷിക്കുക. എന്തു വ്യത്യാസമാണ് നിങ്ങൾ കാണുന്നത്? ഈ സെർക്കീട്ടിൽ ഡയോഡ് എന്താണു ചെയ്യുന്നത്?



ചിത്രം 7.3

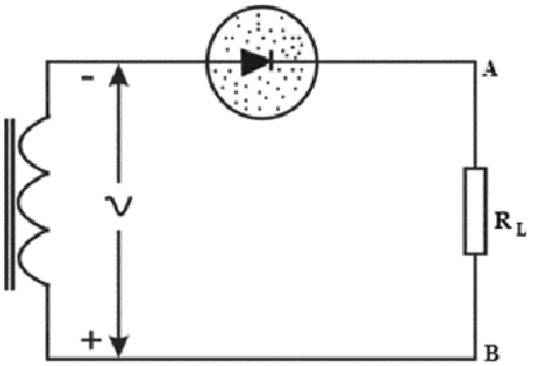
റെക്ടിഫയർ സെർക്കീട്ടിൽ ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ പ്രൈമറി ചുരുളുകൾ AC സപ്ലൈയിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറി ചുരുളുകൾ ഡയോഡിന് AC വോൾട്ടേജ് നൽകുന്നു. ചിത്രം 7.4. (a) നോക്കുക. ഈ AC വോൾട്ടേജിന്റെ പരമാവധി മൂല്യം V_m ആകുന്നു.



ചിത്രം 7.4 (a) ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ (പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിൾ)

AC വോൾട്ടേജിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ പോയിന്റ് A, പോയിന്റ് Bയെ അപേക്ഷിച്ച് പോസിറ്റീവ് ആയിരിക്കും. ഇത് ഡയോഡിനെ ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്യുകയും ഡയോഡ് കറന്റ് കടത്തിവിടുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഈ കറന്റിന്റെ ദിശ A യിൽ നിന്ന് B യിലേക്കാണ്. ഫോർവേഡ് ബയാസിലുള്ള ഒരു ഡയോഡിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് വളരെ ചെറുതായതിനാൽ ഡയോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് വളരെ കുറച്ചായിരിക്കും (ഇത് ജർമേനിയം ഡയോഡിൽ 0.3Vഉം സിലിക്കൺ ഡയോഡിൽ 0.7Vഉം ആണ്.) അതുകൊണ്ട് ലോഡ് റെസിസ്റ്റർ R_Lലുള്ള വോൾട്ടേജ് ഏകദേശം ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനു തുല്യമായിരിക്കും.

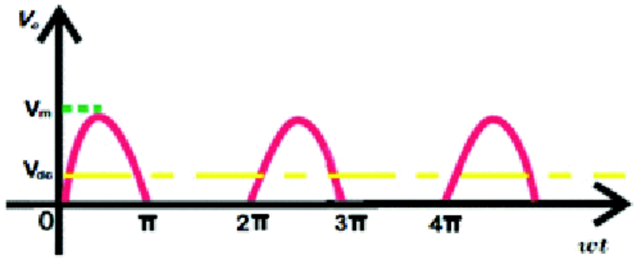


ചിത്രം 7.4 (b) ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ(നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിൾ)

ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഹാഫ്സൈക്കിളിൽ പോയിന്റ് A, പോയിന്റ് Bയെ അപേക്ഷിച്ച് നെഗറ്റീവായിരിക്കും. ഈ അവസരയിൽ ഡയോഡ് റിവേഴ്സ് ബയാസിലായിരിക്കും. അതിനാൽ ഡയോഡ് വൈദ്യുതി കടത്തിവിടുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് ലോഡ് റെസിസ്റ്ററിലൂടെ വൈദ്യുതി കടന്നുപോകാതിരിക്കുകയും അതിൽ വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാകാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് മുഴുവനായും ഡയോഡിന് കുറുകെ കാണപ്പെടുന്നു.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, പോസിറ്റീവ് ഹാഫ്സൈക്കിളിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനു തുല്യമാവുകയും നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ വോൾട്ടേജ് ഒന്നും ഇല്ലാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ലോഡ് റെസിസ്റ്ററിലൂടെ വൈദ്യുതി ഒരു ദിശയിൽ മാത്രം ഒഴുകുന്നു. അതിനാൽ ലോഡ് റെസിസ്റ്ററിൽ DC വോൾട്ടേജ് ലഭിക്കുന്നു. ലോഡ് റെസിസ്റ്ററിലുണ്ടാകുന്ന വോൾട്ടേജിന്റെ തരംഗരൂപം ചിത്രം 7.4 (c) യിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഈ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ഒറ്റ ദിശയിലുള്ളതാണെങ്കിലും അത് പൾസുകളെപ്പോലെയുള്ള



ചിത്രം 7.4 (c) ലോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് തരംഗരൂപം

താണ്. അതിനാൽ ഈ വോൾട്ടേജ് പൾസേറ്റിങ് DC എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇത് ഒരു ബാറ്ററിയിൽ നിന്നുലഭിക്കുന്നതു പോലെയുള്ള യഥാർഥ DC വോൾട്ടേജല്ല. ഒരു പൾസേറ്റിങ് DC എന്നത് ഒരു യഥാർഥ DC വോൾട്ടേജും AC വോൾട്ടേജും ചേർന്നതാണ്. ഈ ആവശ്യമില്ലാത്ത AC വോൾട്ടേജ് ഘടകങ്ങളെ **റിപ്പിളുകൾ** എന്നു പറയുന്നു.

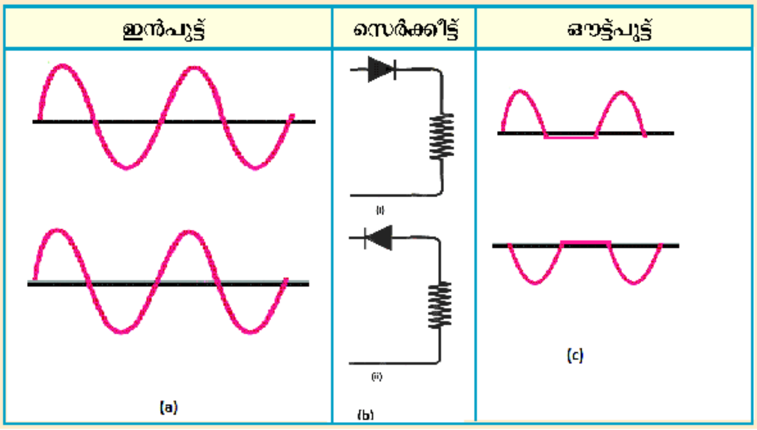
ഈ പൾസേറ്റിങ് DC യിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന യഥാർഥ DC വോൾട്ടേജ് കിട്ടുന്നതിന് വോൾട്ടേജിന്റെ ക്ഷണികമൂല്യങ്ങളുടെ ശരാശരി കണ്ടെത്തിയാൽ മതി. മറ്റൊരുതരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഏതൊരു സിഗ്നലിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന DC കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് ആ സിഗ്നലിന്റെ ശരാശരി കണ്ടെത്തിയാൽ മതി.

പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് (PIV)

ചിത്രം 7.4. (b) യിൽ ഒന്നുകൂടി ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിക്കാം. ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ ഡയോഡ് റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഈ സമയത്ത് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് മുഴുവനായും ഡയോഡിൽ കാണപ്പെടുന്നു. നെഗറ്റീവ് ഹാഫിൽ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് അതിന്റെ പരമാവധി മൂല്യമായ V_m ആകുമ്പോൾ ഡയോഡിന് കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജും അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ മൂല്യമാകുന്നു. റിവേഴ്സ് ബയാസിൽ ഡയോഡിനു കുറുകെയുള്ള ഏറ്റവും കൂടിയ വോൾട്ടേജാണ് പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ്. അതുകൊണ്ട് ഒരു ഹാഫ് വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് (PIV) ആണ്.

$$PIV = V_m$$

പ്രവർത്തനം - 3



ചിത്രം 7.5 ൽ കാണിച്ചതുപോലെയുള്ള രണ്ടു സെർക്കീട്ടുകൾ ഉണ്ടാക്കുക. ഒരു 230/6V ട്രാൻസ്ഫോർമർ ഉപയോഗിച്ച് ഈ സെർക്കീട്ടുകൾക്ക് 6V AC നൽകുക. അവയുടെ ഔട്ട്പുട്ട് CRO യിൽ നിരീക്ഷിക്കുക.

- *രണ്ടു സെർക്കീട്ടുകൾക്കും ഒരേപോലുള്ള AC വോൾട്ടേജാണ് കൊടുത്തതെങ്കിലും അവയ്ക്ക് വ്യത്യസ്ത ഔട്ട്പുട്ടുകൾ കിട്ടുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?*
- *രണ്ട് ഔട്ട്പുട്ടുകളിലും സിഗ്നലിന്റെ ഒരു പകുതി മാത്രമാണ് കിട്ടുന്നത്. എന്തുകൊണ്ട്?*
- *ഈ ലഭിച്ച ഔട്ട്പുട്ടുകളിൽനിന്ന് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫിക്കേഷന്റെ ആശയം ലഭിക്കുന്നുണ്ടോ?*

7.3. ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

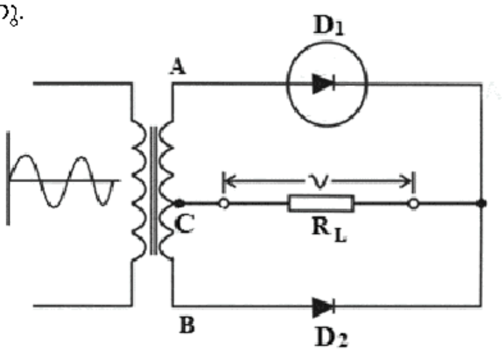
ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ രണ്ട് ഹാഫ് സൈക്കിളുകളിലും ലോഡിൽ കൂടിയുള്ള കറന്റ് ഒരേ ദിശയിലാകുന്നതാണ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫിക്കേഷൻ. ഇതിനു വേണ്ടി താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രണ്ടു സെർക്കീട്ടുകൾ സാധാരണ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

1) സെന്റർ ടാപ്പ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

2) ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ

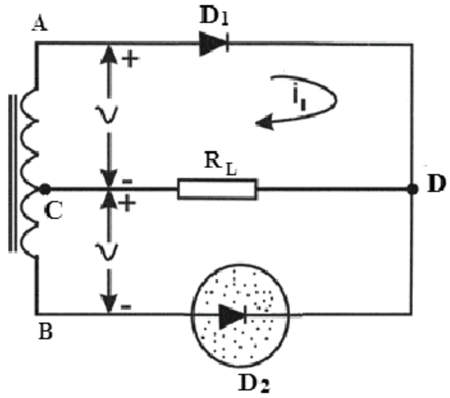
സെന്റർ ടാപ്പ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

സെന്റർ ടാപ്പ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ട് ഡയഗ്രം ചിത്രം 7.6 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ സെർക്കീട്ടിൽ ഒരു സെന്റർ ടാപ്പ് ട്രാൻസ്ഫോർമറും D_1, D_2 എന്നീ ഡയോഡുകളും ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു.



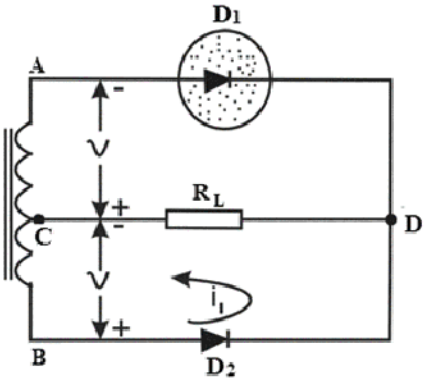
ചിത്രം 7.6 സെന്റർടാപ്പ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ്സൈക്കിളിൽ, ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറി ചുരുളുകളുടെ മധ്യത്തിലുള്ള പോയിന്റ് 'C' യെ അപേക്ഷിച്ച് പോയിന്റ് 'A' പോസിറ്റീവും പോയിന്റ് 'B' നെഗറ്റീവും ആകുന്നു. ഇത് ചിത്രം 7.7. (a) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഡയോഡ് D_1 ഫോർവേഡ് ബയാസിലും D_2 റിവേഴ്സ് ബയാസിലുമാകുന്നു. ഡയോഡ് D_1 കറന്റ് കടത്തിവിടുകയും D_2 കറന്റ് കടത്തിവിടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഇപ്പോൾ ഡയോഡ് D_1, ലോഡ് റെസിസ്റ്റർ R_L, ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറി ചുരുളുകളുടെ മുകളിലെ പകുതി എന്നീ ഭാഗത്തു കൂടി കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. R_Lൽ കൂടിയുള്ള കറന്റിന്റെ ദിശ മനസ്സിലാക്കാൻ ചിത്രം 7.7 (a) ശ്രദ്ധിക്കുക.



ചിത്രം 7.7 (a) സെന്റർ ടാപ് ഫുൾ വേവ് റെക്ടിഫയർ (പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിൾ)

ഇനി ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ എന്തു സംഭവിക്കുന്നു എന്നു നോക്കാം. ഇപ്പോൾ സെക്കൻഡറി ചുരുളുകളിൽ പോയിന്റ് ‘C’ യെ അപേക്ഷിച്ച് പോയിന്റ് ‘A’ നെഗറ്റീവും പോയിന്റ് ‘B’ പോസിറ്റീവും ആയിരിക്കും. ഇത് ഡയോഡ് D_2 വിനെ ഫോർവേഡ് ബയാസും D_1നെ റിവേഴ്സ് ബയാസുമാക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ കറന്റ് കടന്നുപോകുന്നത് ഡയോഡ് D_2, R_L, സെക്കൻഡറി ചുരുളുകളുടെ താഴത്തെ പകുതി എന്നിവയിലൂടെ ആയിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം 7.7(b) ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. R_Lൽ കൂടിയുള്ള കറന്റിന്റെ ദിശ പരിശോധിക്കുക. ഇപ്പോൾ നമുക്ക് ഒരുകാര്യം മനസ്സിലാവും. ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിന്റെ സമയത്തും നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിന്റെ സമയത്തും R_Lൽ കൂടിയുള്ള കറന്റിന്റെ ദിശ ഒരേപോലെയായിരിക്കും. അതായത് കറന്റ് പോയിന്റ് D യിൽ നിന്നു പോയിന്റ് ‘C’ യിലേക്ക് ഒഴുകുന്നു. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, ലോഡിൽ കൂടെയുള്ള കറന്റ് ഒരേ ദിശയിലുള്ളത്, അല്ലെങ്കിൽ DC ആയിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ലോഡ് റെസിസ്റ്ററിലുണ്ടാകുന്ന വോൾട്ടേജ് ഒരു DC വോൾട്ടേജാണെന്നു പറയാം.

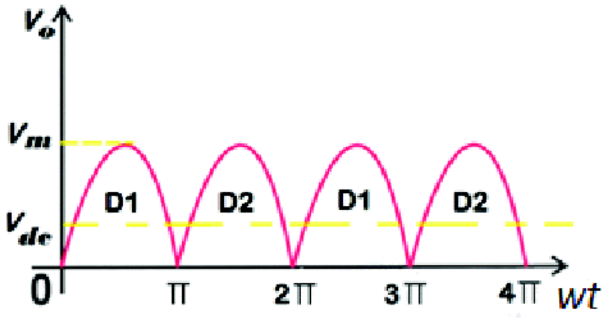


ചിത്രം 7.7 (b) സെന്റർ ടാപ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ (നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിൾ)

ഹാഫ് വേവ് റെക്ടിഫയറിൽ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിൾ ഒഴിവാക്കപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിൽ നെഗറ്റീവ് ഹാഫിനെ പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് ആക്കി മാറ്റുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ചിത്രം 7.7.(c)യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഈ പൾസേറ്റിങ് ഔട്ട്പുട്ടിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന യഥാർഥ DC വോൾട്ടേജ് മഞ്ഞരേഖകൊണ്ട് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

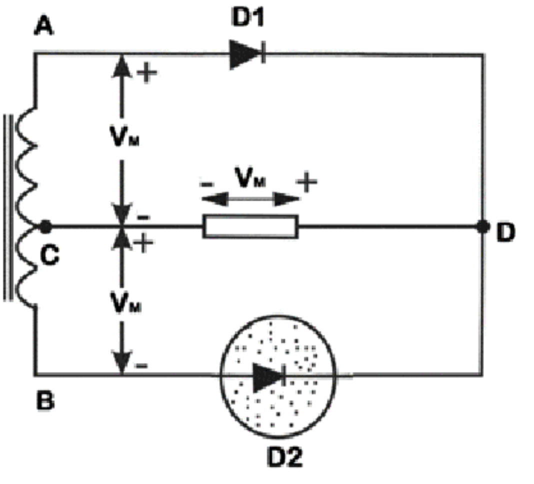


ചിത്രം 7.7 (c) ലോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് വേവ്ഫോം.

പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ്

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ വിലയായ +Vm ൽ എത്തി എന്നു കരുതുക. അതിനാൽ ഡയോഡ് D_1 ഫോർവേഡ് ബയാസ് ആകുകയും അതിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് ഏറെക്കുറേ പൂജ്യമായി പരിഗണിക്കുകയും ചെയ്യാം. ചിത്രം 7.8 കാണുക.

പോയിന്റ് A യിലെയും പോയിന്റ് ‘D’ യിലെയും വോൾട്ടേജുകൾ തുല്യമായിരിക്കും. ഇപ്പോൾ പോയിന്റ് ‘D’ യിലെ വോൾട്ടേജ് +Vm ഉം പോയിന്റ് B യിലെ വോൾട്ടേജ് -Vm ഉം ആയിരിക്കും. അതിനാൽ റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള ഡയോഡ് D_2 വിന്



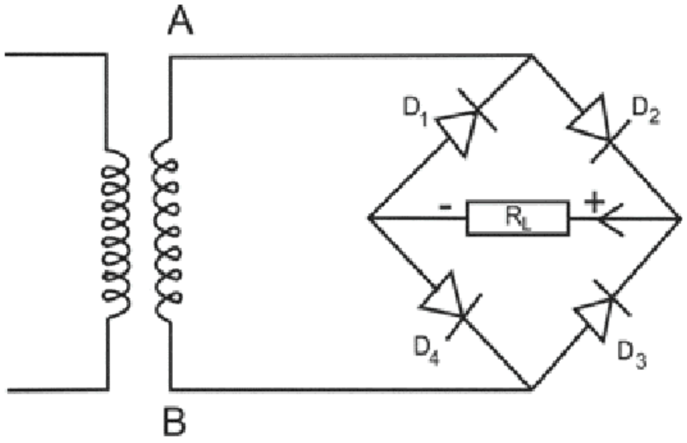
ചിത്രം 7.8 ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് പരമാവധി ആയിരിക്കുമ്പോഴുള്ള ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

കുറുകെ കാണുന്ന വോൾട്ടേജ് +Vm - (-Vm)=2Vm ആയിരിക്കും. ഡയോഡിന് കുറുകെ ഉണ്ടാകുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ നെഗറ്റീവ് വോൾട്ടേജ് 2Vm ആയിരിക്കും. ഈ 2Vm എന്നത് ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ ആകെ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജാണ്.

അടുത്ത ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജായ 2Vm, 'D_1' ന് കുറുകെ ആയിരിക്കും.

ഫുൾവേവ് ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ

കുറച്ചുകൂടി വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ ആണ്. ഇതിന് സെന്റർ ടാപ്പ് ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ ആവശ്യമില്ല. ഇതിൽ നാല് ഡയോഡുകൾ ഒരു ബ്രിഡ്ജിന്റെ രൂപത്തിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 7.9 കാണുക.

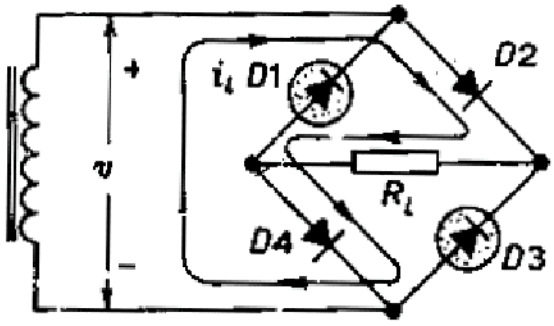


ചിത്രം 7.9 ഫുൾവേവ് ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ

സെർക്കീട്ടിൽ ട്രാൻസ്ഫോർമറും ലോഡ് റെസിസ്റ്ററും ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു ശ്രദ്ധിക്കുക.

പ്രവർത്തനം

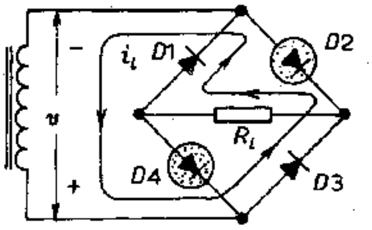
ചിത്രം 7.10 (a) നോക്കുക.



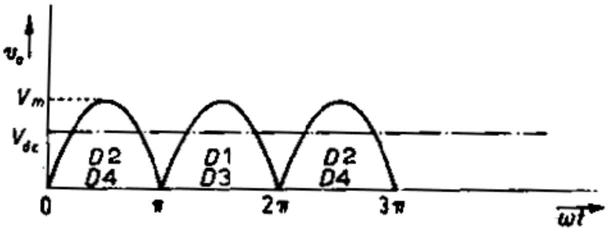
ചിത്രം 7.10 (a)

പോസിറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിന്റെ സമയത്ത് പോയിന്റ് A പോസിറ്റീവും പോയിന്റ് B നെഗറ്റീവുമാകുന്നു. ഇത് D2, D4 എന്നീ ഡയോഡുകളെ ഫോർവേഡ് ബയാസും D1, D3 എന്നീ ഡയോഡുകളെ റിവേഴ്സ് ബയാസുമാക്കുന്നു. അതിനാൽ D2, R_L, D4 എന്നിവയിലൂടെ കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കറന്റിന്റെ ദിശ ശ്രദ്ധിക്കുക.

നെഗറ്റീവ് ഹാഫ് സൈക്കിളിൽ പോയിന്റ് A നെഗറ്റീവും പോയിന്റ് B പോസിറ്റീവും ആകുന്നു. ഇത് D1, D3 ഡയോഡുകളെ ഫോർവേഡ് ബയാസും D2, D4 ഡയോഡുകളെ റിവേഴ്സ് ബയാസുമാക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ D1, RL, D3 എന്നിവയിലൂടെ കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. ഈ കറന്റിന്റെ ദിശ ചിത്രം 7.10 (b) യിൽ ശ്രദ്ധിക്കുക.



ചിത്രം 7.10 (b) ഫുൾവേവ് ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ

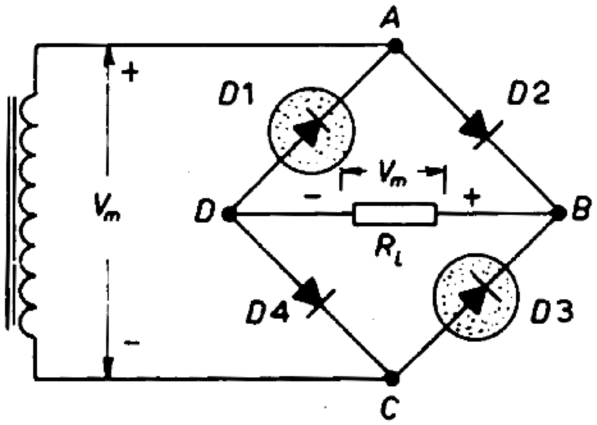


ചിത്രം 7.10 (c) ലോഡിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് തരംഗരൂപം

ഇൻപുട്ടിന്റെ രണ്ട് ഹാഫ് സൈക്കിളിലും ലോഡ് R_Lൽ കൂടിയുള്ള കറന്റ് ഒരേ ദിശയിലാണെന്നു നിങ്ങൾക്ക് കാണാം. അതുകൊണ്ട് ലോഡിനു കുറുകെ നിങ്ങൾക്ക് ഒരു DC വോൾട്ടേജ് ലഭിക്കുന്നു. ഈ വോൾട്ടേജ് ചിത്രം 7.10 (c) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ്

ചിത്രം 7.11 ൽ കൊടുത്ത ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ട് നോക്കുക. ഒരു പ്രത്യേക സമയത്ത് സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ മൂല്യമായ Vm എത്തി എന്നു കരുതുക. ഇവിടെ D2, D4 എന്നീ ഡയോഡുകൾ ഫോർവേഡ് ബയാസിലും D1, D3 എന്നിവ റിവേഴ്സ് ബയാസിലും ആകുന്നു. അതിനാൽ A,B പോയിന്റുകൾ ഒരേ വോൾട്ടേജിൽ ആയിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് Vm ഡയോഡ് 'D3' യ്ക്ക് കുറുകെ കാണപ്പെടുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ D3 യ്ക്ക് കുറുകെ ഉണ്ടാകുന്ന പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് Vm ആണ്.



ചിത്രം 7.11 ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് പരമാവധിയായിരിക്കുമ്പോഴുള്ള ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ

അതുപോലെ C,D എന്നീ പോയിന്റുകൾ ഒരേ വോൾട്ടേജിലായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് റിവേഴ്സ് ബയാസിലുള്ള D1 ന് കുറുകെയും പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് 'Vm' ഉം ആയിരിക്കും.

7.4. റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ

ഒരു റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് സ്ഥിരമായ DC വോൾട്ടേജല്ല എന്നും അത് ഒരു പൾസേറ്റിങ് DC ആണെന്നും നമുക്കറിയാം. ഔട്ട്പുട്ടിലുള്ള ആവശ്യമില്ലാത്ത റിപ്പിൾ കറന്റ് പരമാവധി കുറച്ചാൽ റെക്ടിഫയർ മികച്ചതാകുന്നു. റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ 'r' എന്നത് ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്ന DC യുടെ മേന്മയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിലുള്ള ACയുടെ rms മൂല്യവും DC യുടെ മൂല്യവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതമായിട്ടാണ് റിപ്പിൾ ഫാക്ടറിനെ നിർവചിക്കുന്നത്.

$$r = \frac{\text{AC}യുടെ\ \text{rms}\ മൂല്യം}{\text{DC}യുടെ\ മൂല്യം}$$

റിപ്പിൾ ഫാക്ടറിന്റെ പൊതുസമവാക്യം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

$$r = \sqrt{\left(\frac{V_{rms}}{V_{dc}}\right)^2 - 1}$$

ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യത്തിൽ താഴെ കൊടുക്കുന്ന തരത്തിൽ റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ കണ്ടുപിടിക്കാം.

$V_{rms} = V_m/2$

$V_{dc} = V_m/\pi$

Vm എന്നത് ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ പരമാവധി വോൾട്ടേജാണ്.

V_{dc} എന്നത് ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ശരാശരി വോൾട്ടേജാണ്.

ഈ മൂല്യങ്ങൾ മുകളിലെ റിപ്പിൾ ഫാക്ടറിന്റെ സമവാക്യത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചാൽ അതിന്റെ മൂല്യം r = 1.21 എന്നു ലഭിക്കും.

ഔട്ട്പുട്ടിലുള്ള DC വോൾട്ടേജിന്റെ 121% AC വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവും എന്നാണ് ഈ മൂല്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. അല്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ DC വോൾട്ടേജിനേക്കാളും കൂടുതൽ റിപ്പിൾ വോൾട്ടേജുണ്ടെന്നു പറയാം. അതിനാൽ ACയെ DCയാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രവർത്തനത്തിൽ ഹാഫ് വേവ് റെക്ടിഫയർ മികച്ചതല്ല എന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

സെന്റർ ടാപ്പായാലും ബ്രിഡ്ജ് ആയാലും ഒരു ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ കണ്ടുപിടിക്കുന്നവിധം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$I_{rms} = I_m/\sqrt{2}$

$I_{dc} = 2I_m/\pi$

ഈ വിലകൾ റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ കണ്ടുപിടിക്കുന്ന പൊതുസമവാക്യത്തിൽ കൊടുത്താൽ r = 0.48 എന്നു ലഭിക്കുന്നു.

ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നത് DCയുടെ 48% മാത്രമേ റിപ്പിളുകൾ (അഥവാ AC) ഉള്ളൂ എന്നാണ്. അതുകൊണ്ട് ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടറിഫയറിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഫുൾവേവിൽ റിപ്പിളുകൾ വളരെ കുറവാണ്. ആയതിനാൽ ACയെ DCയാക്കി മാറ്റുന്നതിൽ ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറാണ് മികച്ചത് എന്നു കാണാം.

7.5. കാര്യക്ഷമത [η] (Efficiency)

ഒരു റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമത എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് അത് അതിന്റെ ഇൻപുട്ടിൽ ലഭിച്ച എസി പവറിന്റെ എത്ര ഭാഗം ഔട്ട്പുട്ടിൽ DC പവറാക്കി മാറ്റി എന്നുള്ളതാണ്. അതുകൊണ്ട് റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമതയെ ഔട്ട്പുട്ട് DC പവറിന്റെയും (P_{dc}) ഇൻപുട്ട് AC പവറിന്റെയും (P_{ac}) അനുപാതമായി നിർവചിക്കാം.

$$\eta = \frac{\text{ഔട്ട്പുട്ട് DC പവർ } (P_{dc})}{\text{ഇൻപുട്ട് AC പവർ } (P_{ac})}$$

ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ

ഔട്ട്പുട്ട് DC പവർ, $P_{dc} = I_{dc}^2 R_L$

$= \left(\frac{I_m}{\pi}\right)^2 . R_L$

ഇവിടെ R_L എന്നത് ലോഡ് റെസിസ്റ്റൻസാണ്.

ഇൻപുട്ട് AC പവർ, $P_{ac} = I_{rms}^2 R_L$

$= (I_m/2)^2 R_L$

അതുകൊണ്ട്, $\eta = P_{dc}/P_{ac} = \left(\frac{I_m}{\pi}\right)^2 .R_L \ /(I_m/2)^2 R_L$

$= 0.406\ R_L / R_L$

$= 0.406$

$= 40.6\%$

തത്ത്വത്തിൽ ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ കാര്യക്ഷമത 40.6% ആണ്. അല്ലെങ്കിൽ ഇൻപുട്ടിൽ ലഭിച്ച AC പവറിന്റെ 40.6% മാത്രമേ ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിനു DC പവറാക്കി മാറ്റാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ.

ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ

$P_{dc} = I_{dc}^2 R_L$

$= (2I_m/\pi)^2 . R_L$

$P_{ac} = I_{rms}^2 R_L$

$= (I_m/\sqrt{2})^2 R_L$

അതുകൊണ്ട്, $\eta = P_{dc}/P_{ac}$

$= (2I_m/\pi)^2 . R_L/(I_m/\sqrt{2})^2 R_L$

$= 0.812 R_L/R_L$

$= 0.812$

$= 81.2\%$

ആയതിനാൽ ഒരു ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ കാര്യക്ഷമത 81.2% ആണ്.

പ്രശ്നം 7.1

ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ടിൽ ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് $V = 50 \sin\omega t$ ഉം $R_L = 800\Omega$ ഉം ആണ്.

I_m, I_{dc}, I_{rms} ഇൻപുട്ട് AC പവർ, ഔട്ട്പുട്ട് DC പവർ, ഔട്ട്പുട്ട് DC വോൾട്ടേജ്, റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമത എന്നിവ കണ്ടുപിടിക്കുക.

പരിഹാരം

പരമാവധി വോൾട്ടേജ് $V_m = 50V$

$I_m = V_m / R_L$

$I_m = \frac{50}{800} = 62mA$

$I_{dc} = I_m/\pi$

$= 62/\pi$

$= 19.74mA$

$I_{rms} = I_m/2$

$= 62/2 = 31mA$

AC ഇൻപുട്ട് പവർ,

$P_{ac} = I_{rms}^2 \times R_L$

$P_{dc} = (31\times10^{-3})^2\times800$

$= 0.768W$

DC ഔട്ട്പുട്ട് പവർ,

$P_{dc} = I_{dc}^2 \times R_L$

$= (19.74\times10^{-3})^2\times800$

$= 0.312W$

DC ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്

$V_{dc} = I_{dc}\times R_L$

$= 19.74mA\times800\Omega$

$= 15.79V$

മറ്റൊരു തരത്തിൽ $V_{dc} = V_m/\pi = 50/\pi = 15.82V$

കാര്യക്ഷമത $\eta = (P_{dc}/ P_{ac})\times100$

$= (0.312/0.768)\times100$

$= 40.62\%$

പ്രശ്നം 7.2

ഒരു ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ട്രാൻസ്ഫോർമർ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് $V = 10 \sin(\omega t)$ ഉം $R_L = 2K\Omega$ ഉം ആണ്. ഡയോഡുകളുടെ ഫോർവേഡ് റെസിസ്റ്റൻസ് അവഗണിക്കുക. ഈ സെർക്കീട്ടിലെ V_{dc} , I_{dc} , PIV, V_{rms}, റിപ്പിൾ വോൾട്ടേജ് എന്നിവ കണ്ടുപിടിക്കുക.

പരിഹാരം

$V = 10 \sin(\omega t)$

$V_m = 10V$

$$V_{dc} = \frac{2\times10}{\pi} = 6.369V$$

$$I_{dc} = V_{dc}/R_L$$

$$= \frac{6.369}{2\times10^3} = 3.1845\times10^{-3} A$$

$$= 3.1845mA$$

$$PIV = 2V_m$$

$$= 20V$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{10}{\sqrt{2}}$$

$$= 7.071 V$$

$$\text{Ripple voltage} = \text{ripple factor} \times V_{dc}$$

$$= 0.482 \times 6.369$$

$$= 3.069 V$$

പ്രവർത്തനം 4

പട്ടിക പൂരിപ്പിക്കുക

ക്രമ നം	പരാമീറ്റർ	ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയർ	സെന്റർ ടാപ്പ് ഫുൾ വേവ് റെക്ടിഫയർ	ബ്രിഡ്ജ് ഫുൾ വേവ് റെക്ടിഫയർ
1	V_{rms}			
2	V_{dc}			
3	I_{dc}			
4	കാര്യക്ഷമത			
5	റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ			
6	PIV			
7	ഡയോഡുകളുടെ എണ്ണം			

- കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമത ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിനാണോ, ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിനാണോ? എന്തുകൊണ്ട്?
- സെന്റർ ടാപ്പും ബ്രിഡ്ജും ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറുകൾ ആണെങ്കിലും അവയുടെ PIV വ്യത്യസ്തമാണ്. എന്തുകൊണ്ട്?

പ്രവർത്തനം - 5

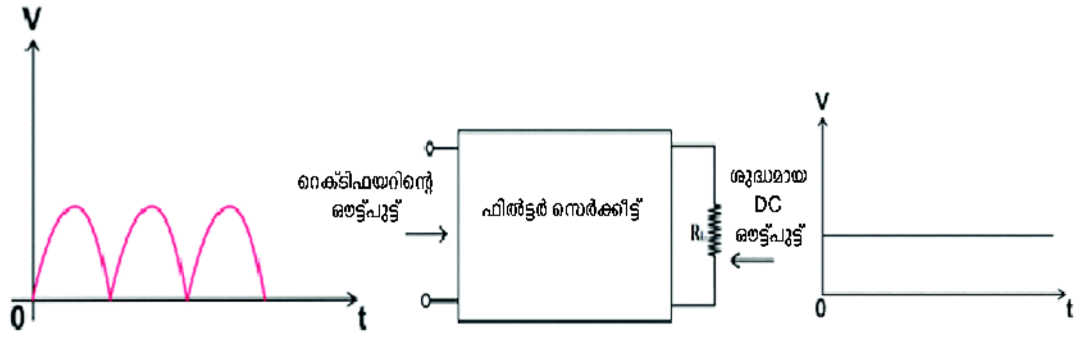
അധ്യാപികയുടെ സഹായത്തോടെ ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറും ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറും നിർമിക്കുക. രണ്ടിന്റെയും ഔട്ട്പുട്ട് വേവ് CRO യിൽ നിരീക്ഷിക്കുക.

- സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കാൻ ആവശ്യമായിവന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഘടകങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.
- ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് ഒരു AC വോൾട്ട്മീറ്ററും CRO യും ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുക. ഈ അളവുകൾ താരതമ്യം ചെയ്ത് നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായം രേഖപ്പെടുത്തുക.

AC വോൾട്ട്മീറ്റർ തരുന്നത് AC യുടെ rms വിലയാണ്. എന്നാൽ CRO ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുന്നത് ACയുടെ പരമാവധി വോൾട്ടേജാണ്. അതുകൊണ്ട് രണ്ടും വ്യത്യസ്തങ്ങളാണ്.

7.6. ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ടുകൾ

ഒരു റെക്ടറിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഒരു DC ബാറ്ററിയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള സറിരതയാർന്ന DC വോൾട്ടേജ് അല്ല. റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഒരു പൾസേറ്റിങ് DC ആണ്. അതിൽ അനാവശ്യമായ AC ഘടകങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഇത്തരത്തിലുള്ള പൾസേറ്റിങ് DC ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടിൽ ഉപയോഗിച്ചാൽ അവ ശരിയായവിധത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കില്ല. അതുകൊണ്ട് ഈ പൾസേറ്റിങ് DCയിലെ റിപ്പിളുകളെ ഒഴിവാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇവിടെ ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ടുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്താം. ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ട് ACയെയും DCയെയും വേർതിരിക്കുന്നു. ഇത് ACയെ ഒഴിവാക്കുകയും DCയെ മാത്രം ലോഡിൽ എത്താൻ അനുവദിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.
ഈ ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ട് റെക്ടിഫയറിനും ലോഡിനുമിടയിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 7.12 നോക്കുക.



ചിത്രം 7. 12 ഫിൽട്ടർ സെർക്കീട്ട്

കപ്പാസിറ്റർ ഫിൽട്ടർ

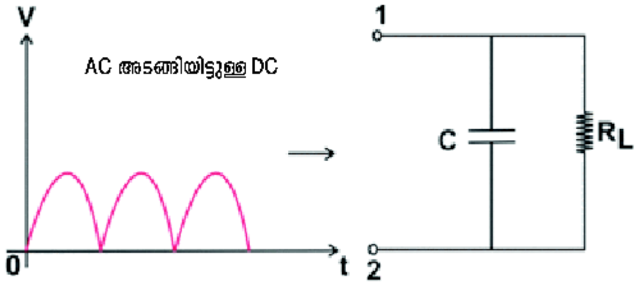
ഏറ്റവും ലളിതമായ ഫിൽട്ടർ ഒരു കപ്പാസിറ്ററാണ്. ഈ കപ്പാസിറ്റർ റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലോഡിന് സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിക്കുന്നു. കപ്പാസിറ്റർ ഫിൽട്ടറിന്റെ പ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്ത രീതിയിൽ വിശദീകരിക്കാം.

കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസിന്റെ സമവാക്യം.

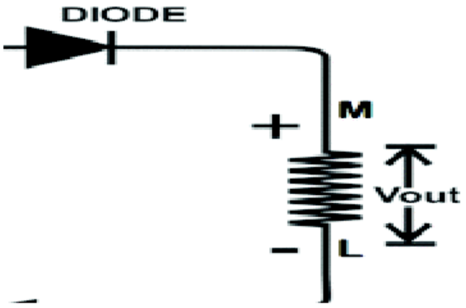
$$X_c = 1/2\pi fC$$

DC വോൾട്ടേജിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി പൂജ്യമായിരിക്കും. അതിനാൽ റിയാക്ടൻസ് അനന്തമായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് DC വോൾട്ടേജിനെ കപ്പാസിറ്റർ കടത്തിവിടില്ല. എന്നാൽ AC വോൾട്ടേജ് ലോഡിൽ എത്താതെ കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ കടന്നുപോകുകയും DC വോൾട്ടേജ് മാത്രം ലോഡിൽ എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

എന്നാൽ പ്രായോഗികതലത്തിൽ പരിഗണിക്കുമ്പോൾ AC സപ്ലൈയെ സംബന്ധിച്ച് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് പൂജ്യം ആകുന്നില്ല. അതുകൊണ്ടുതന്നെ AC സിഗ്നൽ പൂർണമായും ബൈപ്പാസ് ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. ഇതിനുകാരണം ACയുടെ കുറഞ്ഞ ആവൃത്തി (Frequency) യാണ്. ഇക്കാരണത്താൽ ഒരു ചെറിയ റിപ്പിൾ ഇപ്പോഴും ഔട്ട്പുട്ടിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. ഒരളവുവരെ ഈ റിപ്പിൾ കുറയ്ക്കാൻ വലിയ മൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ചാൽ മതി. കാരണം കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൂല്യം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അതിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കുറയുന്നു.



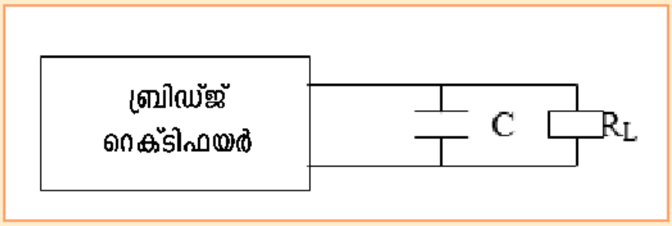
ചിത്രം 7.13 (a) കപ്പാസിറ്റർ ഫിൽട്ടർ

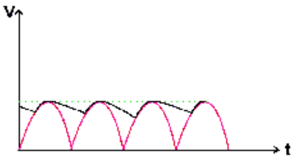
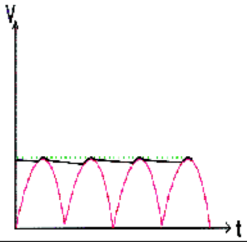
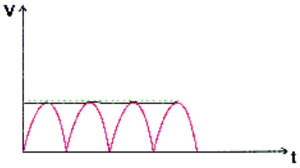


ചിത്രം 7.13 (b) ഔട്ട്പുട്ട് വേവ്ഫോം

പ്രവർത്തനം 6

താഴെകൊടുത്തിട്ടുള്ള സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കി ഫിൽട്ടർ കപ്പാസിറ്ററിന് വ്യത്യസ്ത മൂല്യങ്ങളായ $1\mu f$, $10\mu f$, $100\mu f$ എന്നിവ കൊടുക്കുക. ഓരോ സമയത്തും CRO യിൽ ഔട്ട്പുട്ട് തരംഗരൂപം നിരീക്ഷിക്കുക. അവ താരതമ്യം ചെയ്ത് നിങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തലുകൾ രേഖപ്പെടുത്തുക.



സാധ്യതകൾ	കപ്പാസിറ്റൻസിന്റെ മൂല്യം	ഔട്ട്പുട്ട് വേവ് ഫോം	കണ്ടെത്തലുകൾ
സാധ്യതകൾ I	C=1 μF		
സാധ്യതകൾ II	C=10 μF		
സാധ്യതകൾ III	C=100 μF		

- കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൂല്യവും ഔട്ട്പുട്ടിലെ റിപ്പിളിന്റെ അളവും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടോ?
- ഉണ്ടെങ്കിൽ എന്തുകൊണ്ട്?

മുകളിൽ കൊടുത്ത പ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്നു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൂല്യം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് റിപ്പിൾ കുറയുന്നതു കാണാം. കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൂല്യം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് റിയാക്ടൻസ് കുറയുന്നു. അതിനാൽ കൂടുതൽ AC കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ കടന്നുപോവുകയും വളരെക്കുറച്ചു മാത്രം ലോഡിൽ എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ട് വലിയ കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ചാൽ വളരെക്കുറച്ച് റിപ്പിൾ ഉള്ള നല്ല DC ലഭിക്കുന്നു. കുറഞ്ഞ വലുപ്പവും, കുറഞ്ഞ ഭാരവും കുറഞ്ഞ മൂല്യവും കപ്പാസിറ്റർ ഫിൽട്ടറിനെ പ്രചാരമുള്ളതാക്കുന്നു. ഈ ഫിൽട്ടർ ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിനൊപ്പവും ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിനൊപ്പവും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സംഗ്രഹിക്കാം

AC വോൾട്ടേജിനെ DCയാക്കി മാറ്റാൻ റെക്ടിഫയർ സെർക്കീട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കറന്റിനെ ഏകദിശയിൽ മാത്രം കടത്തിവിടുന്ന ഡയോഡ് ഉപയോഗിച്ച് റെക്ടിഫിക്കേഷൻ നടത്താം. ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിൽ ഒറ്റ ഡയോഡ് മാത്രം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ഡയോഡിനു കുറുകെയുണ്ടാകുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ റിവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് പീക്ക് ഇൻവേഴ്സ് വോൾട്ടേജ് (PIV) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ PIV, Vm ആണ്. ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയർ രണ്ടു തരത്തിലുണ്ട്. സെന്റർ ടാപ്പ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിൽ സെന്റർ ടാപ്പ് ട്രാൻസ്ഫോർമറും രണ്ടു ഡയോഡുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ PIV, '2Vm' ആണ്. ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയർ എന്ന ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിൽ നാല് ഡയോഡുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഇവിടെ സെന്റർ ടാപ്പ് ട്രാൻസ്ഫോമറിന്റെ ആവശ്യമില്ല. ഇതിന്റെ PIV, 'Vm' ആണ്. ഒരു റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ശുദ്ധമായ DC അല്ല. മറിച്ച്, അതിൽ വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനങ്ങളുണ്ട്. ഇത്തരം വോൾട്ടേജിനെ പൾസേറ്റിങ് DCഎന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു റെക്ടിഫയറിന്റെ റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ കാണിക്കുന്നത് ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ഗുണനിലവാരം അല്ലെങ്കിൽ അത് എത്രമാത്രം നല്ല DC ആയിട്ടുണ്ട് എന്നുള്ളതാണ്.

ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ 1.21 ഉം ഫുൾവേവിന് അത് 0.48 ഉം ആകുന്നു. റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമത അളക്കുന്നത് ഔട്ട്പുട്ട് DC പവറിന്റെയും ഇൻപുട്ട് AC പവറിന്റെയും അനുപാതം കണ്ടെത്തിയിട്ടാണ്. ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമത 40.6% ഉം ഫുൾവേവിന്റേത് 81.2% ഉം ആണ്.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- റെക്ടിഫയറിന്റെ ആവശ്യകത വിവരിക്കുന്നു
- ഡയോഡ് റെക്ടിഫയറായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്നു ബോധ്യപ്പെടുന്നു.
- ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറുകളുടെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- റെക്ടിഫയറുകളുടെ കാര്യക്ഷമത കണ്ടുപിടിച്ച് മികച്ചതു തിരിച്ചറിയുന്നു.
- റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ എന്ന ആശയം വിശദമാക്കുന്നു.
- റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിലെ ശരാശരി, RMS മൂല്യങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുന്നു.
- റെക്ടിഫയർ സെർക്കീട്ടുകളിൽ ഫിൽട്ടറിന്റെ ആവശ്യകത വിശദീകരിക്കുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. ഒരു ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയറിന്റെ റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ

   എ) 0.406 ബി) 0.812

   സി) 0.48 ഡി) 1.21

2. സെന്റർ ടാപ്പ് ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിൽ ട്രാൻസ്ഫോർമറിന്റെ സെന്റർ ടാപ്പ് വോൾട്ടേജ് Vm ആണെങ്കിൽ ഡയോഡിന്റെ PIV എത്ര?

   എ) Vm ബി) 2 Vm

   സി) Vm/2 ഡി) ഇവയൊന്നുമല്ല

3. ഹാഫ്വേവ് റെക്ടിഫയറിൽ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് Vm ആണെങ്കിൽ PIVഎത്ര?

   എ) Vm ബി) 2 Vm

   സി) Vm/2 ഡി) ഇതൊന്നുമല്ല

4. ഹാഫ്വേവ് റെക്ടിഫയറിൽ ലോഡ് കറന്റ് ഒഴുകുന്നത്

   എ) ഇൻപുട്ടിന്റെ മുഴുവൻ സമയത്തും

   ബി) ഇൻപുട്ടിന്റെ ഒരു പകുതിയിൽ

   സി) ഇൻപുട്ടിന്റെ ഒരു പകുതിയിൽ താഴെ

   ഡി) ഇൻപുട്ടിന്റെ ഒരു പകുതിയിൽ കൂടുതൽ

5. ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിൽ കറന്റൊഴുകുന്നത്

   എ) ഇൻപുട്ടിന്റെ മുഴുവൻ സമയത്തും ബി) ഇൻപുട്ടിന്റെ ഒരു പകുതിയിൽ

   സി) ഇൻപുട്ടിന്റെ ഒരു പകുതിയിൽ താഴെ ഡി) പൂജ്യം സമയത്ത്

6. റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിലെ AC ഘടകം ഫിൽട്ടർ ചെയ്യുന്നതിന് താഴെപ്പറയുന്നവയിൽ ഏതിനെ ഉപയോഗിക്കാം?

   എ) ഇൻഡക്ടർ ബി) കപ്പാസിറ്റർ

   സി) ഇൻഡക്ടർ അല്ലെങ്കിൽ കപ്പാസിറ്റർ ഡി) റെസിസ്റ്റർ

7. റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിലെ ഫിൽട്ടറിങ് മെച്ചപ്പെടുത്താൻ താഴെപ്പറയുന്നവയിൽ ഏറ്റവും ഉചിതമായത് ഏത്?

   എ) വലിയ മൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്റർ

   ബി) കുറഞ്ഞ മൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്റർ

   സി) കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൂല്യവുമായി ബന്ധമില്ല.

   ഡി) റെസിസ്റ്റർ മാത്രം

8. ഒരു ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയറിൽ ഒരു ഡയോഡ് നശിച്ചുപോയാൽ നമുക്ക് കിട്ടുന്ന ഔട്ട്പുട്ട്

എ) ഹാഫ്‌വേവ് ബി) ഫുൾവേവ്

സി) ഔട്ട്പുട്ട് ഇല്ല ഡി) സൈൻവേവ്

9. ഒരു ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ പരമാവധി കാര്യക്ഷമത

എ) 40.6% ബി) 81.2%

സി) 50% ഡി) 100%

10. റിപ്പിൾ ഫാക്ടറിന്റെ മൂല്യം എപ്പോഴും .... ആയിരിക്കും.

എ) 0.48 ബി) 1.21

സി) 0.48 അല്ലെങ്കിൽ 1.21 (റെക്ടിഫയറിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും)

ഡി) 1.21 ൽ താഴെ ഏതു വിലയും

ഉത്തരസൂചിക.

1. സി 2. ബി 3. എ 4. ബി 5. ബി 6. സി 7. എ 8. ബി 9. ബി 10. സി.

വിവരണാത്മക ചോദ്യങ്ങൾ

1. ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിൽ ട്രാൻസ്ഫോമറിന്റെ സെക്കൻഡറി വോൾട്ടേജ് 9V ആണെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടിലുള്ള DC വോൾട്ടേജ് കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമതയും കണ്ടുപിടിക്കുക.
2. ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് വരയ്ക്കുക. ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ഫിൽട്ടർ കപ്പാസിറ്റർ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ടിനുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം വരയ്ക്കുക.
3. റെക്ടിഫയറുകളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് ബ്രിഡ്ജ് റെക്ടിഫയറാണ്- വിശദമാക്കുക.
4. കപ്പാസിറ്ററിന്റെ മൂല്യം കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ഫിൽട്ടറിങ് മെച്ചപ്പെടുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?
5. റെക്ടിഫയറുകളുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമത താരതമ്യം ചെയ്യുന്നതിന് റിപ്പിൾ ഫാക്ടർ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതെങ്ങനെ?
6. ഒരു ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ കാര്യക്ഷമത 40% ആണ്. ബാക്കിയുള്ള 60% പവറിന് എന്തു സംഭവിച്ചു?
7. ഹാഫ്‌വേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഫ്രീക്വൻസി $50H_z$ ഉം ഫുൾവേവ് റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഫ്രീക്വൻസി $100H_z$ ഉം ആണ്. കാരണം വിശദമാക്കുക.
8. പവർ സപ്ലൈയുടെ ഇൻപുട്ടിലുള്ള വ്യതിയാനം റെക്ടിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെ ബാധിക്കുന്നു. വിശദമാക്കുക.

8

ആംപ്ലിഫയർ (Amplifier)

ആമുഖം

8.1. ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ എന്ന ആശയം

8.2. ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആംപ്ലിഫയർ

8.3. ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആംപ്ലിഫയറാക്കുന്നതിനുള്ള ബയാസിങ്

8.4. ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റിന്റെ സ്ഥാപനം

8.5. ഏക ഘട്ടമുള്ള RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ (സിംഗിൾ സ്റ്റേജ് RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ)

8.6. ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ (മൾട്ടി സ്റ്റേജ് ആംപ്ലിഫയർ)

8.7. ആംപ്ലിഫയറുകളുടെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്

8.8. ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയർ

8.9. ഓപ്പറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ

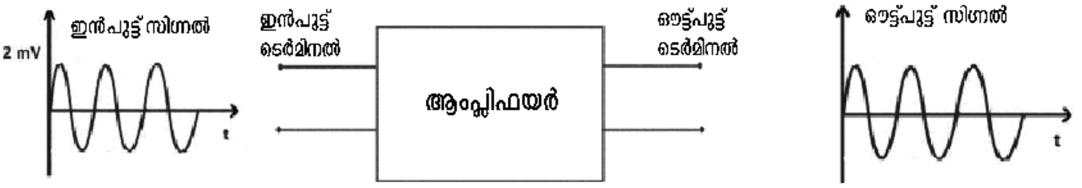
S2Q2U5

ആമുഖം

നിങ്ങൾക്ക് ഒരു വലിയ ജനക്കൂട്ടത്തോടു സംസാരിക്കണം എന്നിരിക്കട്ടെ. നിങ്ങൾ എത്ര ഉറക്കെ സംസാരിച്ചാലും അത് എല്ലാവരിലും എത്തിക്കാൻ ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. അതുകൊണ്ട് ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത കൂട്ടാനുള്ള ഒരു സംവിധാനം ആവശ്യമായിവരുന്നു. ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത കൂട്ടാൻ മെഗാഫോൺ ഉപയോഗിക്കാമെങ്കിലും അത് അത്ര കാര്യക്ഷമതയുള്ള ഉപകരണമല്ല. ഒരു വൈദ്യുതസിഗ്നലിന്റെ തീവ്രത അല്ലെങ്കിൽ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് ഉയർത്താൻ ആംപ്ലിഫയറുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത കൂട്ടണമെങ്കിൽ അതിനെ ആദ്യമായി വൈദ്യുതസിഗ്നലാക്കി മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്. ഒരു രൂപത്തിലുള്ള ഊർജത്തെ മറ്റൊരു രൂപത്തിലാക്കി മാറ്റുന്ന ഉപകരണത്തെ ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ എന്നാണ് പറയുന്നത്. ശബ്ദസിഗ്നലിനെ വൈദ്യുതസിഗ്നലാക്കി മാറ്റുന്ന ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറാണ് മൈക്രോഫോൺ. മൈക്രോഫോണിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന വൈദ്യുത സിഗ്നലിനെ ശക്തിപ്പെടുത്താൻ ആംപ്ലിഫയർ എന്ന ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ട് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ശക്തിപ്പെടുത്തിയ വൈദ്യുതസിഗ്നലിനെ തിരിച്ച് ശബ്ദസിഗ്നലാക്കി മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനാണ് ലൗഡ്സ്പീക്കർ എന്ന ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. മൈക്രോഫോണും ആംപ്ലിഫയറും ലൗഡ്സ്പീക്കറും ചേർന്ന സംവിധാനത്തെ പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ സിസ്റ്റമാണ് വലിയ സദസ്സിനോടു സംസാരിക്കാൻ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

8.1 ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ എന്ന ആശയം

ഒരു ഇലക്ട്രിക് സിഗ്നലിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് ഉയർത്തുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണമാണ് ആംപ്ലിഫയർ. (ചിത്രം 8.1 കാണുക). ഇവിടെ 2mV ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിനെ 100mV ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നലാക്കി അതിന്റെ ആകൃതിയിൽ ഒരു മാറ്റവും വരുത്താതെ വലുതാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ സിഗ്നലിനെ 50 മടങ്ങായി ഉയർത്തിയിരിക്കുന്നു. ആംപ്ലിഫയർ സിഗ്നലിനെ എത്ര മടങ്ങായിട്ടാണോ



ചിത്രം 8.1 ആംപ്ലിഫയറും ഇൻപുട്ട് ഔട്ട്പുട്ട് തരംഗരൂപങ്ങളും

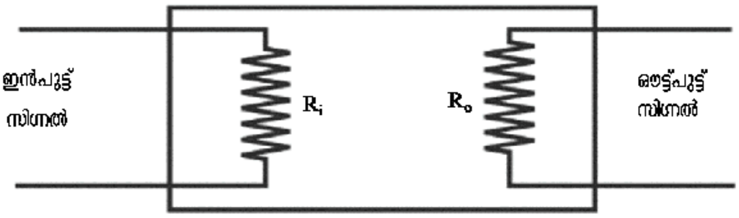
വർധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്, ആ അളവിനെ ഗെയിൻ എന്നു പറയുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിൽ, ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡും ഇൻപുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡും തമ്മിലുള്ള അനുപാതമായി ഗെയിനിനെ നിർവചിക്കാം.

ആംപ്ലിഫയറുകൾ പ്രധാനമായും മൂന്ന് തരമുണ്ട്. അവ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയർ, കറന്റ് ആംപ്ലിഫയർ, പവർ ആംപ്ലിഫയർ എന്നിങ്ങനെ അറിയപ്പെടുന്നു. വോൾട്ടേജ്, കറന്റ്, പവർ എന്നിവയിൽ ഏതിനെയാണോ ഉയർത്തുന്നത് എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണ് മുകളിൽപ്പറഞ്ഞ തരംതിരിക്കൽ.

$$\text{ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ, } A = \frac{\text{ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്}}{\text{ഇൻപുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്}}$$

ഇലക്ട്രോണിക്സിലെ കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ സിസ്റ്റം, കൺട്രോൾ സിസ്റ്റം, ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ സിസ്റ്റം എന്നീ മേഖലകളിലൊക്കെ ആംപ്ലിഫയറിന് വ്യാപകമായ ഉപയോഗങ്ങളുണ്ട്. ടി.വി, റേഡിയോ റിസീവറുകളിൽ ലഭിക്കുന്ന സിഗ്നലിന്റെ അളവ് തീരെ ചെറുതായതിനാൽ അതിനെ ശക്തിപ്പെടുത്താൻ ആംപ്ലിഫയർ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ഒരു റേഡിയോസെറ്റിലെ ശബ്ദവ്യാപ്തി നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുള്ള നോബ് തിരിക്കുമ്പോൾ യഥാർഥത്തിൽ അതിനകത്തുള്ള ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനാണ് മാറുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ?

8.2. ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആംപ്ലിഫയർ



ചിത്രം 8.2 ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട്, ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

ചിത്രത്തിൽ ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട്, ഔട്ട്പുട്ട് ഭാഗങ്ങൾ പ്രതീകാത്മകമായി കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ്, V_i ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ടിൽ കൊടുത്താൽ അത് $I_i = V_i/R_i$ എന്ന ഇൻപുട്ട് കറന്റ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ ഇൻപുട്ട് കറന്റ്, I_i ഔട്ട്പുട്ടിൽ I_o എന്ന കറന്റുണ്ടാക്കുന്നു. ഇത് ഔട്ട്പുട്ടിൽ, $V_o = I_o R_o$ എന്ന ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജുണ്ടാക്കുന്നു.

ഇവിടെ R_i ചെറുതും R_o വലുതുമാവുകയും അതേസമയം I_o, I_i നേക്കാളും അധികമാവുകയും ചെയ്താൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനേക്കാൾ വളരെ വലുതാകുന്നതായി കാണാം. മറ്റൊരുതരത്തിൽ ഇവിടെ വോൾട്ടേജിന്റെ ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ നടക്കുന്നു. മുകളിൽപ്പറഞ്ഞ സവിശേഷതകളുള്ള ഏതൊരു ഉപകരണത്തെയും വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിക്കാം. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് ട്രാൻസിസ്റ്റർ.

[1] The name transistor comes from this transfer of resistance – 'transfer-resistance'

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആക്ടീവ് റീജിയണിൽ പ്രവർത്തിച്ചാൽ അതിന്റെ ഇൻപുട്ട് ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസിലും ഔട്ട്പുട്ട് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലുമായിരിക്കും എന്ന് നമ്മൾ അഞ്ചാമത്തെ പാഠത്തിൽ കണ്ടുവല്ലോ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് ചെറുതും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വലുതുമായിരിക്കും. ട്രാൻസിസ്റ്റർ റെസിസ്റ്റൻസ് കുറഞ്ഞ ഇൻപുട്ട് ജങ്ഷനിൽ നിന്ന് (E-B) റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടിയ ഔട്ട്പുട്ട് ജങ്ഷനിലേക്ക് (C-B) കറന്റ് ട്രാൻസ്ഫർ ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് അതിന് ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്ന പേരു വന്നത്. ഈ പറഞ്ഞ പ്രത്യേകതയുള്ളതുകൊണ്ടാണ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആംപ്ലിഫയറാക്കി ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റുന്നത്. കോമൺ ബെയ്സ്, കോമൺ എമിറ്റർ, കോൺഫിഗറേഷനുകളിൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കുറവും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുതലുമായതിനാൽ അവയെ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറാക്കി ഉപയോഗിക്കാം. കോമൺ കളക്ടർ കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുതലും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കുറവുമായതിനാൽ അതിനെ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറായി ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റില്ല.

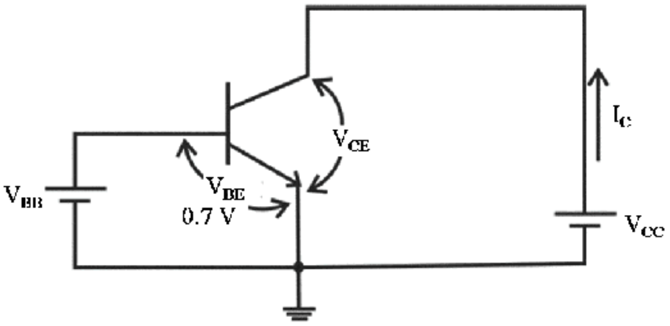
ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു കറന്റ് നിയന്ത്രിത ഉപകരണമാണ്. ഇതിൽ കളക്ടർ കറന്റ്, I_C യെ ബെയ്സ് കറന്റ് I_B നിയന്ത്രിക്കുന്നു. കോമൺ എമിറ്റർ (CE) കോൺഫിഗറേഷനിൽ I_B ഇൻപുട്ട് കറന്റും I_C ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റുമാണ്. എന്നാൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ I_C, I_B യുടെ β മടങ്ങായതിനാൽ ($I_C = \beta I_B$) CE കോൺഫിഗറേഷന് കറന്റും ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ കഴിയുന്നു. CC കോൺഫിഗറേഷനും കറന്റ് ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ കഴിയും. (ഗെയിൻ $=\beta+1$)

CE, CB, CC എന്നീ മൂന്നു കോൺഫിഗറേഷനുകളിൽ വച്ച് CE ക്ക് മാത്രമാണ് മെച്ചപ്പെട്ട കറന്റ് ഗെയിനും വോൾട്ടേജ് ഗെയിനുമുള്ളത്. അതിനാൽ ആംപ്ലിഫിക്കേഷനുവേണ്ടി CE കോൺഫിഗറേഷനാണ് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഈ പാഠത്തിന്റെ തുടർചർച്ചകളിൽ CE കോൺഫിഗറേഷനിലാണ് നമ്മൾ ശ്രദ്ധകേന്ദ്രീകരിക്കുന്നത്.

8.3. ആംപ്ലിഫിക്കേഷനു വേണ്ടിയുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബയാസിങ്

സാധാരണനിലയിൽ ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലായി AC വോൾട്ടേജാണ് നൽകുന്നത്. ഈ AC വോൾട്ടേജിന് പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും മൂല്യങ്ങളുണ്ട്. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ഓൺ അവസ്ഥയിൽ നിലനിർത്താൻ അല്ലെങ്കിൽ ബെയ്സ് കറന്റ് ഒഴുകുന്നുണ്ടെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്താൻ അതിന്റെ ബെയ്സ് വോൾട്ടേജ് എമിറ്ററിനെ അപേക്ഷിച്ച് 0.7V കൂടുതലായിരിക്കണം. ഇത് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ 0.7V നു മുകളിൽ മാത്രമേ സംഭവിക്കുകയുള്ളൂ. ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് 0.7V ൽ താഴെ (മുഴുവൻ നെഗറ്റീവ് പകുതിയിലും) വരുമ്പോൾ ട്രാൻസിസ്റ്റർ കറന്റ് കടത്തിവിടില്ല.

ഈ അവസരയിൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സിൽ ഒരു പ്രത്യേകം DC വോൾട്ടേജ് കൊടുത്ത് ബെയ്സിനും എമിറ്ററിനും ഇടയിലുള്ള വോൾട്ടേജ് 0.7V മുകളിൽ ഉണ്ടാകും എന്നു ഉറപ്പുവരുത്തുന്നതിനെയാണ് ബയാസിങ് എന്നു പറയുന്നത്.

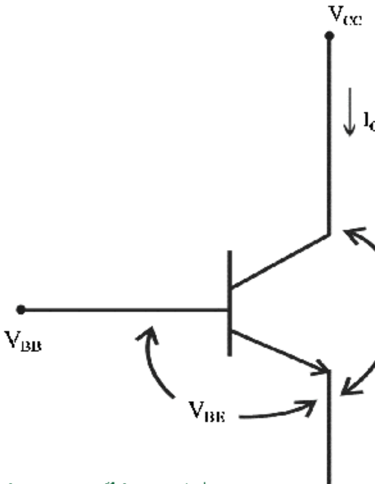


(ചിത്രം 8.3. (a) എമിറ്റർ – ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസും കളക്ടർ – ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസും) ചിത്രം 8.3. (a) യെ ചിത്രം 8.3. (b) ആയി സൗകര്യപൂർവം മാറ്റി വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

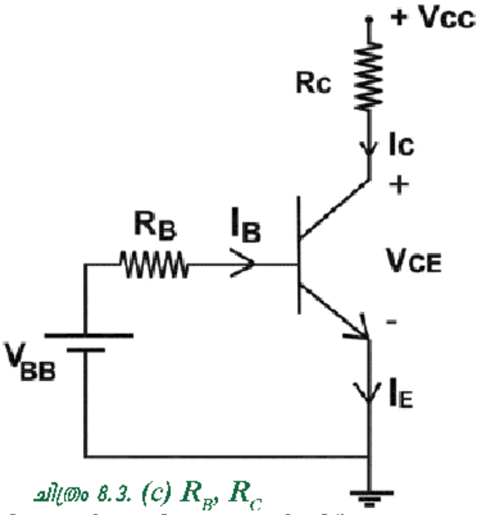
താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രം 8.3. (a) ശ്രദ്ധിക്കുക. ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആക്ടീവ് മേഖലയിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനായി ബെയ്സ്-എമിറ്റർ ജങ്ഷനെ V_{BB} ഉപയോഗിച്ച് ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്യുകയും കളക്ടർ – ബെയ്സ്

[2] For DC amplification, we use special circuits, which will be discussed later.

ജങ്ഷനെ Vcc ഉപയോഗിച്ച് റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഇവിടെ Vcc കളക്ടറിനും എമിറ്ററിനുമിടയിലാണ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതിനാൽ Vcc എന്ന വോൾട്ടേജ് V_{BB} യേക്കാളും കൂടുതലായാൽ മാത്രമേ കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ആവുകയുള്ളൂ.



ചിത്രം 8.3. (b) 8.3 (a) ചിത്രത്തിന്റെ ലളിതമായ രൂപം



ചിത്രം 8.3. (c) R_B, R_C റെസിസ്റ്ററുകൾ കാണിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട്

സെർക്കീട്ടിൽ ആവശ്യമായ ബെയ്സ് കറന്റ് കിട്ടുന്നതിനായി V_{BB} എന്ന വോൾട്ടേജിനു ശ്രേണിയിൽ ഒരു നിശ്ചിത മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 8.3. (c) നോക്കുക.

I_B യുടെ മൂല്യം തീരുമാനിക്കപ്പെടുമ്പോൾ I_C യുടെ മൂല്യവും തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ($I_C=\beta I_B$) ഇനി V_{CE} യുടെ മൂല്യം തീരുമാനിക്കുന്നതിനായി കളക്ടറിൽ Rc എന്ന റെസിസ്റ്റൻസ് ഘടിപ്പിക്കേണ്ടതാണ്. ഇത്തരത്തിലാണ് ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നത്.

ചിത്രം 8.3. (c) യിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടിനെ ചിത്രം 8.3. (d) യിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

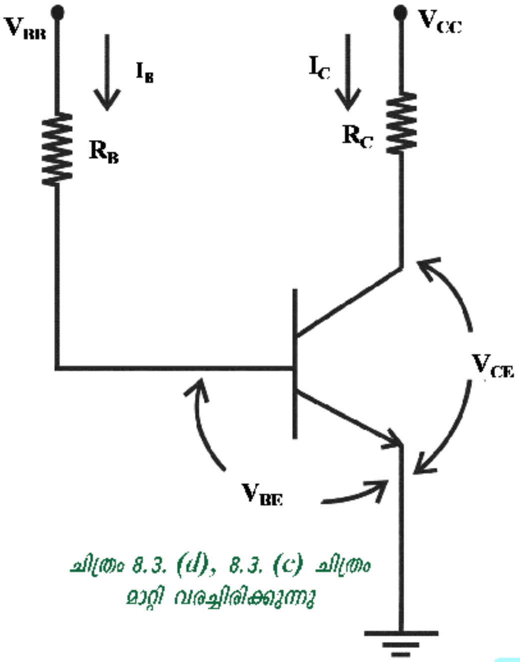
V_{BB}, V_{CC} എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു പ്രത്യേക വോൾട്ടേജ് സോഴ്സുകൾ സെർക്കീട്ടിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് ചെലവേറിയതും അസൗകര്യമുളവാക്കുന്നതുമാണ്. ഈ രണ്ട് വോൾട്ടേജുകളെയും ഒരൊറ്റ സോഴ്സിൽ നിന്നു ലഭ്യമാക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണെന്ന് ചിത്രം 8.3(e) യിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇൻപുട്ട് ഭാഗത്ത് കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം അനുസരിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതാം.

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

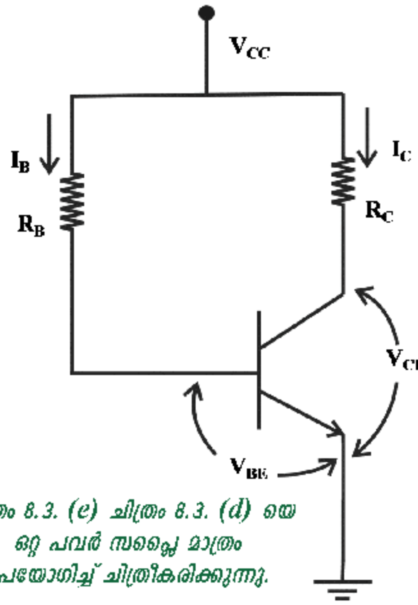
$$I_B = (V_{CC} - V_{BE}) / R_B$$

V_{BE} യുടെ മൂല്യം ($V_{BE} = 0.7V$) V_{CC} യെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കുറവായതിനാൽ ഇവിടെ V_{BE} യെ അവഗണിക്കാവുന്നതാണ്. അതുകൊണ്ട് $I_B = V_{CC} / R_B$ ആണ്.



ചിത്രം 8.3. (d), 8.3. (c) ചിത്രം മാറ്റി വരച്ചിരിക്കുന്നു

ഇവിടെ V_{CC} ഒരു സ്ഥിരാങ്കമാണ്. അതിനാൽ R_B യുടെ മൂല്യം നിശ്ചയിച്ചാൽ I_B യുടെ വില ഉറപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. (അല്ലെങ്കിൽ ഫിക്സ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു). അതുകൊണ്ട് ഈ സെർക്കീട്ടിനെ **ഫിക്സഡ് ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ട്** എന്നു വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.3. (e) ചിത്രം 8.3. (d) യെ ഒറ്റ പവർ സപ്ലൈ മാത്രം ഉപയോഗിച്ച് ചിത്രീകരിക്കുന്നു.

സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഭാഗം പരിഗണിച്ചാൽ

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

$$I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C$$

V_{CC} യും R_B യും ചേർന്ന് I_B യുടെ മൂല്യം നിശ്ചയിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് I_C യുടെ മൂല്യവും തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ($I_C = \beta I_B$) മുകളിൽ കൊടുത്ത സമവാക്യം പ്രകാരം I_C യുടെ മൂല്യം നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ടാൽ V_{CE} യുടെ മൂല്യവും നിശ്ചയിക്കപ്പെടുന്നു. V_{CE} യുടെയും I_C യുടെയും മൂല്യങ്ങൾ സ്ഥിരപ്പെട്ടാൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റും സ്ഥിരപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ആംപ്ലിഫയറിനെ ആക്ടീവ് മേഖലയിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനായി V_{CC}, R_B, R_C എന്നിവയ്ക്ക് ഉചിതമായ മൂല്യംതിരഞ്ഞെടുത്താൽ മതി.

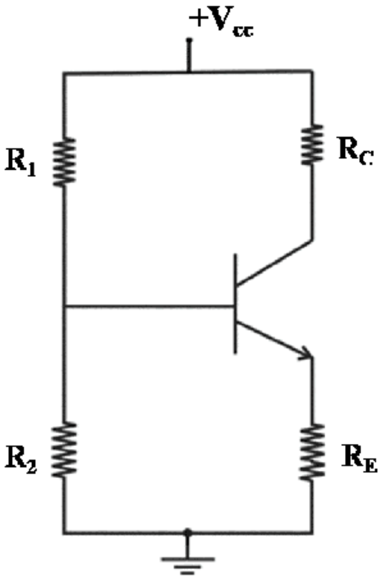
എന്നാൽ ഫിക്സഡ് ബയാസിങിന് താഴെപ്പറയുന്ന കോട്ടങ്ങളുണ്ട്.

1) ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ കറന്റ് ഗെയിനായ 'β' യെ ആശ്രയിക്കുന്നു.

2) ഈ ബയാസിങിന് താപീയപലായനം (Thermal run away) എന്ന പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാൻ കഴിയില്ല.

ഈ രണ്ടു പ്രശ്നങ്ങളും എന്തെന്ന് പരിശോധിക്കാം.

ഫിക്സഡ് ബയാസിങിൽ ആംപ്ലിഫയറിലെ ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഏതെങ്കിലും കാരണത്താൽ മാറ്റുന്ന സാഹചര്യത്തിൽ പുതിയ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യിൽ നേരിയ വ്യത്യാസമുണ്ടാവും. I_B യുടെ മൂല്യം സ്ഥിരമായതുകൊണ്ട് 'β' മാറുമ്പോൾ I_C യും അതിനാൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റും മാറുന്നു.



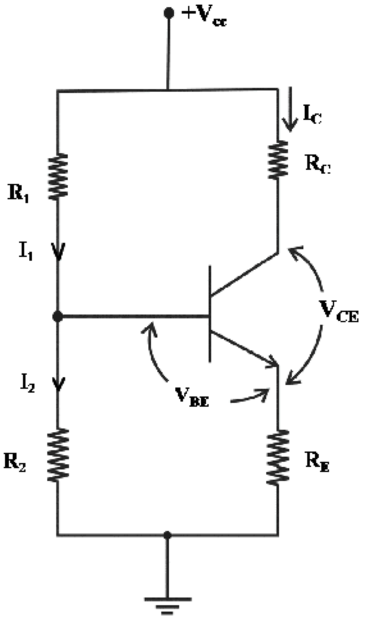
ചിത്രം 8.3. (f) വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട്

ആംപ്ലിഫയർ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ സെർക്കീട്ടിൽ കളക്ടർ കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. ഈ കറന്റ് കളക്ടർ – ബെയ്സ് ജങ്ഷനിൽ താപമുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ താപം കാരണം CB ജങ്ഷനിൽ കൂടുതൽ മൈനോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകർ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് പിന്നാക്ക ലീക്കേജ് (Reverse leakage) കറന്റിനെ കൂട്ടുകയും അതു കാരണം കളക്ടർ കറന്റ് വീണ്ടും വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനാൽ താപം വീണ്ടും കൂടുകയും അത് മേൽപ്പറഞ്ഞതരത്തിൽ കളക്ടർ കറന്റിനെ വർധിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം തുടർന്ന് അവസാനം താപം ക്രമാതീതമായി വർധിച്ച് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനു കേട്പാടു സംഭവിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസമാണ് തെർമൽ റൺ എവേ.

ചിത്രം 8.3. (f)ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട് തെർമൽ റൺ എവേ എന്ന പ്രശ്നം മറികടക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ളതാണ്. കൂടാതെ ഇതിൽ I_C യുടെയും V_{CE} യുടെയും മൂല്യങ്ങൾ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β'യെ ആശ്രയിക്കുന്നത് പരമാവധി കുറഞ്ഞിരിക്കും. ഇത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിനെ സ്ഥിരപ്പെടുത്താൻ സഹായിക്കും. ട്രാൻസിസ്റ്റർ മാറുമ്പോഴും താപനില മാറുമ്പോഴും 'β'യുടെ മൂല്യം മാറുമ്പോഴും ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിന് വ്യത്യാസമുണ്ടാവുകയില്ല.

വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയസിംഗ് സെർക്കീട്ട്

ആംപ്ലിഫയറുകളിൽ ഏറ്റവും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടാണ് വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ്. ഇവിടെ റെസിസ്റ്ററുകൾ R_1 ഉം R_2 ഉം ഉപയോഗിച്ച് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ടിൽ ഒരു വോൾട്ടേജ് വിഭജിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ചിത്രം 8.4 നോക്കുക.



ചിത്രം 8.4. വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട്

R_1 എന്ന റെസിസ്റ്ററിലൂടെ I_1 എന്ന കറന്റും R_2 വിലൂടെ I_2 ഉം ഒഴുകുന്നു. $I_1 = I_2 + I_B$ എന്നു കാണാം. എന്നാൽ ബെയ്സ് കറന്റായ I_B അവഗണിക്കാവുന്നത്ര ചെറുതായതിനാൽ നമുക്ക് $I_1 = I_2$ എന്നെഴുതാം.

ചിത്രം 8.4. ലെ ഇൻപുട്ട് ഭാഗം പരിഗണിച്ചാൽ $I_1 = I_2$.

കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം ഉപയോഗിച്ചാൽ

$$V_{CC} = I_1(R_1+R_2)$$

$$\text{or} \quad = I_2(R_1+R_2)$$

R_2 വിന് കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ്,

$$V_B = V_{CC}\times (R_2 \div (R_1+R_2))$$

$$\mathbf{V_B = V_{CC}\times (R_2 \div (R_1+R_2)) \ldots\ldots\ldots (1)}$$

എന്നാൽ $V_B = V_{BE}+V_{RE}$

$$\mathbf{V_{RE}} = \mathbf{V_{CC}}\times\frac{R_2}{R_1+R_2} - V_{BE}$$

ഓം നിയമമനുസരിച്ച് $I_E = V_{RE}/R_E$

I_c യും I_E യും ഏകദേശം തുല്യമായതിനാൽ

$$\mathbf{I_C = V_{RE}/R_E \ldots\ldots\ldots\ldots (2)}$$

ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഭാഗം പരിഗണിച്ചാൽ

$$V_{CC} = I_CR_C + V_{CE} + V_{RE}$$

$$V_{CC} = I_CR_C + V_{CE} + I_ER_E$$

$$V_{CC} = I_CR_C + V_{CE} + I_CR_E$$

$$V_{CC} = I_C(R_C+R_E) + V_{CE}$$

$$\mathbf{V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C+R_E) \ldots\ldots\ldots\ldots (3)}$$

സമവാക്യങ്ങൾ 2 ഉം 3 ഉം പരിശോധിച്ചാൽ I_C, V_{CE} യുടെ മൂല്യങ്ങൾ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യുമായി ബന്ധമില്ല എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. അതുകൊണ്ട് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ മാറ്റുമ്പോൾ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് മാറുന്നില്ല.

ഈ സെർക്കീട്ടിലെ R_E എന്ന പ്രതിരോധക (Resistor) ത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം എന്തെന്നു നോക്കാം. തെർമൽ റൺ എവേയിൽ I_C ക്രമാതീതമായി വർധിക്കുമായിരുന്നു. ഇവിടെ I_C വർധിച്ചാൽ I_E യും കൂടുന്നു. I_E കൂടുമ്പോൾ V_{RE} യും കൂടും.

എന്നാൽ $V_B = V_{BE} + V_{RE}$

സമവാക്യം 1 ൽ കാണിച്ച പ്രകാരം V_B ഒരു സ്ഥിരാങ്കമാണ്. അതിനാൽ V_{RE} കൂടുമ്പോൾ V_{BE} കുറയും. ഇത് I_B യെ കുറയ്ക്കുകയും തദ്ഫലമായി I_C കുറയുകയും ചെയ്യും. അങ്ങിനെ I_C യുടെ മൂല്യം കൂടാതെ അത് ഒരു സ്ഥിരാങ്കമായി മാറുന്നു. അതുകൊണ്ടുതന്നെ കളക്ടർ ജങ്ഷനിലെ താപം ക്രമാതീതമായി വർധിക്കുന്നില്ല. അങ്ങനെ തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ V_{RE} എന്ന വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവുന്നത് എമിറ്ററിൽ R_E എന്ന പ്രതിരോധം ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ്. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, R_E യാണ് തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നത്. ഇത്തരം നേട്ടങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ട് ഈ ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ട് സാർവ്വത്രിക ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ട് (Universal Biasing circuit) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

പ്രശ്നം 8.1

ചിത്രം 8.4. ൽ കൊടുത്ത സെർക്കീട്ടിൽ R_1=10 KΩ, R_2=5 KΩ, R_E=10 KΩ, R_C=5 KΩ എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് രേഖപ്പെടുത്തുക. V_{CC}= 15v.

പരിഹാരം

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$V_E = V_B \text{ } (V_{BE} \text{ യെ അവഗണിക്കാവുന്നതാണ്})$$

$$V_E = V_{CC} \times (R_2 \div (R_1 + R_2))$$

$$= 15 \times \frac{5K}{15K}$$

$$= 5V$$

$$I_E = V_E / R_E$$

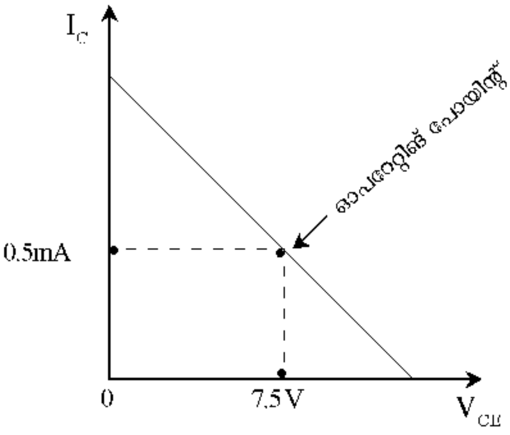
$$= 5/10K$$

$$= 0.5mA$$

$$I_C = I_E = 0.5mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_E(R_E + Rc)$$

$$= 15 - (0.5 \times 15) = 7.5V$$



ഇവിടെ കണ്ടുപിടിച്ചിരിക്കുന്ന V_{CE}, I_C മൂല്യങ്ങളുപയോഗിച്ച് ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് താഴെ ഗ്രാഫിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

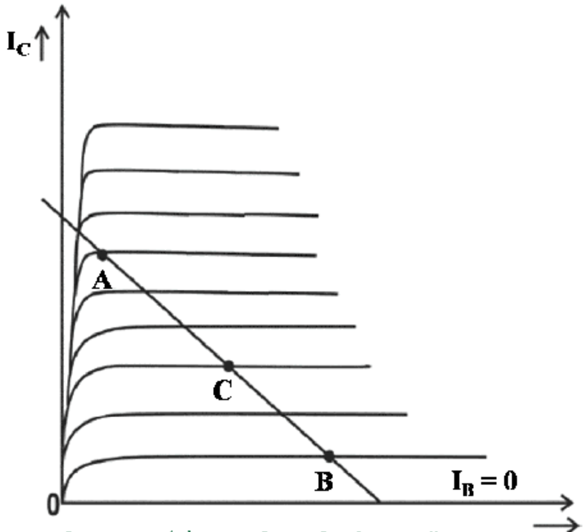
പ്രവർത്തനം - 1

ചിത്രം 8.4. ൽ R_1=40 KΩ, R_2=5 KΩ, Rc=5 KΩ, RE=1 KΩ, V_{CC} =12 V, V_{BE} = 0.3 V, β = 100 എന്നിങ്ങനെയാണ്. സെർക്കീട്ടിലെ വോൾട്ടേജുകളും കറന്റുകളും കണ്ടുപിടിക്കുക. ഇവ വോൾട്ട്മീറ്ററും അമ്മീറ്ററും ഉപയോഗിച്ച് അളന്ന് സാധൂകരിക്കുക.

8.4. ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് നിർണയിക്കൽ

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രവർത്തനം ഏറ്റവും മികച്ചതാക്കാൻ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് എവിടെയാകണം എന്നതിനെക്കുറിച്ചാണ് ഇവിടെ ചർച്ചചെയ്യുന്നത്. ചിത്രം 8.5 (a) കാണുക.

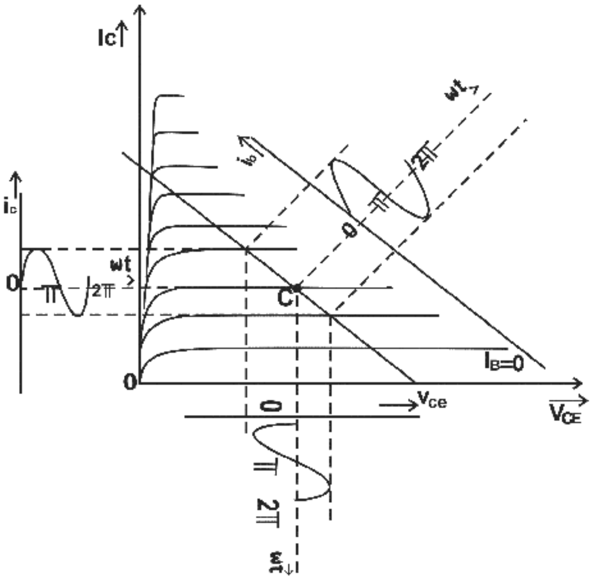
ഈ ചിത്രത്തിലെ ലോഡ്ലൈനിൽ മുകളിൽ A,B,C എന്നീ പോയിന്റുകൾ പരിഗണിക്കുക.



ചിത്രം 8.5. (a) ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ലോഡ്ലൈനും വ്യത്യസ്ത ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റുകളും

1. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ആക്ടീവ് മേഖലയുടെ നടുവിൽ (പോയിന്റ് C)

ഈ ചിത്രത്തിൽ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ മാറുന്നതിന് അനുസരിച്ച് I_B മാറുന്നതും അതോടൊപ്പം I_C യുടെയും V_{CE} യുടെയും മാറ്റങ്ങളും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നലിന് ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ ആകൃതിതന്നെയായിരിക്കും എന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

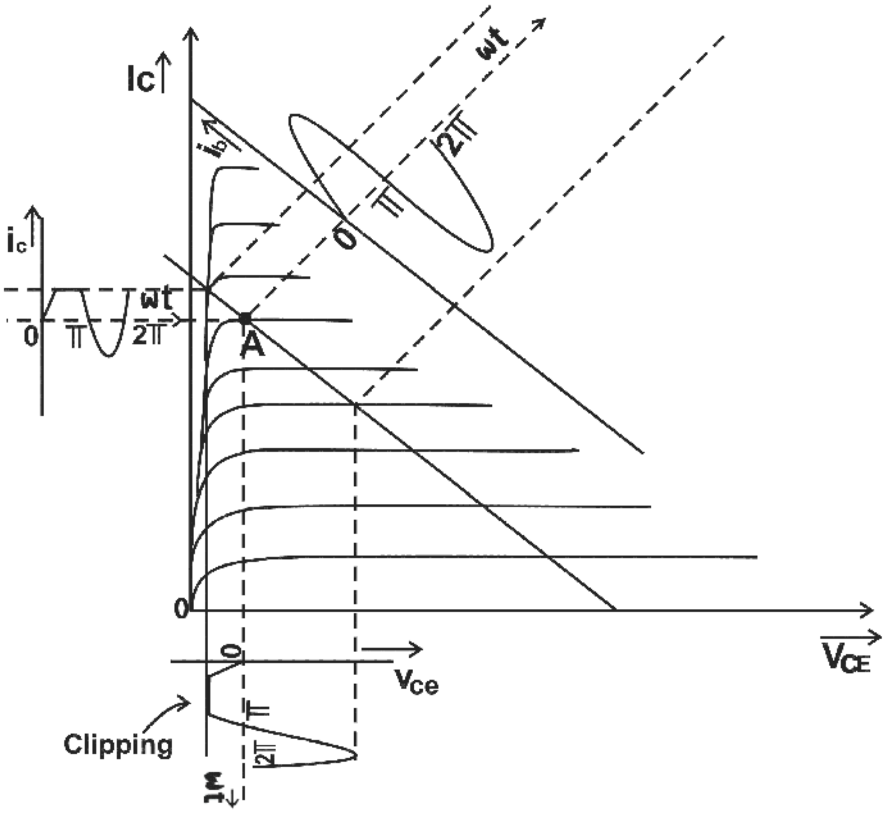


ചിത്രം 8.5 (b) ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ലോഡ്ലൈനിനു നടുവിൽ

ഇവിടെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് നടുവിലായതുകൊണ്ട് I_C ക്കും V_{CE} ക്കും അവിടെനിന്ന് കട്ട് ഓഫിലേക്കും സാച്ചുറേഷനിലേക്കും പരമാവധി ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ മാറ്റത്തിനനുസരിച്ച് മാറാൻ കഴിയും. അതുകൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന് ആകൃതിമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

2. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് സാച്ചുറേഷൻ മേഖലയ്ക്കരികിൽ (പോയിന്റ് A)

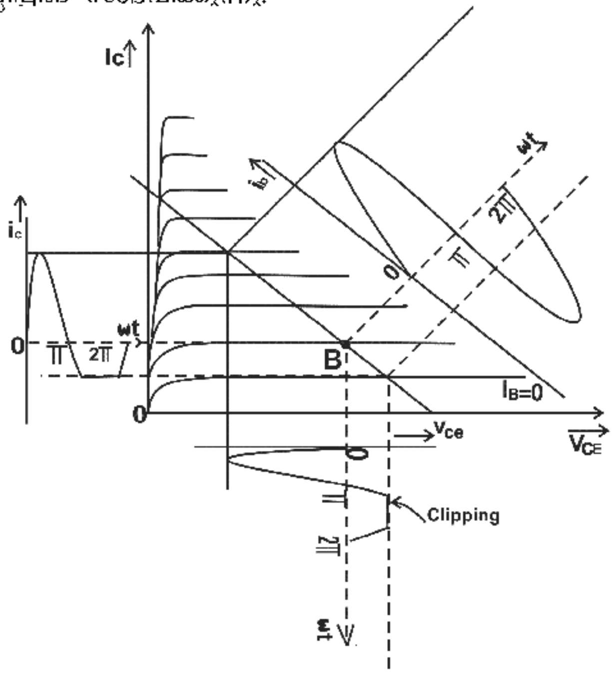
ചിത്രം 8.5. (c) നോക്കുക. ഇവിടെ ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് A സാച്ചുറേഷന് അടുത്താണ്. I_C ഇപ്പോൾ അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ മൂല്യമായ I_C(max) ന് അടുത്താണ്. ഇപ്പോൾ ഇൻപുട്ടിന്റെ പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ I_B യും അതുവഴി I_C യും കൂടുന്നു. എന്നാൽ I_C ഒരൽപ്പം കൂടുമ്പോൾതന്നെ അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ നിലയിലെത്തുന്നു. അതിനുശേഷം ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് I_C കൂടുകയില്ല. പകരം അത് ഒരു നിലയിൽ സ്ഥിരമായി നിൽക്കുന്നു. I_C മാറുന്നില്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE} യും മാറുന്നില്ല. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിൽ മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന് പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ ക്ലിപ്പിങ് സംഭവിക്കുന്നു അഥവാ അതിന് ആകൃതിമാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ നെഗറ്റീവ് പകുതിക്ക് പ്രശ്നങ്ങളൊന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ല.



ചിത്രം 8.5. (c) ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് A, സാച്ചുറേഷൻ മേഖലയ്ക്കരികിൽ

3. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് കട്ട് ഓഫിനരികിൽ (പോയിന്റ് B)

ചിത്രം 8.5. (d) യിൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് B കട്ട് ഓഫിനരികിലാണ്. അതിനാൽ ഇൻപുട്ടിന്റെ പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ I_Cക്ക് കട്ട് ഓഫിനടുത്തു നിന്ന് സാച്ചുറേഷൻ വരെ മാറാം. എന്നാൽ ഇൻപുട്ടിന്റെ നെഗറ്റീവ് പകുതിയിൽ വോൾട്ടേജ് ഒരല്പം കുറയുമ്പോൾ തന്നെ ആംപ്ലിഫയർ കട്ട് ഓഫിലെത്തുകയും I_C പൂജ്യമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇൻപുട്ടിന്റെ ഇനിയുള്ള മാറ്റത്തിനനുസരിച്ച് I_Cക്ക് മാറാൻ കഴിയില്ല. അതുകൊണ്ട് ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന് ക്ലിപ്പിങ് സംഭവിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.5 (d) ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ്, B, കട്ട് ഓഫിനരികിൽ

മേൽക്കൊടുത്ത വിവരണങ്ങളിൽനിന്ന് നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നത് ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിന്റെ ഏറ്റവും ഉചിതമായ സ്ഥാനം ലോഡ് ലൈനിന്റെ ഒത്ത നടുവിലാണെന്നാണ്. ഈ പോയിന്റിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE}, V_{CC} യുടെ പകുതിയായിരിക്കും.

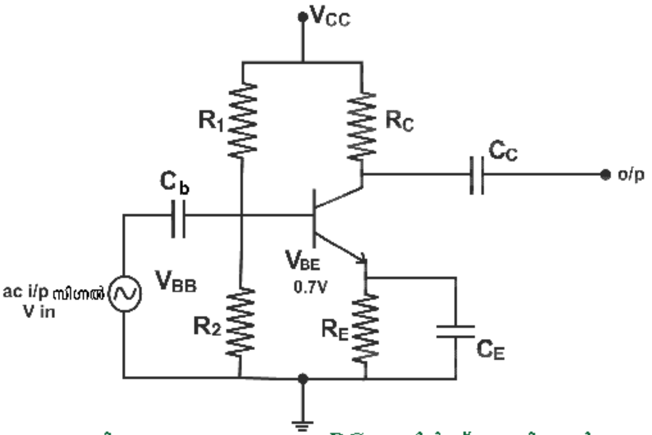
ഒരു ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ടിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാന ലക്ഷ്യങ്ങൾ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ സംഗ്രഹിക്കാം.

1. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിനെ ലോഡ് ലൈനിന്റെ ഒത്തനടുവിൽ സ്ഥാപിക്കൽ. അതിനാൽ ഇൻപുട്ട് കൊടുക്കുമ്പോൾ തൽസമയ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് കട്ട്ഓഫിലോ സാച്ചുറേഷനിലോ എത്തുന്നില്ല.
2. ഊഷ്മാവിന്റെ മാറ്റത്തിൽനിന്നും കളക്ടർ കറന്റിനെ സ്ഥിരപ്പെടുത്തൽ.
3. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യെ ആശ്രയിക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കൽ. അതിനാൽ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്റർ മാറ്റി പുതിയൊരെണ്ണം ആംപ്ലിഫയറിൽ വയ്ക്കുമ്പോൾ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് മാറുന്നില്ല.

8.5 ഏകഘട്ട RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ (Single stage RC Coupled Amplifier)

ഒരു ആംപ്ലിഫയർ നല്ല രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ ബയാസിംഗിനെക്കുറിച്ചാണ് ഇതുവരെ പറഞ്ഞത്. ഇനി ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ട് ഡയഗ്രത്തെക്കുറിച്ച് ചർച്ചചെയ്യാം.

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ മാതൃകാ സെർക്കീട്ട് ചിത്രം 8.6 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.6. ഏകഘട്ടമുള്ള RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ

ഇവിടെ ശക്തിപ്പെടുത്തേണ്ട ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിനെ ബെയ്സിൽ കൊടുക്കുന്നു. ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യപ്പെട്ട ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ കളക്ടറിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്നു. ഇൻപുട്ട് AC സിഗ്നലിനെ ബെയ്സിലേക്ക് എത്തിക്കുന്നത് C_b എന്ന കപ്പാസിറ്ററിലൂടെയാണ്. ഈ കപ്പാസിറ്ററിനെ ഇൻപുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്റർ എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഈ കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ചില്ലെങ്കിൽ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ സോഴ്സ് റെസിസ്റ്റൻസ് R_2 എന്ന പ്രതിരോധത്തിന് സമാന്തരമായി വരും. സോഴ്സിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് R_2 വിനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ ചെറുതായതിനാൽ അവയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് കുറയുകയും തൽഫലമായി ബെയ്സിലെ ബയാസ് വോൾട്ടേജ് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിനെ മാറ്റുന്നു. DC ബയാസ് വോൾട്ടേജ് മാറാതിരിക്കണമെങ്കിൽ DCയിൽ സിഗ്നൽ സോഴ്സ് R_2 വിന് സമാന്തരമായി വരാൻ പാടില്ല. അതേസമയം ഇൻപുട്ട് AC സിഗ്നൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സിൽ എത്തുകയും വേണം. ഇതിനുള്ള ഒരു പരിഹാരമാണ് കപ്പാസിറ്റർ കപ്ലിങ്.

R_E എന്ന റെസിസ്റ്റർ സെർക്കീട്ടിന് സ്ഥിരത നൽകുന്നു. ഇത് I_C കറന്റിനെ സ്ഥിരപ്പെടുത്തുന്നതോടൊപ്പം തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതെങ്ങനെയെന്ന് ഇതിനകം നമ്മൾ കണ്ടുകഴിഞ്ഞല്ലോ. എന്നാൽ AC വോൾട്ടേജിന്റെ ഒരു ഭാഗം R_E യിൽ വരുന്നതു കൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, DCബയസ് വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവുകയും R_E യിൽ അതേ സമയം ACവോൾട്ടേജ് R_E യിൽ ഉണ്ടാവാതിരിക്കുകയും വേണം. ഇതു പരിഹരിക്കാൻ നമ്മൾ C_E എന്ന കപ്പാസിറ്റർ R_E ക്ക് സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ഈ കപ്പാസിറ്ററിനെ എമിറ്റർ ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്റർ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ചില്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുന്ന, അല്ലെങ്കിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ കുറയുന്ന അവസ്ഥയുണ്ടാവുന്നു.

ഒരു കപ്പാസിറ്റർ DCയെ കടത്തിവിടുന്നില്ല. എന്നാൽ ACയെ അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിക്കനുസരിച്ചു കടത്തിവിടുന്നു. അതുകൊണ്ട് AC സിഗ്നൽ R_E യിലൂടെ കടന്നു പോവാതെ കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ പോകുന്നു. അതേസമയം DCയിൽ കപ്പാസിറ്റർ ഓപ്പൺ സെർക്കീട്ടായതിനാൽ R_E ക്ക് കുറുകെ DC വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവുകയും അത് തെർമൽ റൺ എവേ തടയുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെ കളക്ടറിലുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ലോഡിലെത്തിക്കാൻ ഔട്ട്പുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്ററായ C_C ഉപയോഗിക്കുന്നു. കപ്പാസിറ്ററില്ലാതെ ലോഡ് നേരിട്ട് കളക്ടറിൽ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ DC കളക്ടർ വോൾട്ടേജ് മാറുകയും V_{CE}, I_C എന്നിവ മാറി ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിന് മാറ്റം വരുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ ഔട്ട്പുട്ട് ACവോൾട്ടേജ് ലോഡിലെ

ത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ DC ബയാസിങ് വോൾട്ടേജിനു മാറ്റം വരുന്നില്ല. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ലോഡിലെത്തിക്കാൻ കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസ്, R_C, കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്റർ C_C, എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഇതിനെ R_C കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

ഗെയിൻ

CE ആംപ്ലിഫയറിന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കുന്നു.

$$\text{വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ, } A = \frac{\text{ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്, } V_{out}}{\text{ഇൻപുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്, } V_{in}}$$

$$= i_c.R_C / i_b.R_i$$

എന്നാൽ $R_i = \beta\, r_e$, $i_c = \beta\, i_b$

ഇവിടെ R_C കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസും r_e ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ – ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റെസിസ്റ്റൻസുമാണ്.

അതുകൊണ്ട് $A = R_C / r_e$

$r_e = 26mV/I_C$ (ഏകദേശം)

ചിലപ്പോഴൊക്കെ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനിനെ ഡെസിബെൽ (dB) എന്ന യൂണിറ്റിൽ കാണിക്കാറുണ്ട്.

$$\text{ഗെയിൻ (dB)} = 20 \log_{10} (V_{out} / V_{in}) = 20 \log_{10} (A)$$

പ്രശ്നം 8.2.

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ 10 ആണെങ്കിൽ അത് dB യിൽ എത്രയായിരിക്കും?

പരിഹാരം

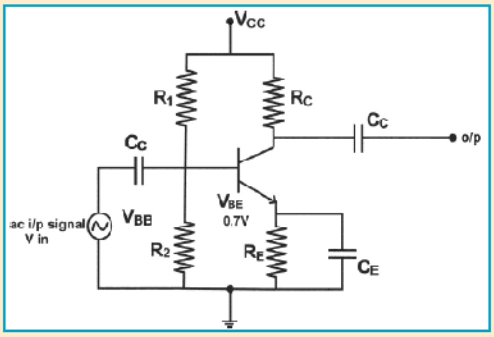
ഗെയിൻ (dB) $= 20 \log_{10} (A) = 20 \log_{10} 10$

$= 20 \times 1 = 20\, dB$

പ്രവർത്തനം 2

താഴെപ്പറയുന്ന കമ്പോണന്റുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു ആംപ്ലിഫയർ സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കുക.

$R_1 = 33\, K\Omega$,
$R_C = 1.5\, K\Omega$,
$R_2 = 3.3$
$K\Omega$, $R_E = 330$
$K\Omega$, $C_{in} = 10\, \mu F$,
$Cc = 10\, \mu F$,
$C_E = 100\, \mu F$



ചിത്രം 8.7

1. ഈ സെർക്കീട്ടിലെ I_C , V_{CE} എന്നിവ CRO ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുക.
2. ഔട്ട്പുട്ടിന് ക്ലിപ്പിങ് സംഭവിക്കാത്ത രീതിയിൽ ലഭിക്കാവുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് അളക്കുക.
3. $1KH_Z$ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ കണ്ടുപിടിക്കുക.
4. ലോഡ് പ്രതിരോധത്തിന്റെ വ്യത്യസ്ത മൂല്യങ്ങൾക്ക് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഡെസിബെൽ സമ്പ്രദായം

രണ്ടു പവറുകൾ താരതമ്യം ചെയ്യാൻ ലോഗരിതം ഉപയോഗിക്കാം. P_1 എന്ന പവറിനെ അപേക്ഷിച്ച് P_2 എന്ന പവർ എത്ര 'ബെൽ' കൂടുതലാണ് എന്നത് കാണിക്കാൻ

'ബെൽ' ന്റെ എണ്ണം = $\log_{10} \dfrac{P_2}{P_1}$

ഡെസിബെൽ എന്നത് 'ബെൽ' ന്റെ പത്തിലൊന്നാണ്.

ഡെസിബെൽ, dB = 10 x ബെൽ ന്റെ എണ്ണം. $= 10 \log_{10} \left[\dfrac{P_2}{P_1}\right] dB$

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിൽ P_1 ഇൻപുട്ട് പവറും P_2 ഔട്ട്പുട്ട് പവറും ആകുന്നു. V_1 ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജും V_2 ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ആണെങ്കിൽ

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1},\ P_2 = \frac{V_2^2}{R_1}$$

പവർ രൂപപ്പെടുന്നത് R എന്ന പ്രതിരോധകത്തിനു സമാന്തരമായിട്ടാണ്. എങ്കിൽ

ഡെസിബലുകളുടെ എണ്ണം $= 10 \log_{10} \dfrac{V_2^2 / R}{V_1^2 / R} = 10 \log_{10} \dfrac{V_2^2}{V_1^2}$

$$= 2 \times 10 \log_{10} \left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

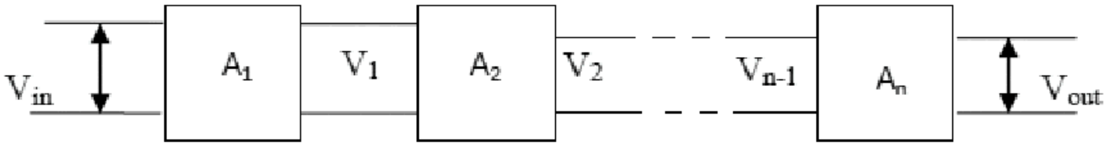
$= 20 \log_{10} \left(\dfrac{V_2}{V_1}\right) = 20 \log_{10}$ (വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ)

(വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ) dB = $20 \log_{10}$ (വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ)

8.6 ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ (Multistage Amplifier)

ഏകഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ പലപ്പോഴും നമുക്കാവശ്യമായ ഗെയിൻ നൽകാൻ പര്യാപ്തമാവണമെന്നില്ല. ഉയർന്ന ഗെയിൻ ലഭിക്കാൻ ഒന്നിലധികം ആംപ്ലിഫയറുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇത്തരത്തിൽ ഒന്നിലധികം ഘട്ടങ്ങളുള്ള ആംപ്ലിഫയറുകളെ ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ അല്ലെങ്കിൽ കാസ്കേഡഡ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നു പറയുന്നു.

ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ആകെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ, $A = A_1 \times A_2 \times \ldots\ldots \times \ldots\ldots \times A_n$



$$V_1 = A_1 V_{in},\ V_2 = A_2 V_1,\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\ V_{out} = V_{n-1} A_n$$

ചിത്രം 8.8 ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ

ഇവിടെ $A_1, A_2, \ldots\ldots A_n$ എന്നത് ഓരോ ആംപ്ലിഫയറിന്റെയും ഗെയിനാണ്.

ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ dB യിൽ

$$20 \log_{10} A = 20 \log_{10} A_1 + 20 \log_{10} A_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + 20 \log_{10} An$$

$$\therefore\ (A)\ dB = (A_1)dB + (A_2)dB + \ldots\ldots\ldots\ldots\ (A_n)\ dB$$

പ്രശ്നം 8.3.

ഒരു ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിൽ 30,50,80 എന്നിങ്ങനെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിനുള്ള മൂന്നു ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ആകെ ഗെയിൻ dB യിൽ കണ്ടുപിടിക്കുക.

പരിഹാരം

ആകെ ഗെയിൻ, $(A)\ dB = (A_1)dB + (A_2)dB + (A_3)\ dB$

$(A_1)dB = 20 \log_{10} (30) = 29.54\ dB$

$(A_2)dB = 20 \log_{10} (50) = 33.98\ dB$

$(A_3)dB = 20 \log_{10} (80) = 38.06\ dB$

$(A)dB = 29.54 = 33.98 + 38.06 = 101.58\ dB$

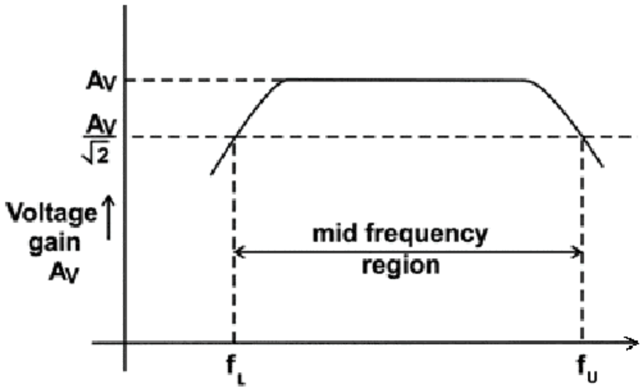
മറ്റൊരു തരത്തിൽ

$A = A_1 \times A_2 \times A_3 = 30 \times 50 \times 80 = 120000$

$(A)dB = 20 \log_{10} (120000) = 101.58\ dB$

8.7 ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്

വ്യത്യസ്ത ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള സിഗ്നലുകൾക്ക് ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രതികരണമാണ് അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്. പ്രതികരണം എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് ആംപ്ലി ഫയറിന്റെ ഗെയിനിന് വ്യത്യസ്ത ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള മാറ്റമാണ്. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ ഒരു സ്ഥിരാങ്കമല്ല. അത് ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിക്കനുസരിച്ചു മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ മാറ്റം ഒരു ഗ്രാഫായി ചിത്രീകരിച്ചാൽ നമുക്ക് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് ലഭിക്കും. ഈ ഗ്രാഫിൽ X-ആക്സിൽ ഫ്രീക്വൻസിയും Y-ആക്സിൽ ഗെയിനു മാണ് രേഖപ്പെടുത്തുന്നത്. ചിത്രം 8.9 (a)യിൽ ഒരു ഏകഘട്ട RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ മാതൃകാ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് ഗ്രാഫ് കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.9(a) ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്

ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ ഏതു ഫ്രീക്വൻസിയിലാണോ പരമാവധി ഗെയിനിന്റെ 0.707 $(\frac{1}{\sqrt{2}})$ മടങ്ങായി കുറയുന്നത്, ആ ഫ്രീക്വൻസികളാണ് കട്ട് ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികൾ. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഈ ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് പവർ പരമാവധി പവറിന്റെ പകുതിയായി കുറയുന്നു. അതുകൊണ്ട് കട്ട് ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികളെ ഹാഫ് പവർ ഫ്രീക്വൻസി കൾ എന്നും പറയുന്നു. ഡെസിബെലിലാണെങ്കിൽ കട്ട്ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഔട്ട്പുട്ട് പവർ പരമാവധി കൂടിയ പവറിനെ അപേക്ഷിച്ച് 3dB കുറവായിരിക്കും.

ബാന്റ് വീതി (Band width)

ആംപ്ലിഫയറിന് ഏറ്റവും മികച്ച ഗെയിൻ ലഭിക്കുന്ന കട്ട്ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികൾക്കിടയിൽ വരുന്ന ഫ്രീക്വൻസി പരിധിയെ ബാന്റ് വീതി എന്നു പറയുന്നു. സാധാരണരീതിയിൽ ഈ ബാന്റ് വിഡ്ത്തിനുള്ളിൽ വരുന്ന ഫ്രീക്വൻസിയെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാനാണ് ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ബാന്റ് വീതി (B.W) = $F_U - F_L$

താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഗെയിൻ കുറയുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

കപ്ലിങ്, ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ AC യിലെ പ്രതിരോധം തത്വത്തിൽ പൂജ്യമായി രിക്കണം. എന്നാൽ പ്രായോഗികതലത്തിൽ അവയ്ക്ക് പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് ഫ്രീക്വൻസിക്ക് വിപരീത അനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

$$Xc = \frac{1}{2\pi fC}$$

മേൽക്കൊടുത്ത സമവാക്യം പ്രകാരം ഫ്രീക്വൻസി കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കുറയുന്നു. അതുകൊണ്ട് കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസികളിൽ കപ്ലിങ്, ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററുകൾക്ക് അവഗണിക്കാനാവാത്ത പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിരിക്കും.

താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഇൻപുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്ററിന് വലിയ പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ വലിയൊരു ഭാഗം അവിടെ നഷ്ടമാവുകയും വളരെക്കുറഞ്ഞ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ മാത്രം ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ബെയ്സിൽ എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് (അഥവാ ഗെയിൻ) കുറയുന്നു.

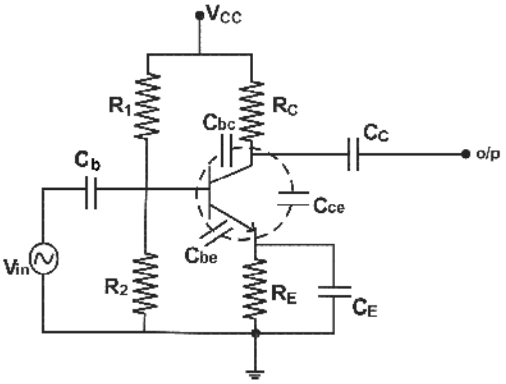
ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്ന ആംപ്ലിഫൈഡ് സിഗ്നലിനെ താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഔട്ട്പുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്റർ ലോഡിലേക്ക് നല്ല രീതിയിൽ കടത്തിവിടാത്തതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് കുറയുന്നു. അതുപോലെ എമിറ്റർ ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്റർ കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ അതിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കൂടുതലായതിനാൽ ശരിയാംവണ്ണം ബൈപ്പാസ് ചെയ്യുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ ഒരു ഭാഗം എമിറ്റർ റെസിസ്റ്റൻസിൽ നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് കുറയുന്നു.

ഫ്രീക്വൻസി കൂടുന്നതനുസരിച്ച് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും റിയാക്ടൻസ് കുറയുന്നതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് അഥവാ ഗെയിൻ കൂടുന്നു. ഇത് ഗ്രാഫിൽ കാണാൻ കഴിയും.

ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഗെയിൻ കുറയുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

വളരെ ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ കപ്ലിങ്, ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ റിയാക്ടൻസ് പൂജ്യത്തിനടുത്താവും. അതുകൊണ്ട് ഗെയിൻ വളരെ കൂടേണ്ടതാണ്. എന്നാൽ മറ്റു ചില ഘടകങ്ങൾ കാരണം ഇവിടെ ഗെയിൻ കുറയുന്നു. ഈ ഘടകങ്ങളെന്താണ് എന്നു പരിശോധിക്കാം.

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഉള്ളിൽ ബെയ്സ്-എമിറ്റർ, ബെയ്സ്-കളക്ടർ എന്നീ ജങ്ഷനുകളുണ്ട്. ഈ ജങ്ഷനുകളിൽ ഡിപ്ലിഷൻ മേഖലകൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഈ മേഖലകളിൽ ചാർജ് വാഹകരില്ല. പക്ഷേ, മേഖലകളുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും ചാർജ് വാഹകരുണ്ട്. ഇത് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ ധർമം നിർവഹിക്കുന്നു. ബെയ്സ് - കളക്ടർ ജങ്ഷനിലുള്ള C_{bc} എന്ന കപ്പാസിറ്റൻസ് ഇൻപുട്ടിനെയും ഔട്ട്പുട്ടിനെയും പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 8.9 (b) എന്നത് കാണുക.



ചിത്രം 8.9 (b) ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള ജങ്ഷൻ കപ്പാസിറ്റൻസ്

താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഈ കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കൂടുതലായതിനാൽ ഇതിനെ ഓപ്പൺ സെർക്കീട്ടായി പരിഗണിക്കാം. എന്നാൽ വളരെ ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഈ കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കുറയുകയും അതുവഴി ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനുമിടയിൽ കറന്റ് കടന്നുപോകുന്ന ഒരു വഴി രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ കുറയുന്നതിനു കാരണമാകുന്നു.

പ്രവർത്തനം 3

പ്രവർത്തനം 2 ൽ പറഞ്ഞ ആംപ്ലിഫയറുണ്ടാക്കി താഴെപ്പറയുന്നവ കണ്ടുപിടിക്കുക.

1. Q point മൾട്ടിമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കുക.
2. $200H_z$, $600H_z$, $1KH_z$, $1.5KH_z$, $2KH_z$, $3KH_z$, $1MH_z$എന്നീ ഫ്രീക്വൻസികളിലെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ.
3. ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.
4. ഈ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ബാന്റ് വീതി കണ്ടുപിടിക്കുക.

ആംപ്ലിഫയറുകൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഫ്രീക്വൻസി പരിധി അഥവാ അവയുടെ ബാന്റ് വീതി അടിസ്ഥാനമാക്കി അവയെ ഓഡിയോ, റേഡിയോ, വീഡിയോ ആംപ്ലിഫയറുകളായി തരം തിരിക്കാം. $15\ H_z$ മുതൽ $20KH_z$വരെ പരിധിയുള്ളവയെ ഓഡിയോ ആംപ്ലിഫയറായും $10KH_z$ മുതൽ $1000GH_z$ വരെ പരിധിയുള്ളവയെ റേഡിയോ ആംപ്ലിഫയറായും DC($0H_z$) മുതൽ $6MH_z$ വരെ പരിധിയുള്ളവയെ വീഡിയോ ആംപ്ലിഫയറായും പരിഗണിക്കാം.

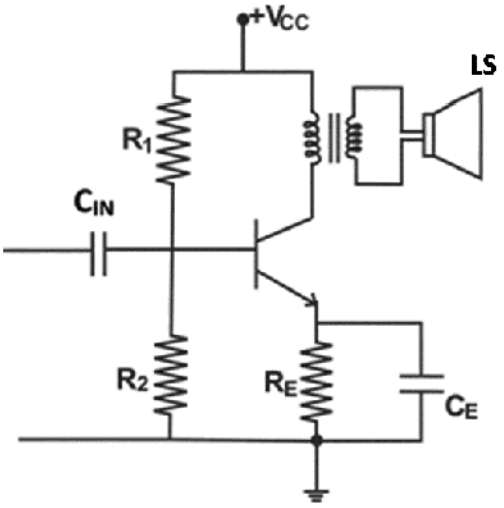
പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

- *ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ രൂപകല്പനയിൽ ഫ്രീക്വൻസി റസ്പോൺസ് ഗ്രാഫിന്റെ പ്രാധാന്യം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുക.*

8.8 ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയർ

ഓഡിയോ സിഗ്നലുകളെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാനാണ് ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റം, ടി.വി., റേഡിയോ തുടങ്ങിയവയിൽ ഈ ആംപ്ലിഫയർ ഒരു അവിഭാജ്യഘടകമാണ്. നാം നേരത്തെ മനസ്സിലാക്കിയ RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ ഒരു വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറാണ്.

ഒരു പ്രായോഗിക ആംപ്ലിഫയറിൽ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിച്ച് വോൾട്ടേജ് കൂടുന്നു. ആവശ്യത്തിനു ഗെയിൻ ലഭിക്കാൻ ഇവിടെ ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കാം. അവസാനഘട്ടത്തിൽ ഔട്ട്പുട്ട് ഉപകരണത്തിന് (ഉദാ. ലൗഡ്സ്പീക്കർ) പരമാവധി പവർ നൽകുന്നതിനായി പവർ ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, ഒരു പ്രായോഗിക ആംപ്ലിഫയർ സംവിധാനത്തിൽ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറുകളും പവർ ആംപ്ലിഫയറുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു.



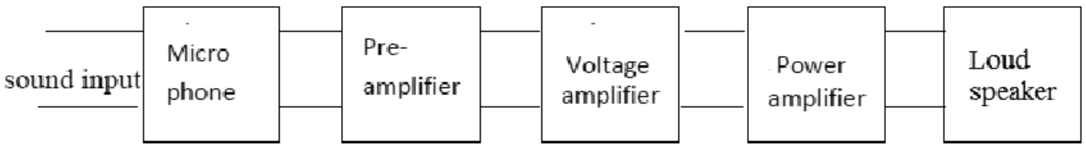
ചിത്രം 8.10 (a) പവർ ആംപ്ലിഫയർ

ഒരു മാതൃകാ ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ചിത്രം കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ അവസാനഘട്ട ആംപ്ലിഫയറാണ്.

പവർ ആംപ്ലിഫയറിൽ പവർ ട്രാൻസിസ്റ്ററാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പവർ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്

വലിയ കറന്റിൽ പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയും. അതുപോലെ ചിത്രം 8.10 (a)ൽ ലോഡായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് ലൗഡ്സ്പീക്കറാണ്. ഒരു ലൗഡ് സ്പീക്കറിന്റെ ഇംപിഡൻസ് ഏകദേശം 8Ω ആണ്. ഈ സ്പീക്കർ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ നേരിട്ട് ഘടിപ്പിച്ചാൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ ഫലത്തിലുള്ള പ്രതിരോധം കുറയും. ഈ പ്രശ്നം ഒഴിവാക്കുന്നതിനായി ലോഡ് ട്രാൻസ്ഫോർമർ കപ്ലിങ് വഴി കളക്ടറിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ഈ സംവിധാനത്തിനെ ട്രാൻസ്ഫോർമർ കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇവിടെ ട്രാൻസ്ഫോർമർ ഇംപിഡൻസ് മാച്ചിങ്ങിനാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ നിന്ന് ലോഡിലേക്ക് പരമാവധി പവർ കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടണമെങ്കിൽ അവിടെ ഇംപിഡൻസ് മാച്ചിങ് ഉണ്ടാവണം. ഇവിടെ ഇംപിഡൻസ് മാച്ചിങ് എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസും ലോഡ് ഇംപിഡൻസും തുല്യമാവുക എന്നതാണ്. ഇവിടെ ട്രാൻസ്ഫോമർ ഉപയോഗിച്ച് ഇംപിഡൻസ് കുറഞ്ഞ സ്പീക്കറിനെ വലിയ ഇംപിഡൻസിന്റെ ഫലമുണ്ടാവുന്ന രീതിയിൽ കളക്ടറിൽ ബന്ധിപ്പിക്കാൻ കഴിയും.

ഒരു പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ ബ്ലോക്ക് ഡയഗ്രം താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.10 (b)

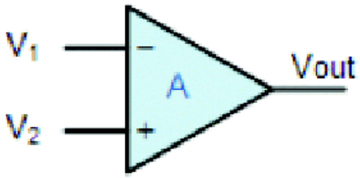
8.9 ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ (Op - Amp)

Op - Amp എന്നു സാധാരണയായി അറിയപ്പെടുന്ന ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ അനലോഗ് ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ ഒരു പ്രധാന ഭാഗമാണ്. ഈ ആംപ്ലിഫയർ സിഗ്നൽ കണ്ടീഷനിങ്, ഫിൽട്ടറിങ്, ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ ആംപ്ലിഫയർ എന്നിവയിലും ഗണിതപ്രക്രിയകളായ സങ്കലനം, വ്യവകലനം, ഗുണനം, ഹരണം, ഇന്റഗ്രേഷൻ, ഡിഫറൻസിയേഷൻ എന്നിവ നടത്തുന്നതിനും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു ഒറ്റ സിലിക്കൺ ചിപ്പിനകത്തുള്ള ആംപ്ലിഫയറാണ്. ഇതിൽ ഒന്നിലധികം ഘട്ടങ്ങളിലുള്ള ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു മാതൃകാ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ നേടുന്നതിനായുള്ള കാര്യങ്ങൾ ഇതിന്റെ നിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഒരു Op - Ampന്റെ സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

- വളരെ ഉയർന്ന ഗെയിൻ (തത്ത്വത്തിൽ അനന്തം)
- വളരെ ഉയർന്ന ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (തത്ത്വത്തിൽ അനന്തം)
- വളരെ താഴ്ന്ന ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (തത്ത്വത്തിൽ പൂജ്യം)
- വളരെ കൂടിയ ബാന്റ് വീതി (തത്ത്വത്തിൽ അനന്തം)

ഒരു ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ അതിന്റെ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളിൽ കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജുകളുടെ വ്യത്യാസത്തോടു മാത്രമേ പ്രതികരിക്കുകയുള്ളൂ. ഈ വ്യത്യാസമാണ് ഡിഫറൻഷ്യൽ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ്. ഒരേ വോൾട്ടേജുകൾ തന്നെ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളിലും കൊടുക്കുന്നുവെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്നത് പൂജ്യം വോൾട്ടായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് രണ്ട് ഇൻപുട്ടിലും ഒരേപോലെ ഉണ്ടാകാവുന്ന നോയ്സ് വോൾട്ടേജുകൾ ഒഴിവാക്കപ്പെടും.

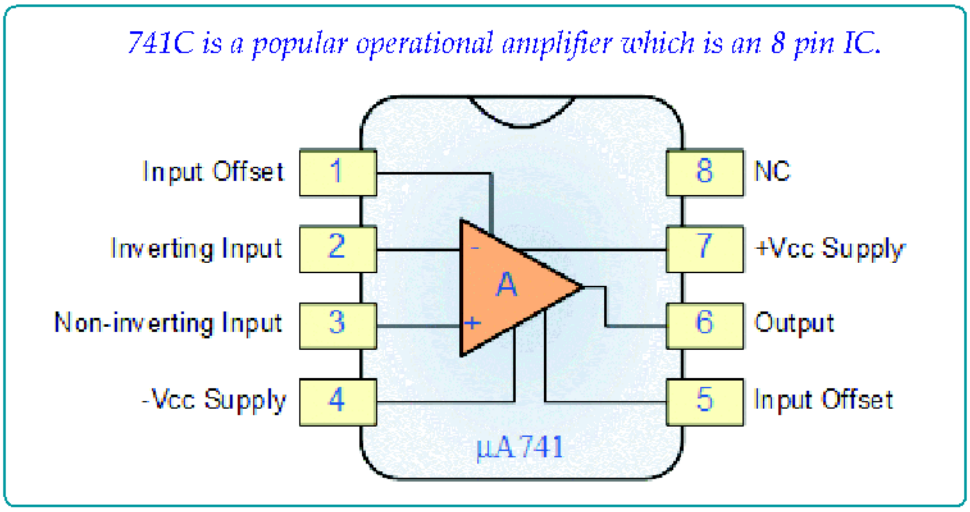
ഒരു ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയറിന് രണ്ട് ഉയർന്ന ഇംപിഡൻസുള്ള രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളുണ്ട്. നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം രേഖപ്പെടുത്തിയ ഇൻപുട്ട്, ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും പോസിറ്റീവ് ചിഹ്നം രേഖപ്പെടുത്തിയ ഇൻപുട്ട് നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ചിത്രം 8.11 (a) കാണുക.



ചിത്രം 8.11 (a) Op-Amp ന്റെ ചിഹ്നം

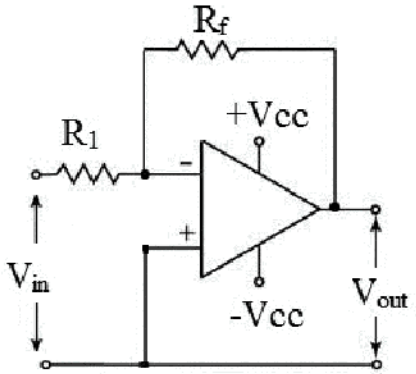
ഒരു Op-Ampന് അതിന്റെ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടിലോ നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടിലോ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ നൽകാം. ഇൻവേർട്ടിങ് ടെർമിനലിലാണ് ഇൻപുട്ട് നൽകുന്നതെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്ന സിഗ്നൽ ഇൻപുട്ടിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഇൻവേർട്ട് (180^0 ഫേസ് മാറിയത്) ചെയ്യപ്പെട്ടതായിരിക്കും. അതുപോലെ നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടിലാണ് സിഗ്നൽ നൽകുന്നതെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടും ഇൻപുട്ടും ഒരേ ഫേസിലായിരിക്കും.

വളരെ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന IC 741 എന്ന Op-Amp ന്റെ പിൻ ഡയഗ്രം താഴെകൊടുക്കുന്നു.



ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

Op-Ampനെ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറാക്കുന്നതിനായി ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ അതിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഇൻപുട്ടിൽ കൊടുക്കണം. ഇവിടെ ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ ഇൻപുട്ടിനെ അപേക്ഷിച്ച് 180^0 ഫേസ് വ്യത്യാസത്തിലായിരിക്കും. ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ചിത്രം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.11 (b) ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

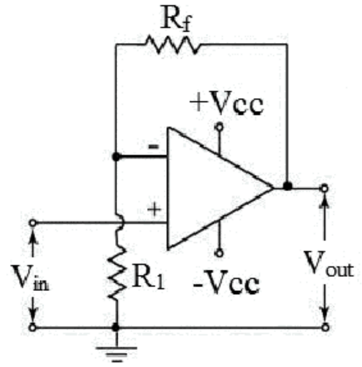
ഈ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനിന്റെ സമവാക്യം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

$$A = \frac{-R_F}{R_1}$$

ഗെയിനിന്റെ സമവാക്യത്തിൽ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം ഔട്ട്പുട്ടും ഇൻപുട്ടും തമ്മിൽ 180° ഫേസ് വ്യത്യാസം ഉണ്ടെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

ഇവിടെ സിഗ്നൽ പോസിറ്റീവ് ഇൻപുട്ടിലാണ് നൽകുന്നത്. ഔട്ട്പുട്ട്, ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലുകൾ ഒരേ ഫേസിലായിരിക്കും.



ചിത്രം 8.11 (c) നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ $A = 1 + \frac{R_F}{R_1}$

ഇവിടെ R_F എന്ന റെസിസ്റ്റർ ഔട്ട്പുട്ടിൽ നിന്ന് ഇൻപുട്ടിലേക്കു നെഗറ്റീവ് ഫീഡ്ബാക്ക് നൽകുന്നു. ഇതുവഴി ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ നമുക്കാവശ്യമുള്ള തരത്തിലുള്ള താഴ്ന്ന വിലയിൽ കൊണ്ടുവരാൻ സാധിക്കുന്നു. അല്ലാത്തപക്ഷം ഗെയിൻ പത്തുലക്ഷത്തോളം വരുന്ന വലിയ മൂല്യമായിരിക്കും.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

- വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ ഒന്ന് കിട്ടുന്ന തരത്തിൽ ഒരു ഇൻവേർട്ടിംഗ് ആംപ്ലിഫയറും നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറും രൂപ കല്പന ചെയ്യുക.

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ശക്തികുറഞ്ഞ ഒരു സിഗ്നലിനെ ശക്തിപ്പെടുത്താനുള്ള ഉപകരണമാണ് ആംപ്ലിഫയർ. ആംപ്ലിഫയറുകളെ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നും പവർ ആംപ്ലിഫയർ എന്നും തരംതിരിക്കാം. വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറിൽ ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസിനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെക്കൂടുതലായിരിക്കും. ഉയർന്ന വോൾട്ടേജ് ഗെയിനും കറന്റ് ഗെയിനും ഉള്ളതുകൊണ്ടാണ് ആംപ്ലിഫയറിൽ CE കോൺഫിഗറേഷൻ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു ആംപ്ലിഫയർ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ ഒഴുകുന്ന Ic കറന്റ് ബെയ്സ്-കളക്ടർ ജങ്ഷനിൽ താപമുണ്ടാക്കുകയും അതു കൂടുതൽ മൈനോറിറ്റി കാരിയറുകളെ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് Ic കറന്റിനെ കൂടുതൽ വർധിപ്പിക്കുകയും അതുവഴി ജങ്ഷന്റെ താപം വീണ്ടും കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ തെർമൽ റൺ എവേ എന്നു പറയുന്നു. ഈ പ്രശ്നം ഒഴിവാക്കുന്നതിനായി വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ബയാസിങ്ങിൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ' β ' യെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആംപ്ലിഫയറാക്കണമെങ്കിൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ആക്ടീവ് മേഖലയിൽ ആയിരിക്കണം. അതിൽത്തന്നെ ഉത്തമസ്ഥാനം എന്നത് ആക്ടീവ് റീജിയന്റെ ഒത്ത നടുവിലാണ്. ഈ പോയിന്റിൽ $V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2}$ ആയിരിക്കും.

A_1, A_2, A_3 ....എന്നിങ്ങനെ ഗെയിനുകളുള്ള ആംപ്ലിഫയറുകളെ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ ആകെ ഗെയിൻ $A = A_1 x A_2 x A_3$ .... ആയിരിക്കും

ഇതിനെ ഡെസിബെലിൽ കണക്കാക്കിയാൽ

$AdB = A_{1dB} + A_{2dB} + A_{3dB} +$ .... ആയിരിക്കും.

വ്യത്യസ്ത ഫ്രീക്വൻസികളുള്ള സിഗ്നലുകളോടുള്ള ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രതികരണം അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റസ്പോൺസ് ഗ്രാഫിൽനിന്നു ലഭിക്കും. അപ്പർ കട്ട് ഓഫ് (Fu), ലോവർ കട്ട്ഓഫ് (F_L)ഫ്രീക്വൻസികൾക്കിടയിലാണ് ആംപ്ലിഫയർ ഏറ്റവും മികച്ച ഗെയിൻ നൽകുന്നത്. ഈ ഫ്രീക്വൻസി പരിധിയെ ബാൻഡ് വിഡ്ത് എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു Op-Amp ഉയർന്ന ഇംപിഡൻസുള്ള രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളുണ്ട്. ഇവയെ ഇൻവേർട്ടിംഗ് ഇൻപുട്ടെന്നും നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും വിളിക്കുന്നു.

ഒരു Op-Ampനെ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറായും നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറായും ഉപയോഗിക്കാം. അനലോഗ് സിഗ്നലുകളിൽ ഗണിതപ്രക്രിയകൾ നടത്താനും സിഗ്നൽ കണ്ടീഷനിങ്, ഫിൽട്ടറിങ് മുതലായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായും Op-Ampകളെ വ്യാപകമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ എന്ന ആശയം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ആംപ്ലിഫയർ എന്ന നിലയിലുള്ള ഉപയോഗം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു.
- ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടുകളുടെ ആവശ്യകത തിരിച്ചറിയുന്നു.
- ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലും ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലും ഗെയിൻ കുറയുന്നതിന്റെ കാരണം വിശദമാക്കുന്നു.
- ഓപറേഷനൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രാധാന്യം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു.
- 741 IC യുടെ പിൻഡയഗ്രം വരയ്ക്കുന്നു.
- ആംപ്ലിഫയർ സെർക്കീട്ടിൽ Op-Ampന്റെ പ്രാധാന്യം വിശദമാക്കുന്നു.
- ഇൻവേർട്ടിങ്, നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറുകളുടെ സെർക്കീട്ട് വരച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫിക്കേഷന് ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയാത്ത ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷൻ

   എ) CE കോൺഫിഗറേഷൻ ബി) CB കോൺഫിഗറേഷൻ
   സി) CC കോൺഫിഗറേഷൻ ഡി) ഇവയെല്ലാം

2. ആംപ്ലിഫിക്കേഷന്വേണ്ടി ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കുന്ന കോൺഫിഗറേഷൻ

   എ) CE കോൺഫിഗറേഷൻ ബി) CB കോൺഫിഗറേഷൻ
   സി) CC കോൺഫിഗറേഷൻ ഡി) ഇവയെല്ലാം

3. തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ബയാസിങ്

   എ) ഫിക്സഡ് ബയാസ് ബി) വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസ്
   സി) കളക്ടർ ടു ബെയ്സ് ബയാസ് ഡി) എമിറ്റർ ടു ബെയ്സ് ബയാസ്

4. വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഓപറേറ്റിംഗ് പോയിന്റ്

   എ) കറന്റ് ഗെയിനിനെ ആശ്രയിക്കുന്നു.
   ബി) സാച്ചുറേഷൻ റീജിയന്റെ അടുത്തെത്തുന്നു.
   സി) ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.
   ഡി) ഊഷ്മാവ് മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് കളക്ടർ കറന്റ് മാറുന്നു

5. വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ ഡെസിബെലിൽ അളക്കുന്നത്

   എ) $\log \frac{Vout}{Vin}$ ബി) $20\ln \frac{Vout}{Vin}$ സി) $20\log \frac{Vout}{Vin}$ ഡി) $\ln \frac{Vout}{Vin}$

6. ഒരു മാതൃകാ Op-Ampന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ

എ) പൂജ്യം　　ബി) 100%

സി) അനന്തം　　ഡി) പ്രവചിക്കാൻ കഴിയില്ല.

7. ഒരു മാതൃകാ Op-Amp ന്റെ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ്, ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ്, ബാന്റ് വീതി എന്നിവ യഥാക്രമം

എ) അനന്തം, പൂജ്യം, അനന്തം　　ബി) പൂജ്യം, അനന്തം, പൂജ്യം

സി) പൂജ്യം, പൂജ്യം, അനന്തം　　ഡി) അനന്തം, അനന്തം, പൂജ്യം

8. A_1, A_2, A_3 എന്നിങ്ങനെ ഗെയിനുകളുള്ള മൂന്ന് ആംപ്ലിഫയറുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ ആകെ ഗെയിൻ

എ) $A_1 + A_2 + A_3$　　ബി) $A_1 \times A_2 \times A_3$

സി) $A_1 A_2 + A_1 A_3$　　ഡി) $A_1 . A_2 . A_3 / A_1 + A_2 + A_3$

9. ഒരു ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലും ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നലും തമ്മിൽ

എ) ഫേസ് വ്യത്യാസമില്ല.　　ബി) 90^0 ഫേസ് വ്യത്യാസമുണ്ട്.

സി) 180^0 ഫേസ് വ്യത്യാസമുണ്ട്.　　ഡി) 270^0 ഫേസ് വ്യത്യാസമുണ്ട്.

10. സാർവ്വത്രിക ബയാസിംഗ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ബയാസിങ് ഏത്?

എ) ഫിക്സഡ് ബയാസ്　　ബി) വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസ്

സി) എമിറ്റർ ബയാസ്　　ഡി) ബെയ്സ് ബയാസ്

ഉത്തരസൂചിക

1) സി　2) എ　3) ബി　4) സി　5) സി　6) സി　7) എ　8) ബി　9) സി　10) ബി

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1. ഫിക്സഡ് ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട് വരച്ച് പ്രവർത്തനം വിശദമാക്കുക.
2. ഫിക്സഡ് ബയാസിങ്ങും വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ്ങും താരതമ്യം ചെയ്യുക. വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിംഗിന്റെ നേട്ടങ്ങൾ എഴുതുക.
3. ആംപ്ലിഫയറിന് ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രധാന ആവശ്യങ്ങൾ എഴുതുക.
4. ഒരു RC കപ്പിൾസ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ട് വരച്ച് പ്രവർത്തനം എഴുതുക.
5. ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് വിശദമാക്കുക.
6. ഒരു ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ dB യിൽ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള സമവാക്യമെഴുതുക.
7. ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻവേർട്ടിങ്, നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് കോൺഫിഗറേഷനുകൾ വരയ്ക്കുക.
8. ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപ്പറേറ്റിംഗ് പോയിന്റിന്റെ ഏറ്റവും ഉചിതമായ സ്ഥാനം ലോഡ് ലൈനിന്റെ നടുവിലാണെന്ന് സാധൂകരിക്കുക.
9. ആംപ്ലിഫയറുകളെ അവയുടെ ബാന്റ് വിഡ്ത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തരംതിരിക്കുക.
10. Op-Ampന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ എഴുതുക.

9

ദോലകം (Oscillator)

9.1. ആൾട്ടർനേറ്റിംഗ് സിഗ്നൽ (AC) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കൽ

9.2. വിവിധതരം ഓസിലേറ്ററുകൾ

9.3. സൈനുസോയിഡൽ തരംഗ നിർമ്മാണം

9.4. ഫീഡ് ബാക്ക് എന്ന പ്രക്രിയ

9.5. ഓസിലേഷനിലെ ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ

9.6. RC ഓസിലേറ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം

9.7. വിവിധതരം RC ഓസിലേറ്ററുകൾ

9.8. അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്റർ

9.9. ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്റർ

M4F5H5

ആമുഖം

ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് ഓസിലേറ്റർ എന്നത് സാധാരണയായി ഒരു സൈൻ തരംഗം (Sine wave) അല്ലെങ്കിൽ ചതുരതരംഗം (Square wave) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് ആണ്. ഓസിലേറ്ററുകൾ വിവിധ ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഉള്ള AC സിഗ്നൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത്, DC സപ്ലൈയിൽ നിന്നും ഊർജം സ്വീകരിച്ചു കൊണ്ടാണ്. ഓസിലേറ്ററുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന സിഗ്നലിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി ഏതാനും H_z മുതൽ MH_z പരിധി വരെയാണ്. ഇവ സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഇലക്ട്രോണിക് ആശയവിനിമയ ഉപകരണങ്ങളായ റേഡിയോ, ടെലിവിഷൻ, റഡാർ മുതലയാവയിലാണ്. സന്ദേശങ്ങളെ വഹിച്ചു കൊണ്ടുപോകുന്നതിനുള്ള ക്യാരിയർ സിഗ്നലുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനാണ് പല ആശയവിനിമയ ഉപകരണങ്ങളിലും ഓസിലേറ്റർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഓസിലേറ്ററുകളെ സാധാരണയായി അതു നിർമ്മിക്കുന്ന ഫ്രീക്വൻസിയുടെ അടിസറാനത്തിൽ രണ്ടായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

- ഓഡിയോ ഫ്രീക്വൻസി (AF) ഓസിലേറ്റർ, $20H_z$ മുതൽ $20KH_z$ വരെ ശ്രവണ പരിധിയിലുള്ള സിഗ്നലുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.
- റേഡിയോ ഫ്രീക്വൻസി (RF) ഓസിലേറ്റർ $100KH_z$ മുതൽ $30MH_z$ വരെയുള്ള റേഡിയോ ഫ്രീക്വൻസി സിഗ്നലുകൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു.

മൾട്ടി വൈബ്രേറ്ററുകളാണ് സ്ക്വയർ വേവുകളെ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നത്. ത്രികോണതരംഗം (Triangle wave) പോലെയുള്ള മറ്റു സിഗ്നലുകൾ ചതുരതരംഗങ്ങളുടെ ആകൃതി വ്യതിയാനം വരുത്തിയാണ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്.

9.1 AC സിഗ്നൽ ഉൽപ്പാദനോപകരണങ്ങൾ

നമ്മുടെ വീടുകളിൽ ലഭിക്കുന്ന വൈദ്യുതി $50H_z$ ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള ഒരു സൈൻ തരംഗമാണെന്ന് നമുക്കെല്ലാവർക്കും അറിയാമല്ലോ. ഇത് നിർമ്മിക്കുന്നത് ഒരു ആൾട്ടർനേറ്ററാണ്. (AC ജനറേറ്റർ) ആൾട്ടർനേറ്റർ എന്നത് കറങ്ങുന്ന ഭാഗം ഉള്ള ഒരു യാന്ത്രിക ഉപകരണമാണ്. ഇത് യാന്ത്രി

കോർജ്ജത്തെ വൈദ്യുതോർജമാക്കി മാറ്റുന്നു. എന്നാൽ ഒരു ആൾട്ടർനേറ്റർ ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള സിഗ്നൽ നിർമ്മിക്കുന്നില്ല. കാരണം അതിന്റെ യന്ത്രഭാഗങ്ങൾക്ക് അത്ര വേഗത്തിൽ ചലിക്കാൻ സാധിക്കുകയില്ല. ഒരു ഓസിലേറ്ററും ആൾട്ടർനേറ്ററും താഴെപറയുന്ന കാര്യങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തത പുലർത്തുന്നു.

1. ഓസിലേറ്റർ ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണമാണ്. അതിനാൽ അത് വളരെ നിശബ്ദമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
2. ഓസിലേറ്റർ അനേകം ഫ്രീക്വൻസികൾ നിർമ്മിക്കുന്നു.
3. അവ നിർമ്മിക്കുന്ന സിഗ്നലുകളുടെ ഫ്രീക്വൻസികൾ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ ആവശ്യാനുസരണം മാറ്റാൻ കഴിയുന്നു.

പ്രവർത്തനം - 1

നിങ്ങൾക്ക് ലഭ്യമാകുന്ന വിവിധ FM ചാനലുകളുടെ ഫ്രീക്വൻസി കണ്ടെത്തുക.

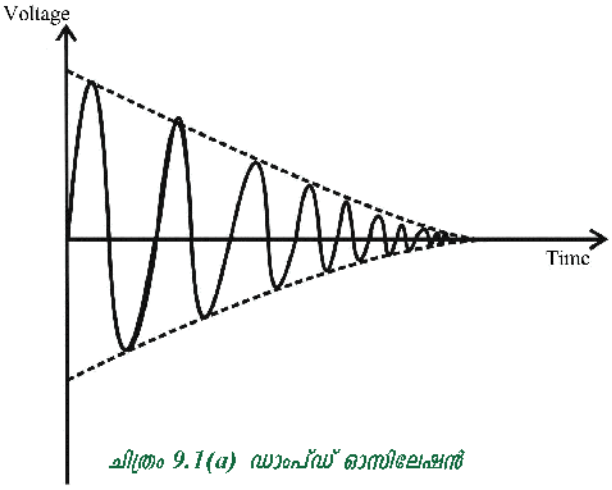
FM, AM റേഡിയോ ചാനലുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന വിവിധതരം ഫ്രീക്വൻസികളെ കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ? ഇത്തരം ചാനലുകൾ അറിയപ്പെടുന്നത് അവ സംപ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന കരിയർ സിഗ്നലുകളുടെ ഫ്രീക്വൻസികളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ്. കരിയർ എന്നത് ഒരു ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസി സിഗ്നലാണ്. ദീർഘദൂര വാർത്താവിനിമയത്തിന് മെസേജ് സിഗ്നലിനെ ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള കരിയർ സിഗ്നലുകളുടെ കൂടെ അയക്കുന്നു. നാം അയക്കുന്ന സിഗ്നൽ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡിലാണ് ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നത് എങ്കിൽ അത് ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് മോഡുലേഷൻ (AM) എന്നും, അത് ഫ്രീക്വൻസിയിലാണ് ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഫ്രീക്വൻസിമോഡുലേഷൻ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

FM ചാനലുകൾ	ഫ്രീക്വൻസി
അനന്തപുരി FM	101.9 MH_z
കൊച്ചി AIR FM	102.3 MH_z
കണ്ണൂർ AIR FM	101.5 MH_z

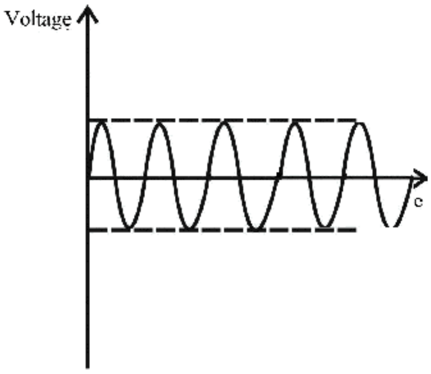
AM ചാനലുകൾ	ഫ്രീക്വൻസി
തൃശൂർ AIR	630 KH_z
ആലപ്പുഴ AIR	550 KH_z
കോഴിക്കോട് AIR	684 KH_z

9.2 വിവിധതരം ഓസിലേറ്ററുകൾ

സൈൻ രൂപദോലനങ്ങൾ (Sinusoidal oscillations), മന്ദിതം (Damped), അമന്ദിതം (Undamped) എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു തരം ഉണ്ട്. ഒരു ഇലക്ട്രിക് ഓസിലേഷന്റെ ആംപ്ലീറ്റ്യൂഡ് സമയത്തിനനുസരിച്ച് കുറഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കുന്നെങ്കിൽ അവയെ മന്ദിതദോലനം (Damped oscillations) എന്ന് പറയുന്നു. (ചിത്രം 9.1(a) കാണുക). ഇതിന് കാരണം ഓസിലേറ്ററുകൾ നിർമ്മിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടുകൾക്ക് ഒരു പ്രതിരോധം ഉണ്ട്. അതിനാൽ ഊർജം ഓസിലേഷനുകൾ ഉണ്ടാകുമ്പോൾ നഷ്ടപ്പെടുന്നു (ഓമിക് ലോസസ്).



ചിത്രം 9.1(a) ഡാംപ്ഡ് ഓസിലേഷൻ



ചിത്രം 9.1(b) അൺഡാംപ്ഡ് ഓസിലേഷൻ

പ്രവർത്തനം - 2

നീളമുള്ള ഒരു കയർ എടുത്ത് അതിന്റെ ഒരഗ്രം ഒരിടത്ത് ഉറപ്പിക്കുക. കയറിന്റെ മറ്റേ അഗ്രം കൈയ്യിൽ പിടിച്ചതിനുശേഷം കൈ മുകളിലേക്കും താഴേക്കും ചലിപ്പിക്കുക.

നിങ്ങൾ ഒരു തവണയേ ചലിപ്പിച്ചുള്ളൂ എങ്കിൽ നിങ്ങൾക്ക് അധികനേരം നീണ്ടുനിൽക്കാത്ത ഒരു ഓസിലേഷൻ കാണുവാൻ സാധിക്കും. ഇത് മന്ദിതദോലനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്.

നിങ്ങൾ ഒരു തവണ ചലിപ്പിക്കുന്നതിനു പകരം തുടർച്ചയായി മുകളിലേക്കും താഴേക്കും ചലിപ്പിച്ചാൽ നിങ്ങൾക്ക് ദീർഘനേരം നിലനിൽക്കുന്ന ഒരു ഓസിലേഷൻ കാണുവാൻ സാധിക്കും. കാരണം നിങ്ങൾ തുടർച്ചയായി ഊർജ്ജം നൽകികൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഓസിലേഷനെ അമന്ദിതദോലനം (Undamped oscillation) എന്നുപറയുന്നു.

ഒരു അമന്ദിതദോലനത്തിൽ (ചിത്രം 9.1(b) കാണുക) സിഗ്നലിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡിന് വ്യത്യാസം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. കാരണം ഊർജ്ജത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന കുറവ് പരിഹരിക്കുന്നതിന് ആവശ്യമായ ഊർജ്ജം തുടർച്ചയായി നൽകികൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അതിനായി ഒരു ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

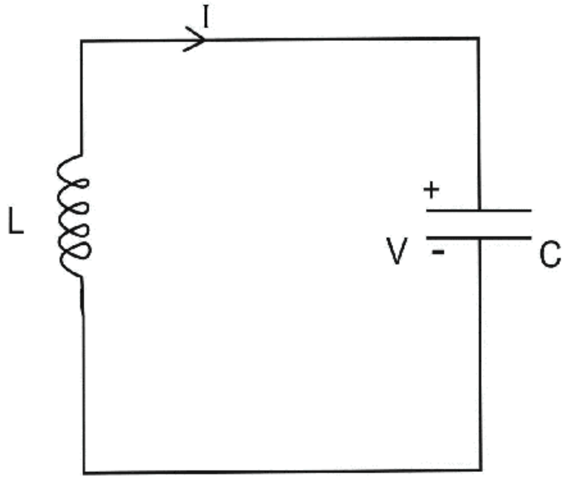
9.3 സൈൻ തരംഗ ഉൽപാദനം

ഇലക്ട്രോണിക് ഓസിലേറ്ററുകളിൽ ആവശ്യമായ ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള ഓസിലേഷനുകൾ നിർമ്മിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടുകളെ ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടുകൾ എന്നു പറയുന്നു. ഓസിലേഷനേക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ ലളിതമായ ഒരു പെൻഡുലം മൂലം ഉണ്ടാകുന്ന മെക്കാനിക്കൽ ഓസിലേഷനെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കാം.

ഒരു പെൻഡുലം എന്നത് ഒരു നൂലിന്റെ അഗ്രത്തിൽ ഒരു ഭാരമുള്ള വസ്തു (Bob) ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതാണല്ലോ. ഈ ബോബ് ഒരു ദിശയിൽ ചലിപ്പിച്ചാൽ പിന്നീട് അത് ഇരുദിശകളിലേക്കും സമയബന്ധിതമായി ചലിക്കുന്നതായി കാണാം. അതായത് ബോബ് ഒരു വശത്തെ അഗ്രത്തിലേക്ക് ചലിക്കുകയും വളരെ ചെറിയ സമയം അവിടെ നിന്നശേഷം മധ്യഭാഗത്തേക്ക് ചലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മധ്യഭാഗത്ത് നിൽക്കാതെ അതിന്റെ ചലനം എതിർവശത്തേക്ക് തുടരുന്നു. എതിർ അഗ്രത്തിൽ എത്തിയശേഷം ഒരു ചെറിയ സമയം അവിടെ നിൽക്കുകയും തുടർന്ന് മധ്യഭാഗത്തേക്ക് ചലനം തുടരുകയും ചെയ്യുന്നു. വശങ്ങളിലെ അഗ്രങ്ങളിൽ പെൻഡുലത്തിന്റെ സ്ഥിതികോർജം ഏറ്റവും കൂടുതലും ഗതികോർജം പൂജ്യവുമാണ്. അതിനാൽ പെൻഡുലം ഒരു ചെറിയ സമയത്തേയ്ക്ക് അവിടെ നിൽക്കുന്നു. ബോബ് അഗ്രങ്ങളിൽ നിന്നും തിരിച്ചു വരുമ്പോൾ സ്ഥിതികോർജം കുറയുകയും ഗതികോർജം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗതികോർജം ഏറ്റവും കൂടുന്നത് അതിന്റെ നടുവിലുള്ള ഭാഗത്തായിരിക്കും. ഗതികോർജവും സ്ഥിതികോർജവും തമ്മിലുള്ള എനർജി കൈമാറ്റത്തിലൂടെയാണ് ഓസിലേഷൻ ഉണ്ടാകുന്നത്. ഏതെങ്കിലും തരത്തിലുള്ള ഊർജ നഷ്ടം ഇല്ലെങ്കിൽ ഇത്തരം ഓസിലേഷനുകൾ ദീർഘനേരത്തേക്ക് തുടരുകയും അമന്ദിത ദോലനങ്ങൾ കിട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ വായു ഘർഷണം മൂലം പെൻഡുലത്തിന്റെ ഊർജ്ജം കുറയുകയും ഓസിലേഷനിൽ കുറവ് വരുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ അതിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് കുറയുന്നു. അവസാനം ഓസിലേഷൻ നിന്ന് പോകുന്നു. ഊർജ്ജത്തിലുണ്ടാകുന്ന കുറവിനെ അതിജീവിക്കാൻ കൂടുതൽ കൂടുതൽ ഊർജ്ജം നൽകിയാൽ ഓസിലേഷൻ പഴയപടി തുടരുകയും നമുക്ക് നിലനിൽക്കുന്ന ഓസിലേഷൻ ലഭിക്കുകയും ചെയ്യും.

ഒരു ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട് നിർമ്മിക്കുന്ന ഓസിലേഷൻ പെൻഡുലത്തിന്റെ ഓസിലേഷനോട് സാമ്യമുള്ളതാണ്. കാന്തികോർജത്തിൽ നിന്നും വൈദ്യുതോർജത്തിലേക്കും മറിച്ചും ഊർജ മാറ്റം സംഭവിക്കുമ്പോഴാണ് ഒരു LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടിൽ ഓസിലേഷൻ ഉണ്ടാകുന്നത്. കാന്തികോർജം ഇൻഡക്ടറിലും വൈദ്യുതോർജം കപ്പാസിറ്ററിലുമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ഒരു ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രവർത്തനം അടുത്ത ഭാഗത്ത് കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട്



ചിത്രം (9.2) ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട്

ഒരു LC സെർക്കീട്ടിനെ റെസൊണന്റ് സെർക്കീട്ട്, ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട് അല്ലെങ്കിൽ ട്യൂൺഡ് സെർക്കീട്ട് എന്നൊക്കെ വിളിക്കുന്നു. അതിൽ ഒരു ഇൻഡക്ടറും ഒരു കപ്പാസിറ്ററും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവ രണ്ടും തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ വൈദ്യുത റസോണേറ്ററായി പ്രവർത്തിക്കും.

LC സെർക്കീട്ടുകൾ ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള സിഗ്നൽ നിർമ്മിക്കാനോ സങ്കീർണ്ണമായ സിഗ്നലിൽ നിന്ന് ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള സിഗ്നൽ വേർതിരിക്കാനോ വേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

മാതൃകാപരമായ അവസ്ഥയിൽ ഒരു LC സെർക്കീട്ടിൽ ഊർജ്ജ നഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ പ്രായോഗികാവസ്ഥയിൽ ഒരു ചെറിയ ഊർജ്ജ നഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. അത് കമ്പോണന്റുകളുടെ ഉള്ളിലും അവ ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന വയറുകളിലും ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. റെസിസ്റ്ററുകൾ ഇല്ലാത്ത സെർക്കീട്ട് ആകയാൽ അതുമൂലമുള്ള ഊർജ്ജനഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നില്ല എന്നത് കൊണ്ടാണ് ഇവിടെ LC സെർക്കീട്ട് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതുമൂലം ഡാംപിങ്ങ് കുറക്കാൻ സാധിക്കും. ഒരു ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രവർത്തനം താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

ഒരു കപ്പാസിറ്റർ അതിന്റെ വൈദ്യുത മേഖലയിൽ (Electric field) E യിൽ ഊർജ്ജ ശേഖരണം നടത്തുമ്പോൾ ഒരു ഇൻഡക്ടർ അതിന്റെ കാന്തിക മേഖലയിൽ (Magnetic field) B യിലും ഊർജ്ജ ശേഖരണം നടത്തുന്നു. ചാർജ് ചെയ്യപ്പെട്ട ഒരു കപ്പാസിറ്റർ ഒരു ഇൻഡക്ടറിന് എതിരെ ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഇൻഡക്ടറിലൂടെ ചാർജ് ഒഴുകാൻ തുടങ്ങും. അപ്പോൾ അതിന് ചുറ്റും ഒരു കാന്തിക വലയം രൂപപ്പെടും. കപ്പാസിറ്റർ ഡിസ്ചാർജ് ചെയ്യുമ്പോൾ അതിന്റെ വോൾട്ടേജ് കുറയും. അതിനുശേഷം മുഴുവൻ ചാർജ്ജ് ഇല്ലാതാവുകയും വോൾട്ടേജ് 'പൂജ്യം' ആകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഒരു ഇൻഡക്ടർ സെർക്കീട്ടിൽ ഉണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുത വ്യതിയാനത്തെ എതിർക്കുന്നു. അങ്ങനെ സെർക്കീട്ടിലുണ്ടായിരുന്ന കറന്റ് നിലനിർത്താൻ വേണ്ടി ഇൻഡക്ടറിന്റെ കാന്തിക മേഖലയിൽ നിന്നും അതേ ദിശയിൽ തന്നെ കറന്റ് പ്രവഹിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. കറന്റ് പ്രവഹിക്കുന്നതോടെ കാന്തിക പ്രഭാവ തീവ്രത കുറയും. ഈ കറന്റ് മൂലം കപ്പാസിറ്റർ എതിർ ധ്രുവത്വത്തിൽ ചാർജ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കാന്തിക പ്രഭാവം ഇല്ലാതാകുമ്പോഴേക്കും കപ്പാസിറ്റർ മുഴുവനായി ചാർജ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു. വീണ്ടും കപ്പാസിറ്റർ ഡിസ്ചാർജ് ചെയ്യപ്പെടുകയും കാന്തിക പ്രഭാവം ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ തുടരുകയും കറന്റ് വീണ്ടും എതിർ ദിശയിൽ പ്രവഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

കപ്പാസിറ്ററിൽ നിന്ന് ഇൻഡക്ടറിലേക്കും മറിച്ചും കറന്റ് ഒഴുകുമ്പോൾ ഓസിലേഷൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ആന്തരിക പ്രതിരോധം മൂലം ഊർജം കുറയുകയും അവസാനം ഇല്ലാതാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഇത് ഒരു പെൻഡുലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിന് തുല്യമാണ്. ഒരു ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഫ്രീക്വൻസിയാണ് LC സെർക്കീട്ടിന്റെ റെസൊണന്റ് ഫ്രീക്വൻസി. ഇൻഡക്ടറിലൂടെയുള്ള കറന്റിന്റെ വ്യതിയാനമോ കപ്പാസിറ്ററിന് കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജിന്റെ വ്യതിയാനമോ സമയവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി ഒരു ഗ്രാഫായി വരച്ചാൽ നമുക്ക് ഒരു സിനുസോയിഡൻ തരംഗം ആയിരിക്കും ലഭിക്കുക. വോൾട്ടേജിലോ കറന്റിലോ വരുന്ന ഇത്തരം വ്യതിയാനങ്ങളാണ് ഓസിലേറ്ററിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടായി നാം കാണുന്നത്.

ഒരു പെൻഡുലത്തിൽ വായു ഘർഷണം മൂലം ഊർജനഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നത് പോലെയാണ് ഇൻഡക്ടറിലേയും കപ്പാസിറ്ററിലേയും പ്രതിരോധം മൂലം ഊർജനഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇലക്ട്രോണിക് ഓസിലേഷൻ സ്ഥിരമായി ലഭിക്കണമെങ്കിൽ നാം തുടർച്ചയായി ഊർജം നൽകികൊണ്ടിരിക്കണം. പെൻഡുലത്തിന് തുടർച്ചയായി ഊർജം നൽകുവാൻ നാം മർദ്ദം പ്രയോഗിക്കുന്നതുപോലെ ഓസിലേറ്ററിന് ആവശ്യമായ ഊർജം നൽകുന്നത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ സഹായത്തോടെയാണ്.

സാധാരണരീതിയിൽ രണ്ടുതരത്തിലുള്ള ഓസിലേറ്ററുകളുണ്ട്. അവ LC ഓസിലേറ്ററും RC ഓസിലേറ്ററും ആണ്. ഒരു ഓസിലേറ്ററിന് ആംപ്ലിഫയർ, ഫീഡ് ബാക്ക് സെർക്കീട്ട് എന്നീ രണ്ട് ഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഫീഡ് ബാക്ക് സംവിധാനം LC സെർക്കീട്ട് ആണെങ്കിൽ അത്തരം ഓസിലേറ്ററിനെ LC ഓസിലേറ്റർ എന്നുപറയുന്നു. അതുപോലെ തന്നെ ഫീഡ് ബാക്ക് സെർക്കീട്ട് RC സെർക്കീട്ട് ആണെങ്കിൽ അത് RC ഓസിലേറ്റർ എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു RC ഓസിലേറ്ററിൽ ഓസിലേഷൻ ഉണ്ടാകുന്നത് എങ്ങനെ എന്ന് പിന്നീട് ഈ പാഠത്തിൽ നമ്മൾ പഠിക്കുന്നുണ്ട്.

ഫ്രീക്വൻസി സെലക്ടിവിറ്റി

നിങ്ങൾ റേഡിയോ ട്യൂണിങ്ങിനെക്കുറിച്ച് കേട്ടിട്ടുണ്ടാവാം. ട്യൂണിങ്ങിലൂടെ വിവിധ സ്റ്റേഷനിൽ നിന്നുള്ള പ്രോഗ്രാം നമുക്ക് തെരഞ്ഞെടുക്കാം. ട്യൂണർ സെർക്കീട്ടുകൾക്ക് ഫ്രീക്വൻസി സെലക്ടിവിറ്റി ഉണ്ട്. അനേകം ഫ്രീക്വൻസിയിൽ നിന്നും ഒരു പ്രത്യേക സിഗ്നലിനെ തിരിച്ചെടുക്കുന്നതിനെ ഫ്രീക്വൻസി സെലക്ടിവിറ്റി (ഫ്രീക്വൻസ് തെരഞ്ഞെടുക്കുവാനുള്ള കഴിവ്) എന്നുപറയുന്നു. ഒരു LC സെർക്കീട്ട് അതിന്റെ റെസൊണന്റ് ഫ്രീക്വൻസിക്ക് സമാനമായ ഫ്രീക്വൻസി തെരഞ്ഞെടുക്കുന്ന ട്യൂണർ ആണ്. എങ്ങനെയാണ് ഒരു LC സെർക്കീട്ട് ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസി തെരഞ്ഞെടുക്കുന്നത്? ഇതിനെക്കുറിച്ച് താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

ഒരു LC സെർക്കീട്ടിന്റെ ആകെ ഇംപീഡൻസ് എന്ന് പറയുന്നത്.

$Z = R + j\,(X_L - X_C)$ ആണ്.

ഇവിടെ R – ഇൻഡക്ടറിന്റെയും കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും ആന്തരിക റെസിസ്റ്റൻസ് ആണ്.

X_L - ഇൻഡക്ടറിന്റെ റിയാക്ടൻസ്

X_C - കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് എന്നിങ്ങനെയാണ്.

$X_L = X_C$ ആയാൽ ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇംപീഡൻസ് ഏറ്റവും കുറവും സെർക്കീട്ടിലെ കറന്റ് ഏറ്റവും കൂടുതലുമായിരിക്കും.

അതായത് $Z = R$

ഈ പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ X_C എന്നത് X_L നു തുല്യമാവുകയും സെർക്കീട്ട് കറന്റ് പരമാവധി ആകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഫ്രീക്വൻസിയെ റെസോണന്റ് ഫ്രീക്വൻസി. എന്നുപറയുന്നു. ഈ അവസ്ഥയിൽ സെർക്കീട്ട് റെസൊണൻസിലായിരിക്കും. മറ്റു ഫ്രീക്വൻസികളിൽ സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രതികരണം കുറവായിരിക്കും (കുറഞ്ഞ കറന്റ്). ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട് മറ്റു ഫ്രീക്വൻസികളിൽ നിന്നും റെസൊണന്റ് ഫ്രീക്വൻസി മാത്രം തെരഞ്ഞെടുക്കുകയും ഈ ഫ്രീക്വൻസിക്ക് ഏറ്റവും കൂടിയ പ്രതികരണം നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു.

ആ റെസൊണന്റ് ഫ്രീക്വൻസിയിൽ

$X_L = X_C$ ആയിരിക്കും.

അതായത് $2\pi f_o L = \dfrac{1}{2\pi f_o C}$

അതിനാൽ $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

L ന്റെയും C യുടെയും മൂല്യം മാറ്റിക്കൊണ്ട് നമുക്ക് ഏത് ഫ്രീക്വൻസി വേണമെങ്കിലും തെരഞ്ഞെടുക്കാം. സാധാരണ C യുടെ മൂല്യം ഒരു വേരിയബിൾ കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് മാറ്റാവുന്നതാണ്. അങ്ങനെ LC യുടെ മൂല്യം മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ട്യൂണിംഗ്.

വോൾട്ടേജിൽ ദ്രുതഗതിയിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനംമൂലം വിവിധ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡുകളിലും ഫ്രീക്വൻസികളിലുമുള്ള അനേകം സൈൻതരംഗങ്ങൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ഫ്രീക്വൻസികൾ ഒരു അനുപാത സങ്കലനത്തിലാണ് ഉണ്ടാവുക. ഇത് ഏതാനും H_Z മുതൽ വിവിധ MH_Z വരെയുള്ള ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ആയിരിക്കും.

ഒരു 10Vന്റെ വോൾട്ടേജ് സ്രോതസ്സ് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചു എന്നിരിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ വോൾട്ടേജ് 0V ൽ നിന്നും 10V ലേക്ക് ദ്രുതഗതിയിൽ മാറുന്നു. ചിത്രം 9.3(i)

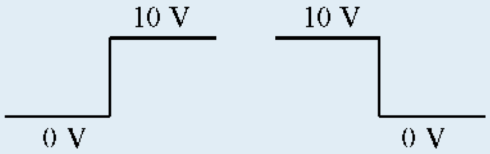


Fig. 9.3

അതുപോലെ തന്നെ ദ്രുതഗതിയിലുള്ള ഒരു വോൾട്ടേജ് മാറ്റം ഈ ഊർജ്ജ സ്രോതസ്സിന്റെ സപ്ലൈ വിഛേദിക്കുമ്പോഴും സംഭവിക്കുന്നു. ചിത്രം 9.3(ii)

ഇത്തരം ദ്രുതഗതിയിലുള്ള വോൾട്ടേജ് വ്യതിയാനം മൂലം വളരെയധികം സൈൻതരംഗങ്ങൾ വിവിധ ഫ്രീക്വൻസികളിലും ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡുകളിലും സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു.

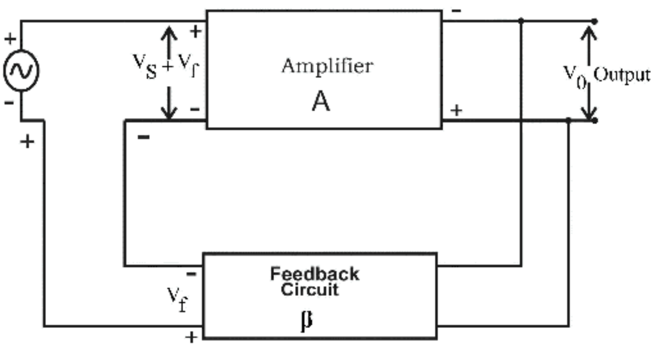
ഒരു LC ഓസിലേറ്ററിന് ഒരു LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടാണ്. അതിന്റെ ഫീഡ് ബാക്ക് സെർക്കീട്ട് ഒരു LC ഓസിലേറ്ററുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള DC പവർസപ്ലൈ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഫ്രീക്വൻസികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട് അതിൽ നിന്നും അതിന്റെ അനുനാദാവൃത്തി (Resonant frequency) ക്ക് തുല്യമായ ഫ്രീക്വൻസി തെരഞ്ഞെടുക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ഈ ഫ്രീക്വൻസിയെ പിന്നീട് ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്ത് ഒരു പ്രസ്തുത ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ ലഭിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ഓസിലേഷന്റെ ഫ്രീക്വൻസി LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട് തീരുമാനിക്കുന്നു.

LC ഓസിലേറ്റർ $20H_Z$ ൽ കുറവുള്ള ഫ്രീക്വൻസി നിർമ്മിക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നില്ല. എന്തുകൊണ്ട്?

ഒരു LC ഓസിലേറ്ററിന്റെ ഓസിലേറ്റിങ്ങ് ഫ്രീക്വൻസി $fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ആകുന്നു.

ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള സിഗ്നലുകൾ നിർമ്മിക്കാൻ LC ഓസിലേറ്ററുകൾ പര്യാപ്തമാണ്. എന്നാൽ $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ എന്ന സമവാക്യമനുസരിച്ച് കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള സിഗ്നലുകൾ നിർമ്മിക്കാൻ ഉയർന്ന മൂല്യമുള്ള ഇൻഡക്ടറുകളും കപ്പാസിറ്ററുകളും ആവശ്യമാണെന്നു കാണാം. അങ്ങനെയുള്ള കപ്പാസിറ്ററുകളുടെയും ഇൻഡക്ടറുകളുടെയും വലുപ്പം വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. അതിനാൽ ഇത്തരം സിഗ്നലുകൾ നിർമ്മിക്കാൻ LC ഓസിലേറ്ററുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത് അപ്രായോഗികമാണ്. IC സാങ്കേതികവിദ്യ ഉപയോഗിച്ച് ഉയർന്ന

മൂല്യമുള്ള ഇൻഡക്ടറുകൾ നിർമി ക്കാൻ സാധ്യമല്ല എന്നതു കൊണ്ടും ഉയർന്ന മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്ററുകളുടെ വലുപ്പം കൂടുതലല്ല എന്ന l mcW¯ me pw RC ഓസിലേറ്റ കളാണ് ഇത്തരം കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻ യിലുള്ള സിഗ്നലുകൾ നിർമ്മിക്ക അനുയോജ്യം.



ചിത്രം 9.4 പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക്

9.4 ഫീഡ് ബാക്ക് എന്ന ആശയം

ഒരു സെർക്കീട്ട് സംവിധാനത്തിന്റെ ഫീഡ് ബാക്ക് എന്നത് ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഇൻപുട്ടിലേക്ക് നൽകുന്ന പ്രക്രിയയാണ്. ഇത് ഒരു സംവിധാനത്തിന്റെ കാര്യക്ഷമത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിനും അതിനെ ആവശ്യാനുസരണം നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടിൽ പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക്, നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് എന്നീ രണ്ട് തരം ഫീഡ് ബാക്കാണുള്ളത്. പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കിൽ ഫീഡ് ബാക്ക് വോൾട്ടേജ് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ അതേ ഫേസിലായിരിക്കും. അതിനാൽ അത് ഇൻപുട്ടിന്റെ കൂടെ കൂടി സഫല ഇൻപുട്ട് വർദ്ധിക്കുന്നു. എന്നാൽ നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കിൽ ഫീഡ് ബാക്ക് വോൾട്ടേജിന് 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലുമായി ഉണ്ട്. അതിനാൽ സഫല ഇൻപുട്ട് കുറയുന്നു.

പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക്

ചിത്രം 9.4 ൽ A എന്ന ഗെയിനുള്ള ഒരു ആംപ്ലിഫയറും ഫീഡ് ബാക്ക് ഫാക്ടർ β ഉള്ള ഫീഡ് ബാക്ക് നെറ്റ്‌വർക്കും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഇവിടെ ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ കുറച്ചു ഭാഗം ഇൻപുട്ടിലേക്ക് സ്വീകരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ഫീഡ് ബാക്ക് വോൾട്ടേജായ V_f യഥാർത്ഥ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജായ V_S നോട് കൂടിച്ചേരുന്നു V_f ന്റെയും V_S ന്റെയും ധ്രുവത്വം ശ്രദ്ധിക്കുക. അപ്പോൾ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് $V_S + V_f$ ആയിത്തീരുന്നു. ഇത്തരം ഫീഡ് ബാക്കിനെ പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

പ്രവർത്തനം - 3

ചിത്രം 9.4 നെ അപഗ്രഥിച്ച് അതിലെ ഫീഡ് ബാക്കോട് കൂടിയും ഫീഡ് ബാക്ക് ഇല്ലാതെയുമായ അവസരങ്ങളിലുള്ള ആംപ്ലിഫയർ ഔട്ട്പുട്ടുകൾ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഫീഡ് ബാക്ക് ഇല്ലാതെ

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് $= V_S$

ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്, $V_O = AV_S$

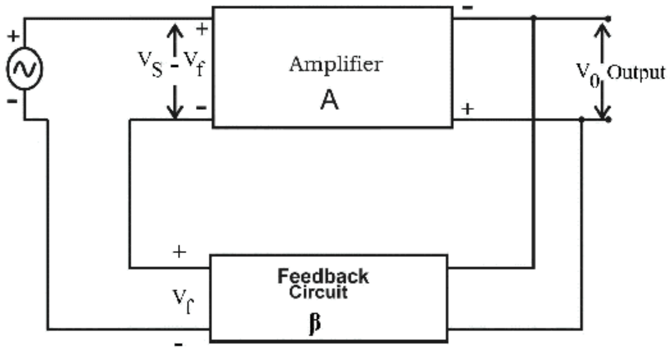
ഫീഡ് ബാക്ക് ഉള്ളപ്പോൾ

ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് $= V_S + V_f$

ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ്, $V_O = A(V_S + V_f)$

ഇവിടെ ഔട്ട്പുട്ട് ഫീഡ് ബാക്ക് ഇല്ലാത്തപ്പോഴുള്ള ഔട്ട്പുട്ടിനേക്കാളും കൂടുതലാണെന്ന് കാണാം. അതായത് പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് മൂലം ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ കൂടുന്നു. സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ ലഭിക്കുന്നതിനായി പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കാണ് പ്രധാനമായും ഓസിലേറ്ററുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക്



ചിത്രം 9.5 നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക്

ഇവിടെ ഫീഡ് ബാക്ക് വോൾട്ടേജ് V_f ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ V_Sനെ എതിർക്കുന്നു. ധ്രുവത്വം ശ്രദ്ധിക്കുക. V_f 180° ഫേസ് വ്യത്യാസത്തിലാണുള്ളത്. അതിനാൽ സഫല ഇൻപുട്ട് എന്നുപറയുന്നത് V_S-V_f ആണ്. ഇത്തരം ഫീഡ് ബാക്കുകളെ നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് എന്നുപറയുന്നു.

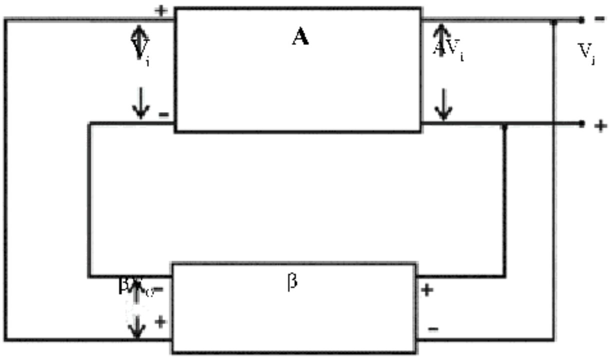
ഫീഡ് ബാക്ക് ഇല്ലാത്തപ്പോഴുള്ള ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_S ഉം അപ്പോഴുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് $V_O = AV_S$ ഉം ആണ്. എന്നാൽ ഫീഡ്ബാക്ക് കൊടുക്കുമ്പോൾ ആ സമയത്തെ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_S - V_f ആണ്.

അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് $V_O = A(V_S - V_f)$

നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കുള്ളപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയും എന്ന് കാണാം. അതായത് നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് ഗെയിൻ കുറയ്ക്കുന്നു. നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് കൂടുതലായും ആംപ്ലിഫയറിലാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അത് നോയിസ് കുറയ്ക്കുന്നതിനും ബാൻഡ് വീതി കൂട്ടുന്നതിനും വേണ്ടിയാണ്.

9.5 ഓസിലേറ്ററിലെ ബർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ

ആംപ്ലിഫയറും ഫീഡ് ബാക്കും അടങ്ങിയ ചിത്രം പരിശോധിക്കുക.



ചിത്രം 9.6 ഓസിലേറ്ററിന്റെ ബ്ലോക്ക് ഡയഗ്രം

ഇവിടെ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ A യും ഫീഡ് ബാക്ക് നെറ്റ് വർക്കിന്റെ ഗെയിൻ β യും ആകുന്നു. ഒരു ഓസിലേറ്റർ DC സ്രോതസ്സിൽ നിന്നുള്ള ഊർജ്ജം സ്വീകരിച്ച് AC സിഗ്നൽ നിർമ്മിക്കുന്നു എന്ന് നമുക്ക് അറിയാം. അതിനായി AC ഇൻപുട്ട് സപ്ലൈയുടെ ആവശ്യമില്ല. പിന്നെ എവിടെ നിന്നാണ് ഓസിലേറ്ററിന് സൈൻവേവ് ലഭിക്കുന്നത്? വിഭാഗം 9.4ൽ നാം ചർച്ച ചെയ്തതുപോലെ DC സപ്ലൈ ഓൺ ചെയ്യുമ്പോൾ അതിൽ വോൾട്ടേജ് വ്യത്യാസം ഉണ്ടാവുകയും അല്ലെങ്കിൽ വോൾട്ടേജ് സ്പൈക്ക് ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. അത് സൈൻ രൂപദോലനത്തിന്റെ സ്രോതസ്സായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിത്രം 9.6 ൽ കാണുന്നതുപോലെ ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ βV_O എന്ന ഭാഗം ഇൻപുട്ടിൽ എത്തുന്നു.

അതിനാൽ $V_O = AV_i$

$$V_O = AV_i = A\beta V_O$$

$A\beta = 1$ ആകുമ്പോൾ മാത്രമേ ഇത് സാധ്യമാവുകയുള്ളൂ. $A\beta$ '1' ആയാൽ മാത്രമാണ് V_O സ്ഥിര വോൾട്ടേജായി മാറുന്നത്.

ഇനി $A\beta$ '1' അല്ലെങ്കിൽ എന്ത് സംഭവിക്കും എന്ന് നോക്കാം. ഇത് ഒരു ഉദാഹരണത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ പരിശോധിക്കാം. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് 1V ആയിട്ടുള്ള ഒരു ഓസിലേറ്റർ നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം.

സാധ്യത I: $A\beta < 1$, $A\beta = 0.8$ എന്നെടുക്കാം.

$A\beta = 0.8, A = 2, \beta = 0.4$ എന്ന് എടുത്താൽ മതിയാകും. (ചിത്രം 9.6 കാണുക)

ഇതിൽ $V_O = 1$ ആണെങ്കിൽ

ഇൻപുട്ട് $V_i = \beta V_O = 0.4 \times 1 = 0.4V$

ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് $V_O = V_i \times A = 0.4 \times 2 = 0.8V$

അതായത് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിൽ 1 ൽ നിന്നും 0.8 ലേക്ക് താഴുന്നു.

അടുത്തതായി

ഇപ്പോൾ $V_O = 0.8V$

$V_i = \beta V_O = 0.4 \times 0.8 = 0.32V$

അതിനാൽ $V_O = 2 \times 0.32 = 0.64V$

ഇതുപോലെ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് കുറഞ്ഞ് കുറച്ച് സമയം കഴിയുമ്പോൾ ഇല്ലാതാവുന്നു. അത്തരം ഓസിലേഷൻ ചിത്രം 9.7(a) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഡാംപ്ഡ് ഓസിലേഷൻ ആയിരിക്കും.

സാധ്യത II : $A\beta > 1$

$A = 2, \beta = 0.6, A\beta = 1.2$ എന്നും എടുക്കുക (ചിത്രം 9.6 കാണുക)

ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് $V_O = 1V$ ആണ്

അതിനാൽ ഇൻപുട്ട് $V_i = \beta V_O = 0.6 \times 1 = 0.6V$

ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് $V_O = AV_i = 2 \times 0.6 = 1.2V$

അതായത് വോൾട്ടേജ് 1V ൽ നിന്നും 1.2V ലേക്ക് ഉയർന്നിരിക്കുന്നു.

$V_O = 1.2V$

അതുകൊണ്ട് $V_i = \beta V_O = 0.6 \times 1.2 = 0.72V$

അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് $V_i = AV_i = 2 \times 0.72 = 1.44V$

ഈ രീതിയിൽ ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് തുടർച്ചയായി കൂടി കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഓസിലേഷനെ വളർന്നു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഓസിലേഷൻ (growing oscillation) എന്നു പറയുന്നു (ചിത്രം 9.7 (b) കാണുക).

സാധ്യത III : Aβ =1

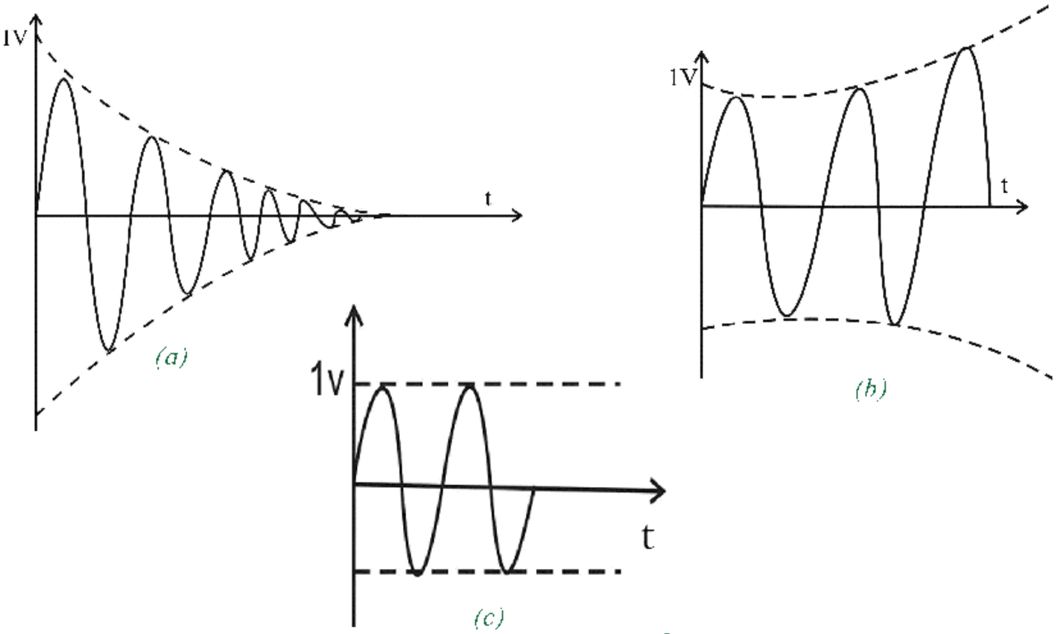
A=2, എന്നും $\beta = 0.5$ എന്നും എടുക്കുക

നമുക്ക് V_0 = 1V ആണുള്ളത്

അതിനാൽ $V_i = \beta V_0 = 0.5 \times 1 = 0.5V$

ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് $V_0 = AV_i = 2 \times 0.5 = 1V$

ഇവിടെ വോൾട്ടേജ് മാറാതെ നിൽക്കുന്നതായി കാണാം. ഇത്തരം ഓസിലേഷനെ സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ (Sustained Oscillation) എന്നുപറയുന്നു. (ചിത്രം 9.7(c) കാണുക) ഒരു ഓസിലേറ്ററിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ഇത്തരം ഓസിലേഷനാണ് നമുക്ക് ആവശ്യം.



ചിത്രം 9.7

ഒരു സുസ്ഥിര ഓസിലേഷന് Aβ =1 ആയിരിക്കണം എന്ന് ഇപ്പോൾ നമുക്ക് മനസ്സിലായല്ലോ. ആംപ്ലിഫയറും ഫീഡ് ബാക്ക് സംവിധാനവുമുള്ള ഒരു അടഞ്ഞ ഗ്രൂപ്പിൽ (closed loop) സിഗ്നലിന് ആകെയുണ്ടാകാവുന്ന ഫേസ് വ്യതിയാനം 360° അല്ലെങ്കിൽ 0° ആയിരിക്കണം. ($V_i = \beta V_0$, അതിനാൽ V_i യുടെയും βV_0 യുടെയും ധ്രുവത ഒരേ പോലെയായിരിക്കണം. അതായത് Aβ യുടെ ഫേസ് ആങ്കിൾ 360° യോ 0° യോ ആയിരിക്കണം. ആംപ്ലിഫയർ ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നു എങ്കിൽ ഫീഡ് ബാക്ക് ശൃംഖലയും ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തിയേ മതിയാവൂ. ഉദാഹരണമായി ഒരു CE ആംപ്ലിഫയർ ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത് എങ്കിൽ അത് 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നുണ്ട്. അതിനാൽ ഫീഡ് ബാക്ക് ശൃംഖലയും 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തിയേ തീരൂ.

അതിനാൽ ഒരു സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ കിട്ടണമെങ്കിൽ Aβ യുടെ മൂല്യം (magnitude) '1' ഉം Aβ യുടെ ഫേസ് വ്യതിയാനം = 0° അല്ലെങ്കിൽ 360° യുമായിരിക്കും. ഈ വ്യവസ്ഥകളെയാണ് ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നത്.

അതായത് Aβ =1

$A\beta$ യുടെ ഫേസ് = 0° അല്ലെങ്കിൽ 360°

പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കുള്ള ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ, $Af = \frac{A}{1 - A\beta}$ എന്നാൽ ലൂപ്പിലെ ഗെയിൻ $A\beta = 1$ ആയാൽ പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് ഗെയിൻ അനന്തമായിരിക്കും (Infinity). അതായത് ഓസിലേറ്ററിന് അനന്തമായ ഗെയിനായിരിക്കും. അതിനാൽ ഒരു ഓസിലേറ്റർ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ അഭാവത്തിൽ തന്നെ ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിച്ചു കൊണ്ടേയിരിക്കും.

9.6 RC ഓസിലേറ്ററിലെ ഓസിലേഷൻസ്

RC ഓസിലേറ്ററിന്റെ ഫീഡ് ബാക്ക് സെർക്കീട്ട് ഒരു RC ശൃംഖലയായിരിക്കും. ഒരു RC ശൃംഖലയിലുണ്ടാകുന്ന ഫേസ് വ്യതിയാനം. അതിലെ സിഗ്നലിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഒരു RC ശ്രംഖലയുണ്ടാക്കുന്ന ഫേസ് വ്യതിയാനം $\theta = \tan^{-1}|1/2\pi fRC|$ ആണ്.

അതിനാൽ ആംപ്ലീഫയർ 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തിയാൽ RC ശൃംഖലയും 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം സൃഷ്ടിച്ചിരിക്കണം. അതായത് RC ശൃംഖല സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ നിർമ്മിക്കണമെങ്കിൽ ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ശൃംഖലയുടെ ഫേസ് വ്യതിയാനം 180° ആയിരിക്കണം. അങ്ങനെ ഒരു RC ശൃംഖല ഏത് ഫ്രീക്വൻസിയിലാണോ 180° ഫേസുണ്ടാക്കുന്നത്, ആ ഫ്രീക്വൻസിയെ ഓസിലേറ്റർ തെരഞ്ഞെടുക്കുന്നു.

9.7 RC ഓസിലേറ്ററുകൾ

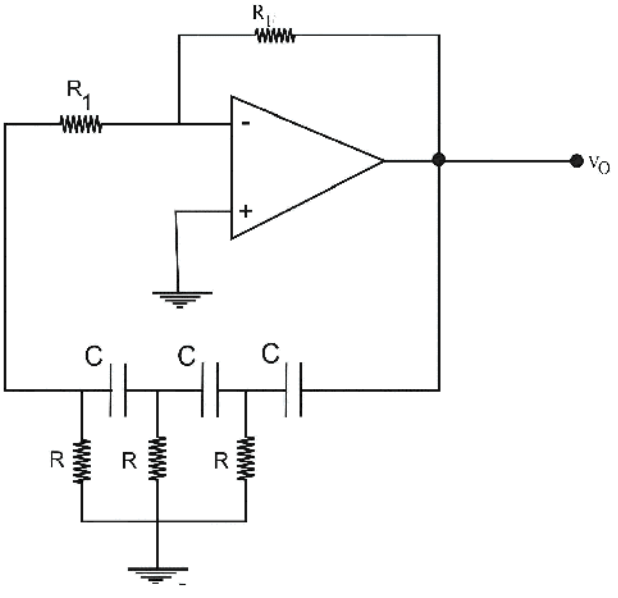
RC ഓസിലേറ്ററുകൾ മുഖ്യമായും രണ്ടെണ്ണമാണ്.

1. ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ (Phase shift Oscillator)
2. വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ (Wien bridge Oscillator)

ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ (Phase Shift Oscillator)

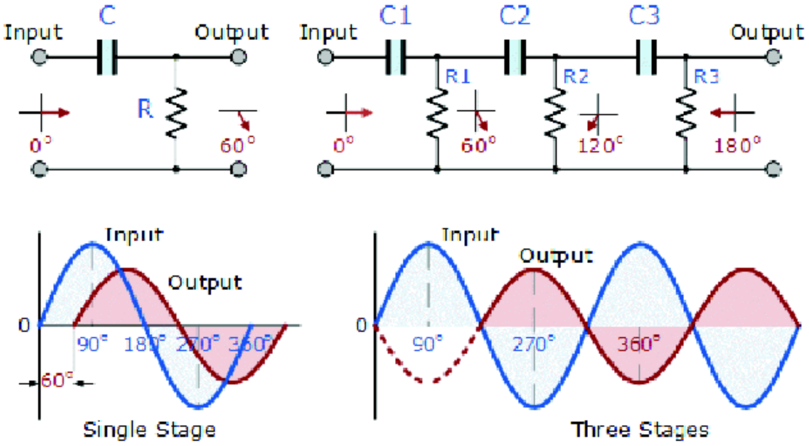
Op-Amp ഒരു ആംപ്ലീഫയറായിട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്ന 3 RC ശൃംഖലകൾ ഉള്ള ഫീഡ് ബാക്കോടു കൂടിയ ഓസിലേറ്ററിനെക്കുറിച്ച് നോക്കാം (ചിത്രം. 9.8).

ഇവിടെ Op-Amp ഇൻവേർട്ടിംങ് രീതിയിലാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതിനാൽ അവിടെ 180° ഫേസ് വ്യതിയാനമുണ്ട്. മൂന്ന് തുടർച്ചയായ RC ശൃംഖലകൾ 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. ഇവിടെ ഓരോ ശൃംഖലയും 60° വീതം ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നു.



ചിത്രം 9.8 ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ

മുമ്പ് കണ്ടതുപോലെ സെർക്കീട്ടിന് DC സപ്ലൈ നൽകുമ്പോൾ തന്നെ വിവിധതരം ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള സൈൻതരംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഏതൊരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ RC ശൃംഖലകളുടെ ആകെ ഫേസ് വ്യതിയാനം 180° ആകുന്നോ, ആ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഓസിലേഷനുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു (ചിത്രം 9.9).



ചിത്രം 9.9 RC ഘട്ടങ്ങളും അവയ്ക്കനുസൃതമായ ഫേസ് വ്യതിയാനവും

ഓസിലേഷന്റെ ഫ്രീക്വൻസി $f_o = 1/(2\pi RC\sqrt{6})$

ഈ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ (f_o)ഫീഡ് ബാക്ക് ഘടകത്തിന്റെ മൂല്യം കണക്കാക്കിയാൽ

$\beta = \frac{1}{29}$ എന്നു കിട്ടും.

(ഡെറിവേഷൻ ഇവിടെ ആവശ്യമില്ല)

അതിനാൽ ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ അനുസരിച്ച് A = 29 ആയിരിക്കും.

ഓപ് Op-Amp ന്റെ ഇൻവേർട്ടിംഗ് ക്രമീകരണത്തിൽ ഗെയിൻ $A = \frac{-R_F}{R_I}$

$$|A| = \frac{R_F}{R_I}$$

$$R_F = 29\ R_1$$

ആവശ്യത്തിനുള്ള ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഓസിലേഷൻ ലഭിക്കുന്നതിന് വേണ്ട R,C എന്നിവ തെരഞ്ഞെടുക്കുന്നതിന് ആദ്യം ഒരു പ്രത്യേകമൂല്യമുള്ള കപ്പാസിറ്റർ തെരഞ്ഞെടുത്തശേഷം f_o കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള സൂത്രവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് 'R' ന്റെ മൂല്യം കണക്കാക്കിയാൽ മതിയാകും.

പ്രശ്നം 9.1

400 H_zൽ സിഗ്നൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന ഒരു ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുക.

ഉത്തരം

$C = 0.1\ \mu F$ എന്ന് കരുതിയാൽ

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

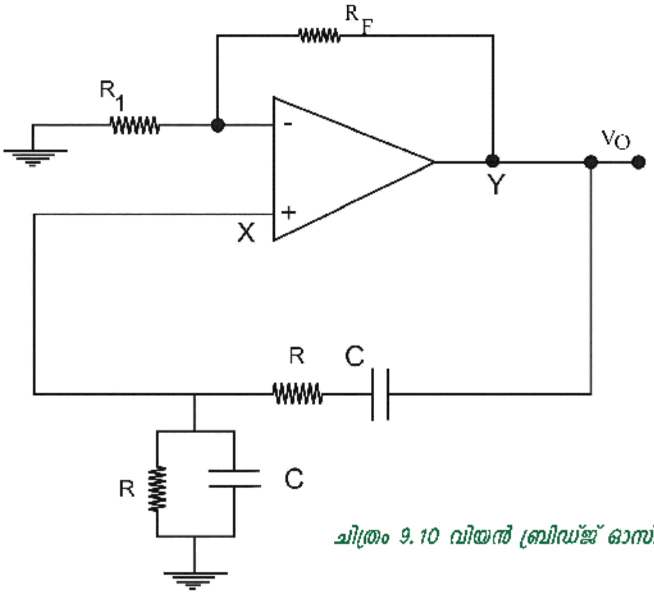
ഇവിടെ $$R = \frac{1}{2\pi f_0 C\sqrt{6}} = \frac{1}{2\pi \times 400 \times 0.1 \times 10^{-6} \times \sqrt{6}} = 1.63K\Omega$$

കൂടാതെ $R_F = 29R_1$ ആയതിനാൽ അതിനനുസരിച്ച് R_F, R_1 എന്നിവ തെരഞ്ഞെടുക്കുക.

നിങ്ങളുടടെ പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കുക.
1KHz നും 600 Hz നുമുള്ള ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററുകൾ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുക

വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ (Wien bridge oscillator)

ചിത്രം 9.10ൽ വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവിടെ ഒരു വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് സെർക്കീട്ട് ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനും ഇടക്കായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ബ്രിഡ്ജിൽ ശ്രേണി രീതിയിൽ ഒരു RC സെർക്കീട്ടും സമാന്തര രീതിയിൽ ഒരു RC സെർക്കീട്ടും സമീപ ഭുജങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. മറ്റു രണ്ടു ശാഖയിൽ റെസിസ്റ്ററുകളായ R_1ഉം R_Fഉം ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 9.10 വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ

സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ ലഭിക്കണമെങ്കിൽ ശൃംഖലയിലെ ഫേസ് വ്യതിയാനം 0° അല്ലെങ്കിൽ 360° ആയിരിക്കണം. ഈ സെർക്കീട്ടിൽ Op-Amp നോൺ ഇൻവേർട്ടിംഗ് രീതിയിൽ ആണ്. അതിനാൽ വേറെ ഫേസ് വ്യതിയാനം ആവശ്യമില്ല. അതിനാൽ ഫീഡ് ബാക്ക് ശൃംഖല ഫേസ് വ്യതിയാനം സൃഷ്ടിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ഈ അവസ്ഥ വരണമെങ്കിൽ ബ്രിഡ്ജ് സമതുലനാവസ്ഥയിലായിരിക്കണം. അതായത് റെസൊണൻസിൽ ആയിരിക്കണം. ഈ ഓസിലേറ്ററിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി സമതുലനാവസ്ഥയിലുള്ള വിയൻ ബ്രിഡ്ജിന്റെ റെസൊണൻസ് ഫ്രീക്വൻസിക്കു തുല്യമായിരിക്കും.

ആ ഫ്രീക്വൻസി $f_o = \dfrac{1}{2\pi RC}$ ആകുന്നു.

ഈ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള ഫീഡ്ബാക്ക് ഫാക്ടർ β കണക്കാക്കിയാൽ

$\beta = \dfrac{1}{3}$ എന്ന് ലഭിക്കും.

ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ നിറവേറ്റണമെങ്കിൽ

ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ $A = \dfrac{1}{\beta} = 3$ എന്നും കിട്ടും.

ഒരു നോൺ ഇൻവേർട്ടിംഗ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ

$$A = 1 + \frac{R_F}{R_I} = 3 \text{ or } \frac{R_F}{R_I} = 2$$

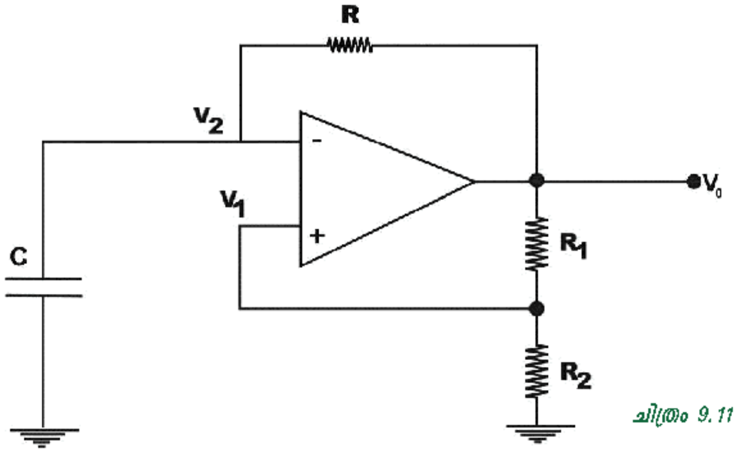
ie $R_F = 2\ R_1$

ഫ്രീക്വൻസി സ്ഥിരതയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ ഒരു വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ വളരെ നല്ലതാണ്. കൂടാതെ അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി ഉയർന്ന പരിധിയിലേക്ക് ഉയർത്താനും കഴിയുന്നു.

നിങ്ങളുടെ പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം
950Hz, 1.5 KHz എന്നീ ഫ്രീക്വൻസികൾ ലഭിക്കുന്ന വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്ററുകൾ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുക.

9.8 അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്റർ (Astable Multivibrator)

ഇത് സ്ക്വയർവേവ് നിർമ്മിക്കുന്ന ഒന്നാണ്. ഇതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിന് രണ്ട് വോൾട്ടേജ് അവസ്ഥകൾ ആണുള്ളത്. ഒന്നെങ്കിൽ ഉയർന്ന വോൾട്ടേജ് അല്ലെങ്കിൽ താഴ്ന്ന വോൾട്ടേജ്. അതിനാൽ Op-Amp പോസിറ്റീവ് പൂരിതാവസ്ഥയിലും (+Vsat = +Vcc) നെഗറ്റീവ് പൂരിതാവസ്ഥയിലും (-Vsat = - Vcc) പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അതുമൂലം Op-Ampന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് + Vsat ലേക്കും -Vsat ലേക്കും തുടർച്ചയായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. അത്തരത്തിലുള്ള ചതുരതരംഗ (Square wave) നിർമ്മാതാവായ അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്റർ സെർക്കീട്ട് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 9.11 അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്റർ

സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രവർത്തനം താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു Op-Amp ന്റെ ഡിഫറെൻഷ്യൻ ഇൻപുട്ട്

$$Vid = V_1 - V_2$$

Vid പോസിറ്റീവ് ആണെങ്കിൽ (അതായത് $V_1 > V_2$) Op - Amp ന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് പോസിറ്റീവ് പൂരിതാവസ്ഥയിൽ (saturation) എത്തുന്നു (V_{CC}).

ഇനി Vid നെഗറ്റീവ് ആണെങ്കിൽ (അതായത് $V_1 < V_2$) Op - Amp ന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് നെഗറ്റീവ് പൂരിതാവസ്ഥയിലേക്ക് പോകുന്നു ($-V_{CC}$).

കാപ്പാസിറ്റർ C യുടെ ചാർജ്ജ് '0' (പൂജ്യം) ആണെന്ന് കരുതുക. കപ്പാസിറ്ററിന് എതിരെയുള്ള വോൾട്ടേജും പൂജ്യമായിരിക്കും. ഇനി DC സപ്ലൈ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഒരു ചെറിയ ഓഫ് സെറ്റ് വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ഓഫ്സെറ്റ് വോൾട്ടേജ് (Vo(offset)) പോസിറ്റീവ് ആണെന്ന് കരുതുക. ഈ വോൾട്ടേജ് R_1, നും R_2 നും ആയി വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ അവിടെ ഒരു ചെറിയ പോസിറ്റീവ് വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാകുന്നു. (V_1) ഇപ്പോൾ Vid പോസിറ്റീവും അങ്ങനെ Op-Amp ന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് $+V_{CC}$ യും ആകുന്നു.

അതിനാൽ $V_0 = +V_{CC}$ ചിത്രം (9.10)

അതേസമയം കപ്പാസിറ്റർ C, R വഴി + V ലേക്ക്ചാർജ് ചെയ്യാൻ തുടങ്ങുന്നു. കപ്പാസിറ്ററിന് എതിരെയുള്ള വോൾട്ടേജ് കൂടി കൂടി V_1 ന് മുകളിൽ പോയാൽ $Vid = V_1 - V_2$ നെഗറ്റീവാകും.

ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് $-V_{CC}$ ആയി മാറും

അതായത് $V_0 = -V_{CC}$

ഈ ഘട്ടത്തിൽ V_1 നെഗറ്റീവ് ആകുന്നു.

ഇപ്പോൾ കപ്പാസിറ്റർ ഡിസ്ചാർജ്ജ് ചെയ്യപ്പെടുകയും R എന്ന റെസിസ്റ്ററിലൂടെ നെഗറ്റീവ് ആയി ചാർജ്ജ് ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്പോൾ കപ്പാസിറ്ററിന് എതിരെയുള്ള വോൾട്ടേജ് നെഗറ്റീവായി കൂടി വരുന്നു. V_2 എന്ന വോൾട്ടേജ് V_1 നേക്കാൾ കൂടുതൽ നെഗറ്റീവ് ആയാൽ Vid എന്നത് പോസിറ്റീവ് ആകുന്നു. അതായത് $+V_{CC}$ ആകുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ തുടരുകയും Op-Amp ന്റെ വോൾട്ടേജ് $+V_{CC}$ ക്കും $-V_{CC}$ ക്കും ഇടക്കായി മാറി വരുന്നു. തന്മൂലം ഈ പ്രത്യേക സമയക്രത്തിലുള്ള ഒരു ചതുരതരംഗ ഔട്ട്പുട്ട് നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നു.

ഔട്ട്പുട്ട് ചതുരതരംഗത്തിന്റെ ടൈം പീരിഡ്

$$T = 2R_C \ln \left[\frac{2R_2 + R_1}{R_1} \right]$$

ഇത് ലഘൂകരിക്കാൻ $R_1 = 1.16\ R_2$ എന്ന് എടുക്കുക.

ഇപ്പോൾ നമുക്ക് T = 2RC എന്ന് കിട്ടും

കൂടാതെ ഫ്രീക്വൻസി $f_o = \frac{1}{T} = \frac{1}{2RC}$

അങ്ങനെ ചതുരതരംഗത്തിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി മൂല്യവ്യതിയാനം വരുത്താവുന്ന കപ്പാസിറ്ററോ മൂല്യ വ്യതിനായനം വരുത്താവുന്ന റെസിസ്റ്ററോ ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് വളരെ എളുപ്പത്തിൽ മാറ്റാം. ഇത് നിശ്ചിത സമയക്രമത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന വിവിധതരം സെർക്കീട്ടുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പ്രശ്നം

1 KH_Z ൽ ഉള്ള ഒരു സ്ക്വയർ വേവ് ജനറേറ്റർ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുക

ഉത്തരം

$R_1 = 1.16R_2$ എന്ന് എടുക്കുക.

($f_o = \frac{1}{2RC}$ എന്ന സൂത്രവാക്യം ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്ന തരത്തിൽ)

$R_2 = 10\ \Omega$ ആണെന്ന് കരുതുക

$R_1 = 1.16 \times 10 \times 10^3 = 11.6\ K\Omega$

$C = 0.01\ \mu F$ എന്ന് കരുതുക

എന്നാൽ $R = \frac{1}{2 f_o C} = \frac{1}{2 \times 1 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 50K\Omega$

പുരോഗതി പരിശോധിക്കുക
1) 15 KH_Z 2) 100 H_Z എന്നീ ഫ്രീക്വൻസികൾ തരുന്ന അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്ററുകൾ രൂപ കൽപ്പന ചെയ്യുക.

9.9 ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്റർ (Crystal Oscillator)

ഒരു ഓസിലേറ്ററിനു വേണ്ട പ്രധാന സവിശേഷത അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി സ്ഥിരത (stability) ആണ്. ഒരു ഓസിലേറ്റർ നിർമിക്കുന്ന ഫ്രീക്വൻസി സമയത്തിനും പരിതസ്ഥിതിക്കും അനുസരിച്ച് മാറാൻ പാടില്ല. LC, RC ഓസിലേറ്ററുകളുടെ സ്ഥിരത അത്ര മികച്ചത് അല്ല. എന്നാൽ ഒരു ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്ററിന്റേത് വളരെ കൃത്യമായ ഫ്രീക്വൻസിയാണ്. ഇതിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് പീസോ ഇലക്ട്രിക് ക്രിസ്റ്റൾ ആണ്. ഒരു ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്ററിന് AC സിഗ്നൽ നൽകിയാൽ അത് യാന്ത്രിക കമ്പനങ്ങൾ (Mechanical Vibrations) പുറപ്പെടുവിക്കും. അതിനാൽ ഇത്തരം ഓസിലേറ്ററിനെ ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്റർ എന്നുപറയുന്നു. ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട പീസോ ഇലക്ട്രിക് ക്രസ്റ്റലാണ് ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റൽ. ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റൽ കുറച്ച് H_Z മുതൽ നിരവധി MH_Z വരെയുള്ള ഫ്രീക്വൻസി നിർമ്മിക്കുന്നവയാണ്. ഇവ വാച്ച്, ക്ലോക്ക്, റേഡിയോ, കമ്പ്യൂട്ടർ എന്നിവയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പീസോ ഇലക്ട്രിസിറ്റി (Piezo electricity)

ശരിയായ രീതിയിൽ മുറിച്ചെടുക്കപ്പെട്ട ഒരു ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റലിൽ ഒരു വോൾട്ടേജ് നൽകിയാൽ ക്രിസ്റ്റലിന് കമ്പനം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ ഈ വൈദ്യുതി പ്രഭാവം (Electric field) ഇല്ലാതാക്കിയാൽ ക്രിസ്റ്റൽ തന്നെ ഒരു വൈദ്യുത പ്രഭാവം ഉണ്ടാക്കുന്നു. അതായത് അതിന്റെ പഴയ രൂപത്തിലേക്ക് മാറുന്നു. ഇത് ഒരു വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. അതായത് ഒരു AC വോൾട്ടേജ് കൊടുത്താൽ ആ വോൾട്ടേജിന് അനുസരിച്ചുള്ള ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ക്രിസ്റ്റൽ കമ്പനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അതായത് ക്രിസ്റ്റൽ യാന്ത്രികമായ പ്രകമ്പനം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇത് പ്രകമ്പനത്തിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിക്ക് സമാനമായി AC ഫ്രീക്വൻസിയുള്ള ഒരു AC വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സ്വഭാവത്തെയാണ് പീസോ ഇലക്ട്രിസിറ്റി എന്നുപറയുന്നത്. ഒരു ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റൽ ഇൻഡക്ടറും കപ്പാസിറ്ററും റെസിസ്റ്ററും അടങ്ങിയ കൃത്യമായി

റെസൊണന്റ് ഫ്രീക്വൻസി തരുന്ന ഒരു സെർക്കീട്ട് പോലെയാണ് ഇതിന്റെ ഒരു തുല്യതാ സെർക്കീട്ട് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു ക്രിസ്റ്റലിന്റെ റെസൊണന്റ് ഫ്രീക്വൻസി, അത് എങ്ങിനെ മുറിച്ചെടുക്കപ്പെട്ടു എന്നും അതിന്റെ വലിപ്പവും നോക്കിയാണ് തീരുമാനിക്കുന്നത്.

ഒരു ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റൽ ശ്രേണി രൂപത്തിലും (series) സമാന്തര രൂപത്തിലും (Parallel) ഉള്ള റെസൊണൻസ് നൽകുന്നു. എന്നാൽ സീരീസ് റെസോൺന്റ് ഫ്രീക്വൻസി പാരലൽ റെഡോണന്റ് ഫ്രീക്വൻസിയേക്കാൾ കുറച്ച് കിലോ ഹെട്സുകൾ താഴ്ന്നതാണ്. $30MH_z$ നു താഴെ ഫ്രീക്വൻസി ഉള്ള ഒരു ക്രിസ്റ്റൽ സീരിസ് റെസോൺസിനും പാരലൽ റെസോൺസിനും ഇടയിലുള്ള ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. $30MH_z$ ന് മുകളിൽ ($200MH_z$ വരെ) ഉള്ളവ സീരീസ് റൊസോൺന്റ് ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ആണ് സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അവിടെ ഇംപിടൻസ് ഏറ്റവും കുറവായിരിക്കും. ആ ഇംപിടൻസ് സീരിസ് റെസിസ്റ്റൻസിനു തുല്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികൾ ലഭിക്കുന്നതിന് ക്രിസ്റ്റൽ അതിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഓവർടോൺ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ കമ്പനം ചെയ്യണം. അടിസ്ഥാന റെസോണന്റ് ഫ്രീക്വൻസിയുടെ മടങ്ങുകളായാണ് ഓവർ ടോൺ ഫ്രീക്വൻസികളുള്ളത്. ഇതിൽ പൂർണസംഖ്യാ മടങ്ങുകളിലുള്ള ഫ്രീക്വൻസികൾ മാത്രമാണ് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. അവയെ മൂന്നാമത്തെ, അഞ്ചാമത്തെ അല്ലെങ്കിൽ ഏഴാമത്തെ ഓവർ ടോണിൽ ഉള്ള ക്രിസ്റ്റൽ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ക്രിസ്റ്റൽ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഓവർ ടോണുകളിൽ നിന്ന് ആവശ്യമായത് തെരഞ്ഞെടുക്കുന്നതിനായി ഓസിലേറ്റർ സെർക്കീട്ടിൽ LC സെർക്കീട്ടുകളെകൂടി ഉൾപ്പെടുത്തുന്നു. ഒരു ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്റർ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഫ്രീക്വൻസി ഊഷ്മാവിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നില്ല എന്നും കാണാവുന്നതാണ്.

പ്രവർത്തനം - 4

ഒരു LED 1 സെക്കന്റ് ടൈം പീരീയേഡിൽ മിന്നുന്ന തരത്തിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാനാവശ്യമായ ഒരു മൾട്ടി വൈബ്രേറ്റർ നിർമ്മിക്കുക.

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ LED മൾട്ടി വൈബ്രേറ്ററിന്റെ കളക്ടറിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുക. അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്ററിന്റെ പീരീഡ് $T = 1.38R_B C$.

നമുക്ക് വേണ്ടത് 1 സെക്കന്റ് പീരീഡ് ഉള്ള ഒരു സിഗ്നൽ ആണ്.

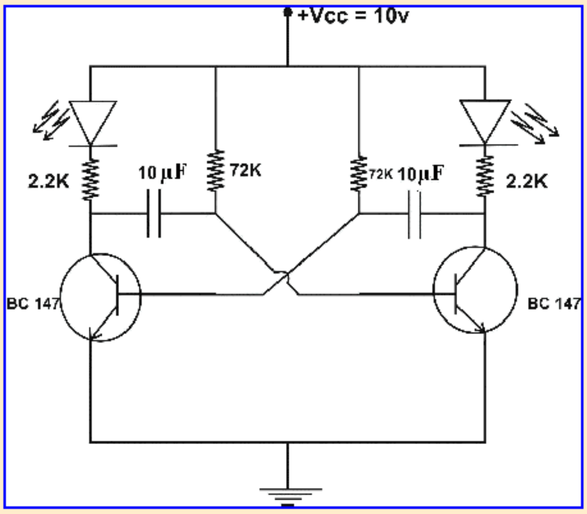
$C = 10\,\mu F$ എന്നു കരുതുക.

അപ്പോൾ $1 = 1.38\, R_B \times 10 \times 10^{-6}$

അതായത് $R_B = 72\ K\Omega$

LED ഒന്നിടവിട്ട് പ്രകാശിക്കുന്നു.

LED പ്രകാശിക്കുകയോ പ്രകാശിക്കാതിരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നത് 0.5sec സമയത്തേക്കാണ്.



ചിത്രം 9.13

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ഇലക്ട്രോണിക് ഓസിലേറ്റർ എന്നത് പോസിറ്റീവ് ഫീഡ്ബാക്കുള്ള ഒരു ആംപ്ലിഫയറാണ്. വിവിധതരം ഉപയോഗങ്ങളാണ് ഒരു ഓസിലേറ്ററിനുള്ളത്. ഇതിൽ പ്രധാനം ആശയവിനിമയ മേഖലയിലുള്ള ഉപയോഗമാണ്. ഓസിലേറ്ററിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ധർമം സുസ്ഥിര Hnk rle j ³ \ re ¹ rA¯ p¶ Xn \B hi yanb Du ÀPw\ Â l pI sb ¶ XmW vLC ഓസിലേറ്ററുകളിൽ ഓസിലേഷൻ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നത് LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടാണ്. എന്നാൽ DC സ്രോതസ്സ് ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ അതിൽ നിന്നുള്ള നോയ്സ് സിഗ്നലുകളിൽ നിന്ന് RC ശൃംഖല ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസി തെരഞ്ഞെടുത്താണ് RC ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. കൂടാതെ LC സെർക്കീട്ടുകൾക്ക് റെസോണൻസ് ഫ്രീക്വൻസി, സെലക്ടിവിറ്റി എന്നീ രണ്ട് പ്രത്യേകതകൾ ഉണ്ട്. ആംപ്ലിഫയറുകൾ നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഓസിലേറ്ററുകൾ അതിന്റെ പ്രതികരണം മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിന് പോസിറ്റീവ് ഫീഡ്ബാക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ എന്നത് ഒരു ആംപ്ലിഫയർ ഓസിലേറ്ററായി പ്രവർത്തിക്കാൻ വേണ്ട അവശ്യ വ്യവസ്ഥകളാണ്. അവയനുസരിച്ച് ഗെയിൻ $A\beta$ എന്നത് 1 ആയിരിക്കും. $A\beta$ യുടെ ഫേസ് 360° ആയിരിക്കുകയും വേണം.

രണ്ട് പ്രധാനപ്പെട്ട RC ഓസിലേറ്ററുകൾ ആണ് ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററും വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്ററും. ഒരു CE ആംപ്ലിഫയർ 180° ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. ഒരു ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററിൽ അതിലെ ഓരോ RC ശൃംഖലയും 60° വീതം ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നതു മൂലം 3 RC ശൃംഖലകളും കൂടി ആകെ 180° ഫേസ് വ്യതിയാനം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അതിൽ ഓസിലേഷന്റെ ഫ്രീക്വൻസി തീരുമാനിക്കുന്നത് R ന്റെയും C യുടെയും മൂല്യങ്ങളാണ്. വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്ററിൽ ആംപ്ലിഫയറും ഫീഡ് ബാക്ക് ശൃംഖലയും ഫേസ് വ്യതിയാനം ഒന്നും തന്നെ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല. ഈ ഓസിലേറ്ററിനാണ് കൂടിയ ഫ്രീക്വൻസി സ്ഥിരതയുള്ളത്. അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടിവൈബ്രേറ്റർ സ്ക്വയർ വേവ് നിർമ്മിക്കുന്നവയാണ്. അതിൽ കുറുകെ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന രണ്ട് ട്രാൻസിസ്റ്ററുകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇവയെ ഒന്നിടവിട്ട് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് ഇത് സാധിക്കുന്നത്. ഇതിലെ ഫ്രീക്വൻസി തീരുമാനിക്കുന്നത് സെർക്കീട്ടിലെ ഘടകങ്ങളായ R ഉം C യും ആണ്.

ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്ററിൽ പീസോ ഇലക്ട്രിക്ക് വസ്തുവായ ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റൽ ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതിന്റെ ഓസിലേഷൻ ഫ്രീക്വൻസി തീരുമാനിക്കുന്നത് ഈ ക്വാർട്ട്സ് ക്രിസ്റ്റലാണ്. അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി ക്രിസ്റ്റലിന്റെ വലുപ്പത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് ഉള്ളത്. ക്രിസ്റ്റലിന്റെ വലുപ്പം കുറയുന്തോറും നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന ഫ്രീക്വൻസിയും കൂടും.

പഠന നേട്ടങ്ങൾ

- ഓസിലേറ്ററിന്റെ ആവശ്യകതകൾ ചൂണ്ടിക്കാട്ടുന്നു.
- ഓസിലേഷൻ ഉണ്ടാകുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് വിശദമാക്കുന്നു.
- ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുന്നു.
- ഫീഡ് ബാക്കിന്റെ പ്രാധാന്യം ഏതെല്ലാമാണെന്ന് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഓസിലേഷനിലെ ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ വിശദമാക്കുന്നു.
- RC ഓസിലേറ്ററിലെ ഓസിലേഷന്റെ നിർമ്മാണം വിവരിക്കുന്നു.
- RC ഓസിലേറ്ററുകളുടെ നിർമ്മാണ രീതി വിശദമാക്കുന്നു.
- ഒരു സ്ക്വയർവേവ് ജനറേറ്ററിന്റെ സെർക്കീട്ട് വരയ്ക്കുകയും അതിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1) താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതിൽ ഏതാണ് ഒരു ഓസിലേറ്ററിന്റെ പ്രത്യേകത?

   a) പ്രവർത്തനത്തിൽ നോയിസ് സിഗ്നലുകളുടെ സാന്നിദ്ധ്യം

   b) പ്രവർത്തന ഫ്രീക്വൻസി എളുപ്പത്തിൽ മാറ്റാൻ കഴിയില്ല

   c) ഇത് വളരെ കൂടിയ ഫ്രീക്വൻസികൾ നിർമ്മിക്കുന്നു

   d) ഇത് ഒരു യാന്ത്രിക ഉപകരണം ആണ്.

2) ഓസിലേറ്റർ എന്നത് ഒരു ....

   a) നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കോട് കൂടിയ ആംപ്ലിഫയർ ആണ്

   b) അനന്തമായ ഗെയിൻ ഉള്ള ആംപ്ലിഫയർ ആണ്.

   c) ഗെയിൻ '1' ആയിട്ടുള്ള ആംപ്ലിഫയർ ആണ്.

   d) മേൽപറഞ്ഞ ഒന്നുമല്ല.

3) ഒരു RC ഓസിലേറ്റർ .... നിർമ്മിക്കുന്നതിന് അനുയോജ്യം ആണ്.

   a) RC ഫ്രീക്വൻസി b) ഓഡിയോ ഫ്രീക്വൻസി

   c) മൈക്രോവേവ് ഫ്രീക്വൻസി d) മേൽപറഞ്ഞവയെല്ലാം

4) ഒരു LC ഓസിലേറ്റർ വളരെ കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസി നിർമ്മിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നില്ല. കാരണം

   a) L ന്റെയും C യുടെയും വലുപ്പം വളരെ കുറവാണ്.

   b) L ന്റെയും C യുടെയും വലുപ്പം വളരെ കൂടുതലാണ്.

   c) കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഓസിലേഷൻ തുടങ്ങാൻ സാധിക്കില്ല

   d) ഓസിലേഷൻ സുസ്ഥിരമായിരിക്കില്ല.

5) ഒരു ഓസിലേറ്റർ സെർക്കീട്ടിൽ ലൂപ്പിനു ചുറ്റുമുള്ള ഫേസ് വ്യതിയാനം .... ആകുന്നു.

   a) 90° b) 180° c) 360° d) 270°

6) ഒരു RC ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററിന് .... RC സെക്ഷനുകൾ ഉണ്ട്.

   a) 2 b) 3 c) 4 d) 5

7) RC ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററിലെ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ഗെയിൻ .... ആണ്

   a) 10 b) 50 c) 100 d) 29

8) സാധാരണയായി നെഗറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്ക് ....ൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

   a) ആംപ്ലീഫയർ b) ഓസിലേറ്റർ

   c) മൾട്ടിവൈബ്രേറ്റർ d) മേൽപറഞ്ഞവയിൽ എല്ലാം

9) ഓസിലേഷന്റെ ഫ്രീക്വൻസി തീരുമാനിക്കുന്നത്.................................. ആകുന്നു.

a) ആംപ്ലീഫയറിന്റെ ഗെയിൻ   b) Op-Amp ന്റെ പ്രത്യേകതകൾ

c) ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടിലെ ഘടകങ്ങൾ   d) ഫീഡ്ബാക്ക് ഫാക്ടറിന്റെ മൂല്യം

10) വിയെൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്ററിൽ ഫീഡ്ബാക്ക് നെറ്റ്‌വർക്കിന്റെ ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് .... ആണ്.

a) 0° b) 90° c) 180° d) 120°

11) ലാബുകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന സിഗ്നൽ ജെനറേറ്ററുകളിൽ സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്.................................... ആണ്

a) വിയൻബ്രിഡ്ജ്   b) ഹാർട്ട്ലി ഓസിലേറ്റർ

c) ക്രിസ്റ്റൽ ഓസിലേറ്റർ   d) ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ

12) ഒരു ഓസിലേറ്ററിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ 50 ആണ്. എന്നാൽ ഫീഡ്ബാക്ക് സെർക്കീട്ടിന്റെ ഗെയിൻ .... ആയിരിക്കണം.

a) 1   b) 0.01   c) .10   d) 0.02

ഉത്തരങ്ങൾ

1. c	2. b	3. b	4. b	5. c	6. b
7. d	8. a	9. c	10. a	11. a	12. d

വിവരണാത്മകമായ ചോദ്യങ്ങൾ

1) ഡാംപ്ഡ്, അൺഡാംപ്ഡ് ഓസിലേഷനുകൾ എന്നതുകൊണ്ട് നിങ്ങൾ എന്ത് മനസ്സിലാക്കുന്നു?
2) ഒരു ഓസിലേറ്ററിനു വേണ്ട രണ്ട് പ്രധാന ആവശ്യകതകങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?
3) ഓസിലേറ്ററിൽ ആംപ്ലിഫയർ സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രസക്തി എന്താണ്?
4) ഓസിലേറ്ററിന്റെ ന്യൂനതകൾ എന്തെല്ലാം ആണ്?
5) LC ഓസിലേറ്ററിന്റെ ന്യൂനതകൾ എന്തെല്ലാം ആണ്?
6) RC ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററിൽ മൂന്ന് RC ശ്യംഖലകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്?
7) താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയെക്കുറിച്ച് ചെറിയ കുറിപ്പ് തയ്യാറാക്കുക
   a) RC ഓസിലേറ്റർ
   b) ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ
   c) വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ
8) ഒരു ഫേസ്ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററിൽ $C = 0.1\,\mu F$ ഉം $R = 3.9K\Omega$ ഉം ആണെങ്കിൽ അതിന്റെ ഓസിലേഷന്റെ ഫ്രീക്വൻസി കണ്ടുപിടിക്കുക.
9) ഒരു വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്ററിൽ $R = 3.9K\Omega$ ഉം $C = 0.01\,\mu F$ ഉം ഉപയോഗിച്ച് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിന്റെ ഓസിലേഷൻ ഫ്രീക്വൻസി എന്തായിരിക്കും.
10) 1 സെക്കന്റ് ടൈം പീരിഡിൽ LED മിന്നുന്ന തരത്തിലുള്ള ഒരു അസ്റ്റേബിൾ മൾട്ടി വൈബ്രേറ്റർ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുക.

10

ഡിജിറ്റൽ ഇലക്ട്രോണിക്സ്

10.1. സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

10.2. ബൈനറി സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

10.3. ഒക്റ്റൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

10.4. ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

10.5. ബൈനറിസങ്കലനം

10.6. ലോജിക് ഗേറ്റ്സ്

10.7. യൂണിവേഴ്സൽ ഗേറ്റ്സ് NAND ഉം NOR ഉം

10.8. ബുളിയൻ ബീജഗണിതം (Algebra)

10.9. നിയമങ്ങളുടെയും സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെയും വിവരണം

10.10. ഡി–മോർഗൻസ് തത്ത്വം

10.11. വിവിധ ഡിജിറ്റൽ സെർക്കീട്ടുകൾ

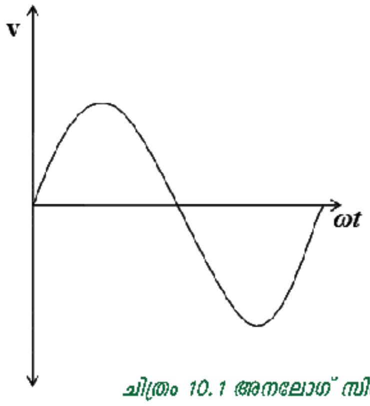
10.12. ഹാഫ് ആഡർ

10.13. ഫുൾ ആഡർ

D3B5A6

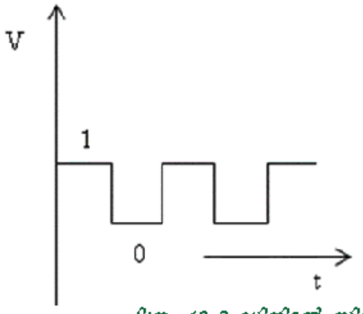
ആമുഖം

നമുക്ക് അറിയാവുന്നതുപോലെ, അനലോഗ് സിഗ്നലുകൾ തുടർച്ചയായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നവയാണ് (continuous). ഇവയ്ക്ക് അനന്തമായ വ്യത്യസ്ത മൂല്യങ്ങളാണുള്ളത്. ആൾട്ടർനേറ്റിങ് കറന്റ് അല്ലെങ്കിൽ വോൾട്ടേജ് അനലോഗ് സിഗ്നലിന് ഉദാഹരണം ആകുന്നു.



ചിത്രം 10.1 അനലോഗ് സിഗ്നൽ

എന്നാൽ ഡിജിറ്റൽ സിഗ്നലിന് രണ്ട് അവസ്ഥകളാണുള്ളത്– ഓൺ അല്ലെങ്കിൽ ഓഫ് അവസ്ഥകൾ. ഓരോ അവസ്ഥയെയും ലോജിക് 1 അല്ലെങ്കിൽ ലോജിക് 0 കൊണ്ട് അടയാളപ്പെടുത്തുന്നു. ഇതിനെ "TRUE" അല്ലെങ്കിൽ "FALSE" എന്ന രണ്ട് അവസ്ഥകളായും കരുതാം. ഇവയെ ഒരു ചതുര തരംഗം കൊണ്ട് താഴെ കാണുന്നതുപോലെ ചിത്രീകരിക്കാം.



ചിത്രം 10.2 ഡിജിറ്റൽ സിഗ്നൽ

ഡിജിറ്റൽ സമ്പ്രദായത്തിൽ ലോജിക് 1 എന്നത് +5V വോൾട്ട് ഉപയോഗിച്ചും ലോജിക് 0 0V വോൾട്ട് ഉപയോഗിച്ചും രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. അനലോഗ് സമ്പ്രദായത്തിൽ കറന്റും വോൾട്ടേജും തുടർച്ചയായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നവയായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ഡിജിറ്റൽ സമ്പ്രദായത്തിൽ പ്രത്യേകമായ വ്യത്യസ്ത മൂല്യങ്ങൾ നൽകിയാണ് അടയാളപ്പെടുത്തുന്നത്. ഒരു ഡിജിറ്റൽ സെർക്കീട്ട് അല്ലെങ്കിൽ ഡിജിറ്റൽ ഉപകരണം ഡിജിറ്റൽ സിഗ്നലാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

10.1. സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

നമ്മൾ നിത്യജീവിതത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന സംഖ്യാസമ്പ്രദായം 0 മുതൽ 9 വരെ അഥവാ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 എന്നീ അക്കങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഡെസിമൽ സംഖ്യാ സമ്പ്രദായമാണ്. ഡെസി എന്നാൽ 10. ഈ സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം (Basc) 10 ആകുന്നു. അതുപോലെ വിവിധതരം സംഖ്യാസമ്പ്രദായങ്ങൾ നിലവിലുണ്ട്. ഇതിൽ ബൈനറി സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം 2 ആകുന്നു. ഒക്റ്റൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം 8 ഉം ഹെക്സാഡെസിമൽ സമ്പ്രദായത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം16 ഉം ആകുന്നു.

പ്രവർത്തനം 1

നമുക്ക് $(429)_{10}$ എന്ന സംഖ്യയുടെ ഉത്ഭവം പരിശോധിക്കാം. അതിൽ 10 എന്നത് അതിന്റെ അടിസ്ഥാനം ആകുന്നു.

$$(429)_{10} = 4\times10^2+2\times10^1+9\times10^0$$
$$= 400+20+9=429$$

ഇതിൽ '4' എന്നത് സംഖ്യയുടെ നൂറാമത്തെ സ്ഥാനവും '2' എന്നത് പത്താമത്തെ സ്ഥാനവും '9' അതിന്റെ ഒന്നാമത്തെ സ്ഥാനവും ആകുന്നു. ഇതുപോലെ ഏതൊരു സംഖ്യാ സമ്പ്രദായത്തെയും അതിന്റെ അടിസ്ഥാനമുപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കാം.

10.2. ബൈനറി സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

ഡിജിറ്റൽ ഇലക്ട്രോണിക്സ് എന്ന സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ആരമ്പമാണ് ബൈനറി സംഖ്യാ സമ്പ്രദായം.

ഈ സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം '2' ആകുന്നു. ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ സംഖ്യകളെ 0 അല്ലെങ്കിൽ 1 എന്നിവകൊണ്ട് രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

10110 എന്ന ബൈനറി സംഖ്യ നോക്കുക. ഇതിൽ കുറഞ്ഞ മൂല്യമുള്ള ബിറ്റ് (LSB) '0' ആണ്. അല്ലെങ്കിൽ 0 എന്നത് സംഖ്യയുടെ 2^0 മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനത്താണ്. 1 എന്നത് രണ്ട് (2^1) മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനത്തും അടുത്ത 1 നാല് (2^2) മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനത്തും അടുത്തത് 0 എട്ട് (2^3) മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനത്തും അവസാനത്തെ 1 പതിനാറ് (2^4) മൂല്യമുള്ള സ്ഥാനത്തുമാകുന്നു. ഡിജിറ്റൽ സിഗ്നലുകളെ ബൈനറി സംഖ്യ ഉപയോഗിച്ച് രേഖപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്.

ബൈനറി സമ്പ്രദായത്തിലുള്ള '0' വിനു തുല്യമായി ഡെസിമൽ സിസ്റ്റത്തിൽ '0' ഉം, '1' നു തുല്യമായി ഡെസിമൽ സമ്പ്രദായത്തിൽ 1 ഉം ആണുള്ളത്. എന്നാൽ അടുത്ത ബൈനറി നമ്പറായ '10' എന്നതിന് ഡെസിമൽ സിസ്റ്റത്തിൽ 2 ഉം 11 എന്ന ബൈനറിക്ക് തുല്യമായി ഡെസിമൽ സമ്പ്രദായത്തിൽ '3' ഉം ആണുള്ളത്.

ബൈനറി സംഖ്യയിൽ നിന്നു ഡെസിമലിലേക്കുള്ള പരിവർത്തനം

താഴെ കൊടുത്ത പട്ടിക നോക്കുക.

Binary	Equivalent decimal
0	0
1	1
10	2
11	3
100	4

പട്ടിക 10.1

മുകളിൽ നൽകിയ പട്ടിക ഉപയോഗിച്ച് $(10110)_2$ എന്ന ഡിജിറ്റൽ സംഖ്യ ഡെസിമൽ സംഖ്യയാക്കി മാറ്റുന്നതെങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം.

ബിറ്റ്	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**
	↓	↓	↓	↓	↓
മൂല്യം	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

$$(10110)_2 = 1\times2^4+0\times2^3+1\times2^2+1\times2^1+0\times2^0$$

$$= 1\times16+0\times8+1\times4+1\times2+0\times1$$

$$= 16 + 0 + 4 + 2 + 0$$

$$= (22)_{10}$$

$$(10110)_2 = (22)_{10}$$

ഇവിടെ 22 എന്ന ഡെസിമൽ നമ്പറിന് തുല്യമാണ് 10110 എന്ന ബൈനറി നമ്പർ.

പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം.

താഴെ കൊടുത്ത നമ്പറുകൾ ഡെസിമൽ നമ്പറാക്കി മാറ്റുക.

a) $(1111)_2$

b) $(10101)_2$

ഡെസിമൽസംഖ്യയിൽനിന്ന് ബൈനറിസംഖ്യയിലേക്കുള്ള പരിവർത്തനം

ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ ബൈനറിയാക്കി മാറ്റുന്നതിന് ആദ്യം ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ 2 കൊണ്ട് ഹരിക്കണം. ഇത് പൂർണമായി ഹരിക്കത്തക്കത് ആണെങ്കിൽ 0 എന്ന് ആ നമ്പറിനു നേരെ എഴുതുണം. എന്നാൽ പൂർണമായി ഹരിക്കത്തക്കത് അല്ലെങ്കിൽ ശിഷ്ടമായി വരുന്ന 1 ആ സംഖ്യയുടെ നേരെ എഴുതുക. ഹരണഫലത്തെ വീണ്ടും 2 കൊണ്ട് ഹരിക്കുക. സംഖ്യയിൽ അവസാനഫലം '0' വരുന്നതുവരെ ഈ പ്രക്രിയ തുടരുക. അതിനുശേഷം കിട്ടിയ ശിഷ്ടങ്ങളെ അവസാനത്തേതിൽ നിന്ന് ആദ്യത്തേതിലേക്ക് എന്ന ക്രമത്തിൽ വായിക്കുക. ഉദാഹരണമായി $(61)_{10}$ എന്നതിനെ ബൈനറിയാക്കി മാറ്റാം.

അമ്പടയാളം എങ്ങനെ വായിക്കണം എന്നതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

2	61	1	↑
2	30	0	
2	15	1	
2	7	1	
2	3	1	
2	1	1	
	0		

1 1 1 1 0 1

അതായത്,

$$(61)_{10} = (1\,1\,1\,1\,0\,1)_2$$

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം.

താഴെ നൽകിയ ഡെസിമൽസംഖ്യകൾ ബൈനറിസംഖ്യകളാക്കി മാറ്റുക.

a) $(131)_{10}$

b) $(346)_{10}$

ഡെസിമലിന്റെയും ബൈനറിയുടെയും അംശസംഖ്യകൾ *(Fractions)*

$(36.2012)_{10}$ എന്ന സംഖ്യ പരിഗണിക്കുക.

ഈ നമ്പറിന്റെ വ്യാഖ്യാനം,

$$(36)_{10} = 3\times10^{1} + 6\times10^{0}, \text{ and}$$

$$(0.2012)_{10} = 2\times10^{-1} + 0\times10^{-2} + 1\times10^{-3} + 2\times10^{-4}$$

മുകളിൽ കൊടുത്ത സംഖ്യയുടെ സ്ഥാനമൂല്യം താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

അക്കം	3	6	2	0	1	2
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
മൂല്യം	10^{1}	10^{0}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}

അതുപോലെ 101.1101 എന്ന ബൈനറി നമ്പറിന്റെ സ്ഥാനമൂല്യം താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

1	0	1	1	1	0	1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
2^{2}	2^{1}	2^{0}	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}

ബൈനറി അംശസംഖ്യയെ ഡെസിമലാക്കി മാറ്റൽ

$(1\,0\,1.1\,1\,0\,1)_2$ എന്ന ബൈനറി നമ്പർ നോക്കുക. ഇതിനെ താഴെ കൊടുത്ത പോലെ എഴുതാം.

$$(1\times2^{2} + 0\times2^{1} + 1\times2^{0}) + (1\times2^{-1} + 1\times2^{-2} + 0\times2^{-3} + 1\times2^{-4})$$

ഈ ബൈനറിക്ക് തുല്യമായ ഡെസിമൽ സംഖ്യ

$$5 + (1/2 + 1/4 + 1/16) = (5.08125)_{10}$$

ദശാംശസംഖ്യകളിൽ (Decimal fraction) നിന്ന് ബൈനറിയിലേക്കുള്ള പരിവർത്തനം

ദശാംശ സംഖ്യകളെ ബൈനറിയാക്കി മാറ്റുന്നതിന് അതിനെ 2 കൊണ്ട് ഗുണിക്കണം. ഈ സംഖ്യ 1ൽ കൂടുതൽ ആണെങ്കിൽ അതിനു താഴെ 1 എന്ന് എഴുതണം. അല്ലെങ്കിൽ 0 എന്ന് എഴുതണം. എത്ര സ്ഥാനം വേണം എന്നതിനനുസരിച്ച് ഈ ഗുണനപ്രക്രിയ തുടരുക. ഇത് മനസ്സിലാക്കാനായി താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത് പരിശോധിക്കുക.

$(0.8125)_{10}$ എന്നതിനെ ബൈനറിയിലേക്കു മാറ്റാൻ

നമ്പർ	0.8125	0.625	0.25	0.5
ബെയ്സ്	2	2	2	2
	1.6250	1.250	0.50	1.0
ശിഷ്ടം	1	1	0	1

അതിനാൽ $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$.

10.3 ഒക്റ്റൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

ഒക്റ്റൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 എന്നീ സംഖ്യകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. അതിനാൽ അതിന്റെ അടിസ്ഥാനം 8 ആകുന്നു.

$(127)_8$ എന്ന ഒക്റ്റൽ സംഖ്യയെ താഴെ കാണുംവിധം വിശദീകരിക്കാം.

$$(127)_8 = 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 7 \times 8^0$$

1	2	7
↓	↓	↓
8^2	8^1	8^0

ഒക്റ്റൽ സംഖ്യയിൽ നിന്നു ഡെസിമൽ സംഖ്യയിലേക്കുള്ള പരിവർത്തനം

മേൽവിവരച്ചതുപോലെ ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ ഒക്റ്റൽ നമ്പറാക്കി മാറ്റുന്നതിന് തന്നിരിക്കുന്ന സംഖ്യയെ 8 കൊണ്ട് ഹരിക്കണം. ഇതിന്റെ ഫലം 8ൽ താഴെ വരുന്നതുവരെ തുടരണം.

$(87)_{10}$ എന്നതിനെ ഒക്റ്റലിലേക്കു മാറ്റാം.

8	87	7
8	10	2
	1	

അതായത് $(87)_{10} = (127)_8$

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ ഒക്റ്റൽ നമ്പറാക്കി മാറ്റുക

a) 256

b) 728

ഒക്റ്റൽസംഖ്യയിൽനിന്നു ബൈനറിസംഖ്യയിലേക്കുള്ള പരിവർത്തനം

ഒക്റ്റൽസംഖ്യയെ ബൈനറിയാക്കുന്നതിന് ആദ്യമായി ഒക്റ്റൽസംഖ്യയെ ഡെസിമലാക്കി മാറ്റണം. അപ്പോൾ കിട്ടുന്ന ഡെസിമൽസംഖ്യയെ ബൈനറിയാക്കി മാറ്റാം. $(127)_8$ എന്ന സംഖ്യയെ നമുക്ക് ബൈനറിയാക്കി മാറ്റാൻ ആദ്യമായി $(127)_8$ എന്നതിനെ ഡെസിമലാക്കണം.

അതായത് $(127)_8 = 1\times8^2 + 2\times8^1 + 7\times8^0$

$= 64+16+7$

$= (87)_{10}$

ഇനി $(87)_{10}$ എന്നതിനെ ബൈനറിയാക്കി മാറ്റാം.

2	87	1
2	43	1
2	21	1
2	10	0
2	5	1
2	2	0
	1	

$(87)_{10} = 1010111_2$

അതായത് $(87)_{10} = (1010111)_2$

10.4 ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം

അടിസ്ഥാനം 16 ആയുള്ള സംഖ്യാസമ്പ്രദായമാണിത്. ഇതിൽ 16 അക്ഷരങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. അവയിൽ സംഖ്യകളും അക്ഷരങ്ങളും ഉൾപ്പെടെ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C , D, E, F എന്നിവയാണ്.

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ടേബിൾ അതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഡെസിമൽ	ഹെക്സാ ഡെസിമൽ
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F

പട്ടിക 10.2

മുകളിലത്തെ പട്ടികയനുസരിച്ച് 10 എന്ന ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യക്ക് തുല്യമായ ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യ 16 ആകുന്നു.

അതായത് $(10)_{16} = (16)_{10}$

അതുപോലെ $(11)_{16} = (17)_{10}$

$(12)_{16} = (18)_{10}$ തുടർന്നും

16	269	13
16	16	0
	1	

ഒരു ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ ഹെക്സാഡെസിമൽ സംഖ്യയാക്കി മാറ്റുന്നതിന് മുമ്പ് ഉപയോഗിച്ച രീതിതന്നെയാണ് അവലംബിക്കുന്നത്. നമുക്ക് $(269)_{10}$ എന്ന സംഖ്യയെ ഒരു ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യയാക്കി മാറ്റിനോക്കാം.

ഇവിടെ 13 എന്നത് ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സമ്പ്രദായത്തിൽ D എന്നതിന് തുല്യമാണ്.

അതിനാൽ $(269)_{10} = (10D)_{16}$

F9 എന്ന ഹെക്സാഡെസിമൽ സംഖ്യയെ ഡെസിമലാക്കി മാറ്റാം. അതിൽ F എന്നത് 15 എന്ന ഡെസിമൽ സംഖ്യക്ക് തുല്യമാണ്. അതിനാൽ

$$(F9)_{16} = 15 \times 16^1 + 9 \times 16^0$$
$$= 240 + 9$$
$$= (249)_{10}$$

അതിനാൽ F9 എന്നതിന് തുല്യമായ ഡെസിമൽസംഖ്യ 249 ആണ്.

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

(a) താഴെ കൊടുത്ത ഡെസിമൽസംഖ്യയെ ഹെക്സാഡെസിമൽ സംഖ്യയാക്കി മാറ്റുക.

(i) 148 (ii) 84

(b) താഴെ കൊടുത്ത ഹെക്സാ ഡെസിമൽസംഖ്യയെ ഒരു ഡെസിമൽസംഖ്യയാക്കി മാറ്റുക

i) $(19)_{16}$ ii) $(2C)_{16}$

10.5 ബൈനറി സംഖ്യകളുടെ സങ്കലനം

സങ്കലനങ്ങൾക്കുള്ള അടിസ്ഥാനനിയമങ്ങളനുസരിച്ച് തന്നെയാണ് ബൈനറി സംഖ്യകളുടെയും തുക കാണുന്നത്. ബൈനറിയിൽ രണ്ടു സംഖ്യകൾ മാത്രമാണുള്ളത്. ഇതിൽ ഉയർന്ന സംഖ്യ 1 ആയതിനാൽ തുക 1 നേക്കാൾ കൂടുതലായാൽ അവിടെ ഒരു ശിഷ്ടം (carry) ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ശിഷ്ടം അടുത്ത തലത്തിലേക്കു കൊണ്ടുപോകുന്നു. പിന്നീട് ഇത് തുടരുന്നു.

ഒറ്റയക്ക ബൈനറിസംഖ്യകൾ തമ്മിൽ കൂട്ടുന്നതാണ് [0+0, 0+1, 1+0] താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നത്.

0	0	1	1
+ 0	+ 1	+ 0	+ 1
0	1	1	10

ഇവിടെ '0 + 0', '0 + 1', '1 + 0' എന്നിവയുടെ ഫലം '0' അല്ലെങ്കിൽ '1' ആണെന്നു കാണാം. എന്നാൽ '1+ 1' വന്നാൽ (ഡെസിമൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിൽ 1+1=2 എന്ന് നമുക്ക് അറിയാമല്ലോ) ബൈനറിസമ്പ്രദായത്തിൽ ഫലം '10' ആകുന്നു. ഇതിൽ '0' തുകയും '1' ക്യാരിയുമാണ്. രണ്ടു ബൈനറിസംഖ്യകൾ തമ്മിൽ കൂട്ടുന്നത് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

00	00	01	01
+ 00	+ 01	+ 00	+ 01
00	01	01	10

നമുക്ക് ബൈനറിസങ്കലനം കൂടുതൽ പരിശീലിക്കാം.

a) 100 +101 b) 1001 + 0111 c) 1101 +1010

a) 100 +	b) 1001 +	c) 1101 +
101	0111	1010
1001	10000	10111

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ബൈനറിസംഖ്യകൾ കൂട്ടുക.

a) 1001 + 1010 b) 10010 + 01110 c) 110101 + 101011

10.6 ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ

ഡിജിറ്റൽ സെർക്കീട്ടുകളുടെ പ്രാഥമിക നിർമാണഘടകങ്ങളാണ് ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ. ഇത്തരം സെർക്കീട്ടുകൾക്ക് ഒന്നോ അതിലധികമോ ഇൻപുട്ടുകളും ഒരു ഔട്ട്പുട്ടുമാണുള്ളത്.

ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ അതതിന്റെ ധർമവും നൽകപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഇൻപുട്ടുകളുമനുസരിച്ചാണ് ഔട്ട്പുട്ട് നൽകുന്നത്. ഈ ഔട്ട്പുട്ട് ലോജിക് '0' അല്ലെങ്കിൽ ലോജിക് '1' ആയിരിക്കും. ഈ രണ്ടു തലങ്ങൾ വിവിധ വോൾട്ടേജുകൾകൊണ്ട് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

+5V എന്നത് ലോജിക് 1 നെയും 0V എന്നത് ലോജിക് '0' യെയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

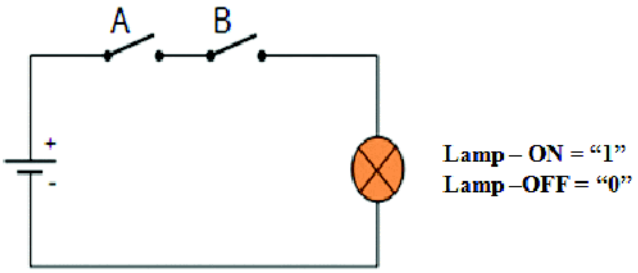
മൂന്ന് പ്രാഥമിക ലോജിക് ഗേറ്റുകളാണുള്ളത് (primary logic gates). അവ AND, OR, NOT എന്നിവയാകുന്നു. കൂടാതെ NAND, NOR, XOR, XNOR എന്നിവയുമുണ്ട്. ഇവയിൽ NAND ഉം NOR ഉം യൂണിവേഴ്സൽ ഗേറ്റുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ, ഈ ഗേറ്റുകൾ മാത്രം ഉപയോഗിച്ച് എല്ലാ ഇതര ഗേറ്റുകളും നിർമിക്കാനാകും. ലോജിക് ഗേറ്റുകളുടെ സെർക്കീട്ടും ട്രൂത്ത് ടേബിളും താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

AND ഗേറ്റ്

ഒരു ലോജിക്കൽ 'AND' ന്റെ പ്രവർത്തനരീതി എങ്ങനെയാണോ, അതേ രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഗേറ്റ് എന്ന നിലയിലാണ് 'AND' ഗേറ്റിന് ആ പേരു നൽകിയിരിക്കുന്നത്. ഒരു 'AND' ഗേറ്റിന്റെ എല്ലാ ഇൻപുട്ടുകളും '1' ആണെങ്കിൽ മാത്രം അതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് '1' ആയിരിക്കും. അല്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് '0' ആണ്. അതായത് എല്ലാ ഇൻപുട്ടുകളും ഉയർന്ന മൂല്യം (HIGH) ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ടും ഉയർന്ന മൂല്യം (HIGH) ആയിരിക്കും. അല്ലെങ്കിൽ താഴ്ന്ന മൂല്യം (LOW) ആയിരിക്കും.

പ്രവർത്തനം 2

താഴെ കൊടുത്ത സെർക്കീട്ട് AND ഗേറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദമാക്കുന്നു. ഇവിടെ ഇവിടെ രണ്ടു സ്വിച്ചുകളും ഒരു ബൾബും ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനു കുറുകെ ഒരു ബാറ്ററി സപ്ലൈ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ഈ സെർക്കീട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നതെങ്ങനെ എന്നു നോക്കാം.



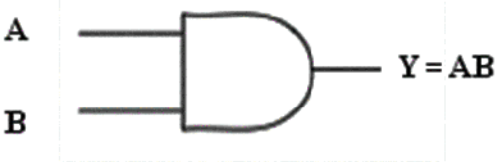
സ്വിച്ച് A - തുറന്ന് = '0' അടച്ച് = ('1')

B - തുറന്ന് = '0' അടച്ച് = (1)

ചിത്രം 10.3 AND ഗേറ്റിന്റെ സ്വിച്ച് പ്രതിനിധീകരണം

ഇവിടെ A,B എന്നീ സ്വിച്ചുകൾ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു സ്വിച്ചുകളുടെ അവസ്ഥയും 'AND' ഗേറ്റിന്റെ ഇൻപുട്ടുകളായി പരിഗണിക്കാം. രണ്ട് സ്വിച്ചുകളും അടഞ്ഞ അവസ്ഥയിൽ മാത്രമേ ബൾബ് തെളിയുകയുള്ളൂ. അതായത്, ലോജിക് '1' സ്വിച്ചുകളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നോ രണ്ടോ തുറന്ന അവസ്ഥയിൽ ആണെങ്കിൽ ബൾബ് തെളിയുന്നില്ല എന്നു കാണാം. അതായത് ലോജിക് '0'. ഈ സെർക്കീട്ട് AND ഗേറ്റിന്റെ ധർമത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഇവിടെ A യും B യുംമാണ് രണ്ട് ഇൻപുട്ട് ബൂളിയൻ ചരങ്ങൾ (variables). അതുപോലെ 'y' ഔട്ട്പുട്ട് ചരത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിൽ (algebra) ചരങ്ങൾക്ക് 0, 1 എന്നീ മൂല്യങ്ങൾ സ്വീകരിക്കാം. ഒരു AND ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം ചിത്രം 10.4ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.4 AND ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

ഒരു AND ഗേറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം ബൂളിയൻരീതിയിൽ എഴുതിയാൽ

$$Y = A \text{ AND } B$$

ബൂളിയൻരീതിയിൽ ഗുണനചിഹ്നം ആണ് AND ഓപറേഷൻ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. അതായത്,

$$Y = A.B$$

അല്ലെങ്കിൽ

$$Y = AB$$

രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളുള്ള ഒരു AND ഗേറ്റിന് നൽകാൻ സാധ്യതയുള്ള ഇൻപുട്ട് ഗണങ്ങളാണ് (0,0), (0,1), (1,0), (1,1) എന്നിവ. ഇവയിൽ (0,1) ആണ് ഇൻപുട്ടുകളെങ്കിൽ AND ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട്

$$Y = A.B$$

$$Y = 0.1$$

$$Y = 0$$

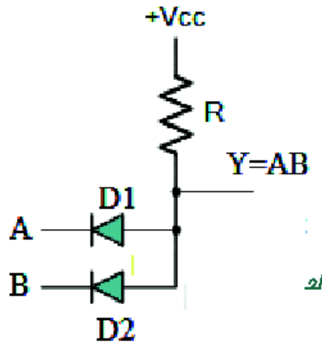
ഒരു ലോജിക് ഗേറ്റിന്റെ എല്ലാ ഇൻപുട്ടും ഔട്ട്പുട്ടും വിവരങ്ങളും പട്ടികരൂപത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി അതിന്റെ ധർമം ഒറ്റ നോട്ടത്തിൽ ദൃശ്യമാകുന്ന തരത്തിൽ സൂചിപ്പിക്കാം. അത്തരം പട്ടികയെയാണ് ട്രൂത്ത് ടേബിൾ എന്നുപറയുന്നത്. സാധ്യമായ എല്ലാ ഇൻപുട്ട് ഗണങ്ങളും അവയ്ക്കനുസരിച്ചുള്ള ഔട്ട്പുട്ടുകളും ട്രൂത്ത് ടേബിൾ വിശദമാക്കുന്നു.

AND ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്
A	**B**	**Y**
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ടേബിൾ 10:3 AND ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

ചിത്രം 10.5 ൽ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് ഡയോഡുകളും റെസിസ്റ്ററും ഉപയോഗിച്ച് AND ഗേറ്റിന് തുല്യമായ സെർക്കീട്ട് നിർമിക്കുന്നതിന്റെ ചിത്രമാണിത്. ഒരു AND ഗേറ്റായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത് എങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം.



ചിത്രം 10.5 ഡയോഡും റെസിസ്റ്ററും ഉപയോഗിച്ചുള്ള AND ഗേറ്റ്

ഇവിടെ ലോജിക് 0 എന്നത് 0V നെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. എന്നാൽ ലോജിക് I എന്നത് +Vcc വോൾട്ടിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

അവസറ 1 : A=0, B=0 ഈ അവസറയിൽ D_1 ഉം D_2 ഉം ഫോർവേഡ് ബയാസ്ഡ് ആയിരിക്കും. അപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് 0.7v ആയിരിക്കും. അതായത് ഡയോഡിന് കുറുകേയുള്ള വോൾട്ടേജ് നഷ്ടമാണ്. OV ന് അടുത്തു നിൽക്കുന്നതിനാൽ അത് ലോജിക് 0 ആയി പരിഗണിക്കുന്നു. അതായത് Y = 0

അവസ്ഥ 2 : A=0, B=1 ഇവിടെ ഡയോഡ് D_1 ഫോർവേഡ് ബയാസിലും D_2 കറന്റ് കടത്തിവിടാനാവാത്ത സ്ഥിതിയിലും നിൽക്കുന്നു. ഒരു ഡയോഡെങ്കിലും ഫോർവേഡ് ബയാസിൽ ആയതിനാൽ വോൾട്ടേജ് 0.7V ആണ്. അത് ലോജിക് 0 ആയി പരിഗണിക്കപ്പെടുന്നു.

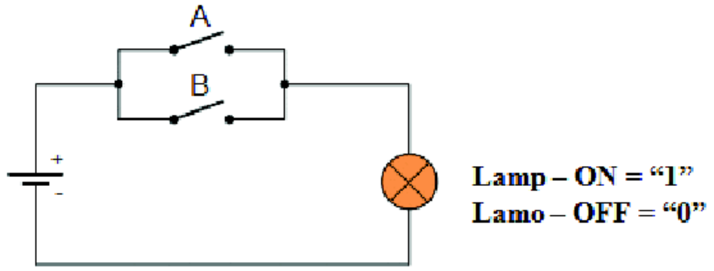
അവസറ 3 : A=1, B=0 ഇവിടെ D_1 കറന്റ് വിടാനാവാത്ത സറിതിയിലും D_2 ഫോർവേഡ് ബയാസിലും ആകുന്നു. അപ്പോഴും ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് 0.7V ആണ്. വീണ്ടും ഔട്ട്പുട്ട് 0 തന്നെ ആകുന്നു. (Y = 0).

അവസ്ഥ 4 : A=1, B=1 ഇവിടെ D_1 ഉം D_2 ഉം കറന്റ് കടത്തിവിടുന്ന സ്ഥിതിയിലല്ല. അതിനാൽ y എന്ന പോയിന്റിലെ വോൾട്ടേജ് +Vcc ആകുന്നു. ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് ലോജിക് 1 ആയി. അതായത് (Y=1)

OR ഗേറ്റ്

ഒരു OR ഗേറ്റിന് ആ പേരു വരാനുള്ള കാരണം അത് ലോജിക്കൽ 'OR' പ്രവർത്തനം നടത്തുതാണ്. അതായത് ഏതെങ്കിലും ഒരു ഇൻപുട്ട് 1 ആയാൽ അതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും. അല്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും.

ഒരു OR ഗേറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം ചിത്രം 10.6 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ വിവരിക്കാം. ബൾബ് ഇവിടെ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന സ്വിച്ചുകളോടു ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കാം.



സ്വിച്ച് A – തുറന്ന് = '0' അടച്ച് = ('1')

B – തുറന്ന് = '0' അടച്ച് = (1)

ചിത്രം 10.6 OR ഗേറ്റിന്റെ സ്വിച്ച് പ്രതിനിധീകരണം

ഇവിടെ A,B എന്നീ സ്വിച്ചുകൾ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്വിച്ച് അടഞ്ഞ അവസ്ഥയിൽ (CLOSE) ആയാൽ അത് ബൾബ് തെളിയുന്നതിന് (ON) കാരണമാകുന്നു. രണ്ടു സ്വിച്ചുകളും തുറന്ന അവസ്ഥയിലായാൽ മാത്രമേ ബൾബ് OFF ആകുകയുള്ളൂ.

ചിത്രം 10.7 OR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

ഇത് ഒരു OR ഗേറ്റിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

OR ഗേറ്റിന്റെ ലോജിക് സിമ്പൽ ചിത്രം 10.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു OR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് താഴെ തന്നിരിക്കുന്നതുപോലെ സൂചിപ്പിക്കാം.

$$Y = A \text{ OR } B$$

OR പ്രവർത്തനത്തെ സൂചിപ്പിക്കാൻ '+' ചിഹ്നം ഉപയോഗിക്കുന്നു. അപ്പോൾ Y = A+B

ഉദാഹരണമായി ഇൻപുട്ടുകൾ 1 ഉം 0 വും ആണെങ്കിൽ

Y = 1+0

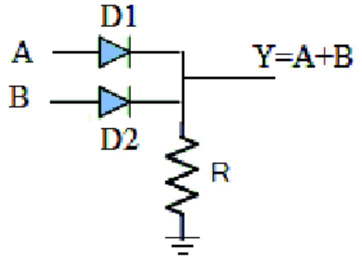
Y = 1

OR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ 10.4 ആണു കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്
A	**B**	**Y**
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ടേബിൾ 10.4 OR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

AND ഗേറ്റിന്റേതു പോലെത്തന്നെ OR ഗേറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനവും ഡയോഡും റെസിസ്റ്ററും ഉപയോഗിച്ച് നമുക്കു സൂചിപ്പിക്കാം.



ചിത്രം 10.8 OR ഗേറ്റ് ഡയോഡും റെസിസ്റ്ററും ഉപയോഗിച്ച്

അവസ്ഥ 1 : A=0, B=0 ഇപ്പോൾ രണ്ടു ഡയോഡുകളും കറന്റ് കടത്തിവിടാനാവാത്ത സ്ഥിതിയിൽ ആയതിനാൽ കറന്റ് കടന്നു പോകുന്നില്ല. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് 0 ആകുന്നു. അതായത് ലോജിക് 0 (Y = 0).

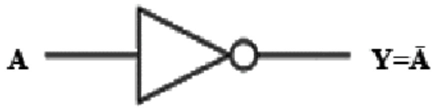
അവസ്ഥ 2 : A=0, B=1 ഇപ്പോൾ D_1 കറന്റ് കടത്തിവിടാനാവാത്ത അവസ്ഥയിലും D_2 ഫോർവേഡ് ബയാസ്ഡുമാണ്. അതിനാൽ റെസിസ്റ്റർ R ലൂടെ കറന്റ് കടന്നു പോകുന്നു. ഔട്ട്പുട്ടിൽ ഒരു ഉയർന്ന വോൾട്ടേജ് കാണപ്പെടുന്നു. ഇത് ലോജിക് 1 ആകുന്നു.

അവസ്ഥ 3 : A=1, B=0 ഈ അവസ്ഥയിൽ D_1 ഫോർവേഡ് ബയാസ്ഡും D_2 കറന്റ് വിടാനാവാത്ത സ്ഥിതിയിലുമായതിനാൽ റെസിസ്റ്റർ R ലൂടെ കറന്റ് കടന്നുപോകുന്നു. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് ലോജിക് 1 ആകുന്നു. Y = 1

അവസ്ഥ 4 : A=1, B=1 ഇവിടെ രണ്ടു ഡയോഡും ഫോർവേഡ് ബയാസ്ഡ് ആയതിനാൽ രണ്ടും കറന്റ് കടത്തിവിടുകയും റെസിസ്റ്റർ R ലൂടെ കറന്റ് ഒഴുകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് ലോജിക് 1 ആകുന്നു. Y = 1

NOT ഗേറ്റ്

NOT ഗേറ്റിനെ ലോജിക്കൽ ഇൻവർട്ടർ എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഇതിന് ഒരു ഇൻപുട്ട് മാത്രമാണുള്ളത്. ഇതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഇൻപുട്ടിന്റെ പൂരകമാണ് (complement). അതായത് ഇൻപുട്ട് 0 ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും. അതുപോലെ ഇൻപുട്ട് 1 ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും. ഒരു NOT ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം ചിത്രം 10.10ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.10 NOT ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

ഒരു NOT പ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്ത പോലെ വിവരിക്കാം.

Y = NOT A

ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിൽ NOT പ്രവർത്തനം കാണിക്കുന്നത് മുകളിൽ ഒരു വരയിട്ടാണ്. അതിനാൽ

$$y = \overline{A}$$

അതായത് A = 0 $\quad Y = \overline{0} = 1$

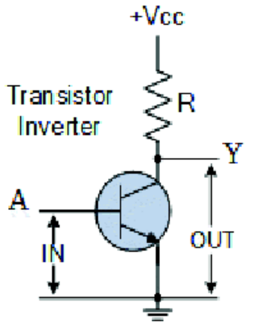
എന്നാൽ A = 1 $Y = \overline{1} = 0$

ഇത് $Y = A'$ എന്നും സൂചിപ്പിക്കാം.

ഒരു NOT ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഇൻപുട്ട്	ഔട്ട്പുട്ട്
A	**Y**
0	1
1	0

ടേബിൾ 10.5 NOT ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ



ചിത്രം 10.11 ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഉപയോഗിച്ചുള്ള NOT ഗേറ്റ്

പ്രവർത്തനം 3

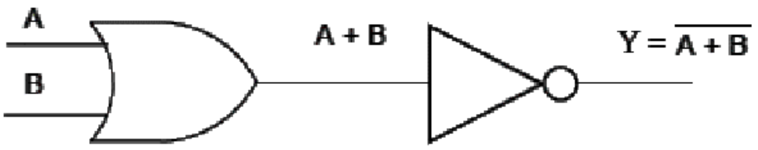
ചിത്രം 10.11ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഒരു സാധാരണ NOT ഗേറ്റ് ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് രൂപകൽപ്പന ചെയ്യാം. നിങ്ങൾക്ക് ഒരു ഇൻവർട്ടർ NOT ഗേറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം വിവരിക്കാമോ?

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സ് ഇൻപുട്ട് (A) HIGH ആയാൽ അത് സാച്ചുറേഷനിൽ ആകുന്നു. അതിനാൽ കളക്ടർ വോൾട്ടേജ് 0 ആയിരിക്കും. അപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് Y എന്നത് LOW ആയിരിക്കും. അതുപോലെ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സ് ഇൻപുട്ട് (A) എന്നത് കുറഞ്ഞിരിക്കെ (LOW) ട്രാൻസിസ്റ്റർ കട്ട് ഓഫ് അവസ്ഥയിലാവുകയും കളക്ടർ കറന്റ് റെസിസ്റ്ററിലൂടെ കടന്നുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതുമൂലം ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് 'Y' എന്നത് ഒരു ഉയർന്ന മൂല്യം (HIGH) ആകുന്നു.

അങ്ങനെ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കൂടുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുകയും ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്തെന്നാൽ അത് ഇൻപുട്ടിനെ പൂരകമാക്കുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ ഇൻവർട്ട് ചെയ്യുന്നു.

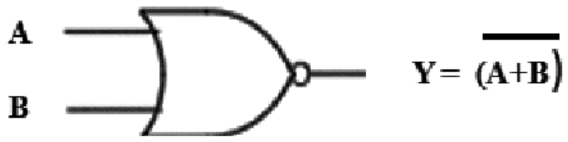
NOR ഗേറ്റ്

ഒരു NOR ഗേറ്റ് എന്നത് ഒരു OR ഗേറ്റും തുടർന്ന് ഒരു ഇൻവർട്ടറും (NOT ഗേറ്റും) കൂടിയതാണ്. അതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് 'HIGH' ആകുന്നത് രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളും 'LOW' ആകുമ്പോൾ മാത്രമാണ്. മറ്റെല്ലാ അവസ്ഥകളിലും ഔട്ട്പുട്ട് 'LOW' ആയിരിക്കും.



ചിത്രം 10.12 NOR ഗേറ്റും OR ഗേറ്റും ഉപയോഗിച്ചുള്ള NOR ഗേറ്റ്

NOR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.13 NOR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

മുകളിൽ നൽകിയ ചിഹ്നത്തിലെ കുമിള (buble) ഒരു NOT ഗേറ്റിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതായത് ഡിജിറ്റൽ സെർക്കീട്ടിൽ കുമിള എന്നത് 'NOT'പ്രവർത്തനത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

NOR ഗേറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം താഴെ കൊടുത്ത രീതിയിൽ വിവരിക്കാം.

$$Y = (\overline{A + B})$$

ഉദാഹരണത്തിന്, രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളും 1 ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും.

$$Y = (\overline{1+1}) = \bar{1} = 0$$

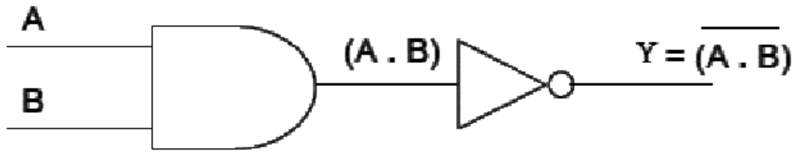
NOR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

ഇൻപുട്ട്			ഔട്ട്പുട്ട്
A	B	A + B	$Y = (\overline{A + B})$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

ടേബിൾ 10.6 NOR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

NAND ഗേറ്റ്

NAND ഗേറ്റ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത് AND ഗേറ്റും തുടർന്ന് ഒരു NOT ഗേറ്റും ഉപയോഗിച്ചാണ്. ഇതിൽ എല്ലാ ഇൻപുട്ടുകളും 'HIGH' ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 'LOW' ആയിരിക്കും. അല്ലാത്തപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് 'HIGH' ആയിരിക്കും.



ചിത്രം 10.14 AND ഗേറ്റും NOT ഗേറ്റും ഉപയോഗിച്ചു നിർമിച്ച NAND ഗേറ്റ്

ഒരു NAND ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 10.15 NAND ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

ഒരു NAND ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് താഴെ പറയുന്നതുപോലെ സൂചിപ്പിക്കാം:

$$Y = \overline{A.B}$$

ഉദാഹരണത്തിന്, രണ്ട് ഇൻപുട്ടും '0' ആയാൽ

$$Y = (\overline{0.0}) = \overline{0} = 1$$

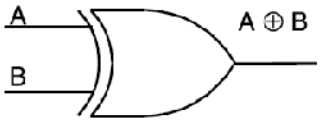
NAND ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

ഇൻപുട്ട്			ഔട്ട്പുട്ട്
A	**B**	**A.B**	**Y=** $\overline{A.B}$
0	0	0	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	0

പട്ടിക 10.7 NAND ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

എക്സ്ക്ലൂസീവ് OR ഗേറ്റ് (XOR ഗേറ്റ്)

XOR (Ex-OR) ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ലോജിക് 1 ആകുന്നത് രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളും വ്യത്യസ്തമാകുമ്പോൾ മാത്രമാണ്. ഇൻപുട്ടുകൾ ഒരുപോലെയാണെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും. XOR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.17 XOR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

XOR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട്

$$Y = \overline{A}B + A\overline{B}$$

ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിൽ XOR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട്,

$\mathbf{Y = A \oplus B}$ ആകുന്നു.

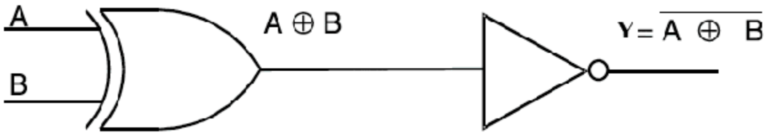
XOR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ചിത്രം 10.8 XOR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

എക്സ്ക്ലൂസീവ് NOR ഗേറ്റ് (XNOR GATE)

ഒരു XNOR ഗേറ്റ് നിർമിക്കുന്നത് XOR ഗേറ്റിന്റെ കൂടെ ഒരു NOT ഗേറ്റ് കൂട്ടിച്ചേർത്താണ്. ഇതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആകുന്നത് എല്ലാ ഇൻപുട്ടുകളും ഒരുപോലെയാകുമ്പോഴാണ്. ഇൻപുട്ട് വ്യത്യസ്തമാണെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും.



ചിത്രം 10.18 XOR ഗേറ്റും NOT ഗേറ്റും ഉപയോഗിച്ചുള്ള XNOR ഗേറ്റ്

XNOR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

ചിത്രം 10.19 XNOR ഗേറ്റിന്റെ ചിഹ്നം

ഒരു XNOR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട്

$$Y = \overline{A \oplus B}$$

$$Y = \overline{A}\ \overline{B} + AB$$

XNOR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് താഴെ കൊടുത്ത രീതിയിൽ സൂചിപ്പിക്കാം

$$Y = A \odot B$$

XNOR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

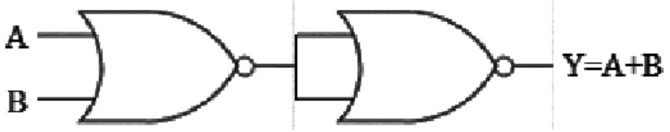
ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്
A	**B**	**Y**
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ചിത്രം 10.9 XNOR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

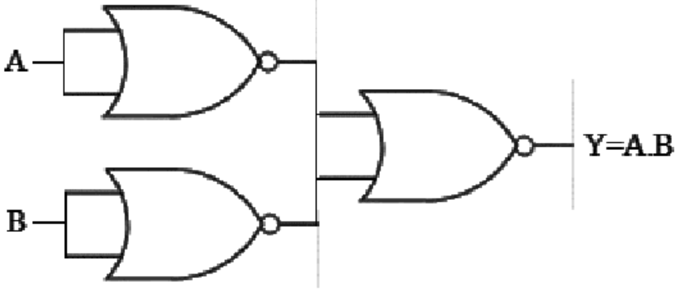
10.7 യുണിവേഴ്സൽ ഗേറ്റുകൾ - NAND ഉം NOR ഉം

പ്രാഥമിക ഗേറ്റുകളായ AND, OR, NOT എന്നിവയുടെ ധർമങ്ങളെ NAND അല്ലെങ്കിൽ NOR ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് നിർമിക്കാൻ കഴിയും. അതായത് എല്ലാ ബൂളിയൻ ധർമ ങ്ങളും NAND അല്ലെങ്കിൽ NOR ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് ഉണ്ടാക്കാം. അതിനാൽ അവയെ യുണി വേഴ്സൽ ഗേറ്റുകൾ എന്നു പറയുന്നു. ചില ഗേറ്റുകളുടെ ധർമ്മങ്ങളെ NOR ഗേറ്റ് ഉപയോ ഗിച്ച് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നതു താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

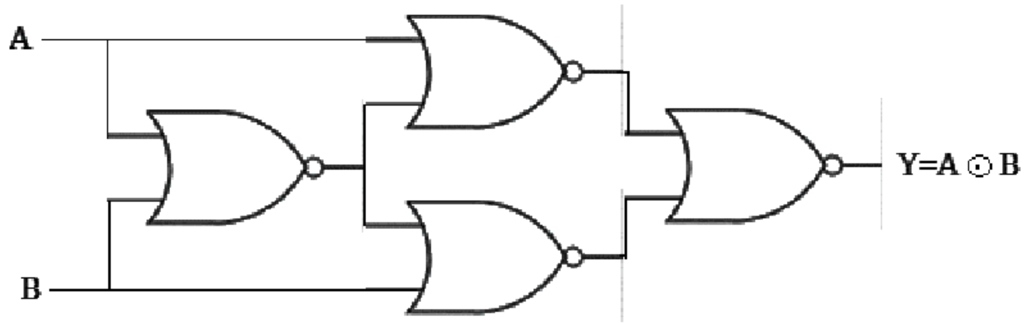
(a) NOR ഉപയോഗിച്ചുള്ള NOT



(b) NOR ഉപയോഗിച്ചുള്ള OR



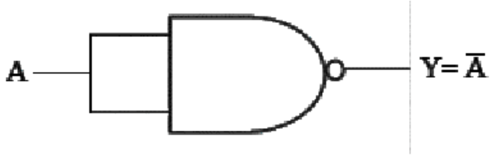
(c) NOR ഉപയോഗിച്ചുള്ള AND



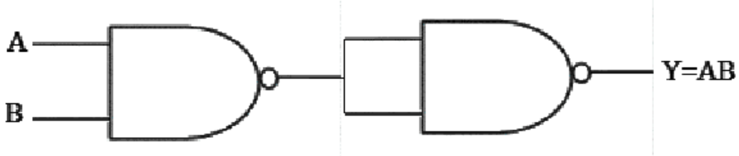
(d) NOR ഉപയോഗിച്ചുള്ള XNOR

ചിത്രം 10.20

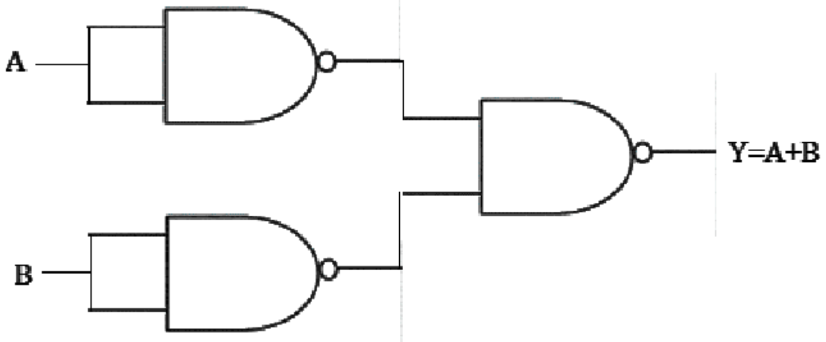
NOR ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ചതുപോലെ NAND ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് ഏതു ലോജിക് ഗേറ്റുകളുടെ ധർമങ്ങളെയും ചിത്രീകരിക്കാം. ഏതാനും ചില ഗേറ്റുകൾ NAND ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് നിർമിച്ചത് ചുവടെ ചേർക്കുന്നു.



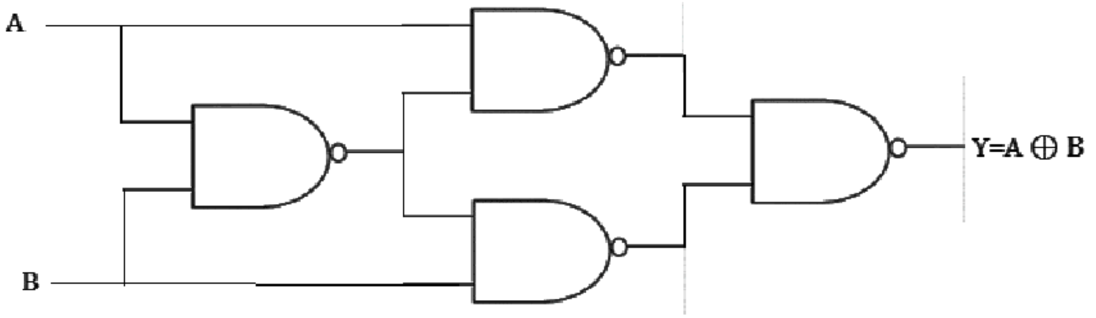
(a) NAND ഉപയോഗിച്ചുള്ള NOT



(b) NAND ഉപയോഗിച്ചുള്ള AND



(c) NAND ഉപയോഗിച്ചുള്ള OR



(d) NAND ഉപയോഗിച്ചുള്ള EXOR

ചിത്രം 10.21 : NAND ഗേറ്റുപയോഗിച്ച് നിർമിക്കാവുന്ന മറ്റു ഗേറ്റുകൾ

പ്രവർത്തനം 4

ഇനി നിങ്ങൾ XOR ഗേറ്റും XNOR ഗേറ്റും ആദ്യം NOR ഗേറ്റ് മാത്രം ഉപയോഗിച്ചും പിന്നീട് NAND ഗേറ്റ് മാത്രം ഉപയോഗിച്ചും നിർമിക്കുക.

10.8 ബൂളിയൻ ബീജഗണിതം (ALGERA)

ഡിജിറ്റൽ സെർക്കീട്ടുകൾ ബൈനറി 1 ഉം 0 ഉം ഉപയോഗിച്ചുള്ള ബൈനറി ഗണിതപ്രവർത്തനങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നു. ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങളെ ലോജിക്ധർമം (logic function) അല്ലെങ്കിൽ ലോജിക് പ്രവർത്തനം എന്നു പറയുന്നു. ലോജിക്ധർമങ്ങൾ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിന് ബൂളിയൻ ബീജഗണിതം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ലോജിക്കൽ പ്രവർത്തനങ്ങൾ പ്രതീകാത്മകമായി സൂചിപ്പിക്കുന്ന സമവാക്യങ്ങൾ ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ചില നിയമങ്ങളും സിദ്ധാന്തങ്ങളും അടങ്ങിയതാണ് ബൂളിയൻ ബീജഗണിതം.

ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിലെ സിദ്ധാന്തങ്ങളെ ബൂളിയൻ നിയമങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരം നിയമങ്ങളുപയോഗിച്ച് ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ എണ്ണം കുറയ്ക്കാനും വിശകലനം ചെയ്യാനും സാധിക്കുന്നു. സാധാരണ ബീജഗണിതത്തിൽ അക്ഷരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ചരങ്ങളെ (variables) പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. എന്നാൽ ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിൽ 0, 1 എന്നിവയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

10.9 നിയമങ്ങളുടെയും സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെയും വിശദീകരണം

1) പൂരകനിയമങ്ങൾ (കോംപ്ലിമെന്റേഷൻ നിയമങ്ങൾ)

പൂരകം എന്നാൽ 1 എല്ലാം 0 ആകും, അതുപോലെ 0 എല്ലാം 1 ആകും.

സിദ്ധാന്തം 1 : A=0 എന്നാൽ $\overline{A} = 1$

സിദ്ധാന്തം 2 : A=1 എന്നാൽ $\overline{A} = 0$

സിദ്ധാന്തം 3 : ഒരു സംഖ്യയുടെ പൂരകത്തിന്റെ പൂരകം ആ സംഖ്യ തന്നെയായിരിക്കും.

$\overline{\overline{A}} = A$

2) **AND പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സ്വഭാവം**

സിദ്ധാന്തം 4 : $A.1 = A$

$A = 0, B = 1$ എന്നിങ്ങനെയാണെങ്കിൽ $y = 0$

$A = 1, B = 1$ എന്നിങ്ങനെയാണെങ്കിൽ $y = 1$

ഇവിടെ ഔട്ട്പുട്ട് എപ്പോഴും A എന്ന ഇൻപുട്ടിനു തുല്യമായിരിക്കും.

സിദ്ധാന്തം 5 : $A.0 = 0$

ഏതെങ്കിലും ഒരു ഇൻപുട്ട് 0 ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ട് എല്ലായ്പ്പോഴും 0 ആയിരിക്കും.

സിദ്ധാന്തം 6 : $A.A = A$

ഔട്ട്പുട്ട് എല്ലായ്പ്പോഴും A എന്നതിന് തുല്യമായിരിക്കും.

7 : $A.\overline{A} = 0$

A യുടെ മൂല്യം എന്തുതന്നെയായാലും ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും.

3 **OR പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സ്വഭാവം**

സിദ്ധാന്തം 8 : $A+1 = 1$

A=0 ആവുകയും അടുത്ത ഇൻപുട്ട് 1 ആവുകയും ചെയ്താൽ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും. A=1 ആവുകയും അടുത്ത ഇൻപുട്ട് 1 ആവുകയും ചെയ്താലും ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും. അതായത് A യുടെ മൂല്യം എന്തായാലും ഔട്ട്പുട്ട് എല്ലായ്പ്പോഴും 1 ആയിരിക്കും.

സിദ്ധാന്തം 9 : $A+0 = A$

ഇവിടെ ഔട്ട്പുട്ട് A യുടെ മൂല്യം സ്വീകരിക്കുന്നു.

സിദ്ധാന്തം 10 : $A+A = A$

ഔട്ട്പുട്ട് എല്ലായ്പ്പോഴും A യ്ക്ക് തുല്യമായിരിക്കും.

സിദ്ധാന്തം 11 : $A + \overline{A} = 1$

A യുടെ മൂല്യം എന്തായാലും ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും.

4) **സംയോജിതനിയമം (Commutative law)**

സിദ്ധാന്തം 12 : സങ്കലനം, ഗുണനം മുതലായ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സംയോജിതനിയമം അനുസരിക്കുന്നവയാണ്. ഒരു ഗണിതശാസ്ത്രപ്രവർത്തനം സംയോജിതം ആകുന്നത് ഫലത്തെ ബാധിക്കാതെതന്നെ ഏതു ക്രമത്തിലും അതിലെ സംഖ്യകളെ ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുമ്പോഴാണ്.

ഉദാഹരണം A+B = B+A

AB = BA

വ്യവകലനം സംയോജിതമല്ല. കാരണം

A-B ≠ B-A

5) ക്രമനിയമം (Associative law)

സിദ്ധാന്തം 13 : ഗണിതശാസ്ത്രപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സംഖ്യകൾ തമ്മിൽ യോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഫലത്തെ ബാധിക്കാതെതന്നെ അവയെ ഏതു ക്രമത്തിലും വർഗീകരിക്കാൻ കഴിയുമെങ്കിൽ അത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ ക്രമനിയമം അനുസരിക്കുന്നവയാണ്. (A+B)+C = A+(B+C) = (A+C)+B അതുപോലെ AND പ്രവർത്തനവും ഫലത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല.

(AB)C = A(BC) = (AC) B

6) വിതരണനിയമം (Distributive law)

സിദ്ധാന്തം 14 : OR പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കു പകരമായി ഫലവ്യത്യാസം വരാതെതന്നെ AND പ്രവർത്തനം ഉൾക്കൊള്ളിക്കാൻ നമുക്ക് വിതരണമൂല്യം എന്ന സവിശേഷതമൂലം സാധിക്കും.

ഉദാഹരണം A(B+C) = AB+AC

സാധാരണ ബീജഗണിതത്തിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായ ഒന്നാണ് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന തരത്തിൽ ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിനു ബാധകമായ വിതരണനിയമം.

$A + (B.C) = (A + B).(A + C)$

10.10 ഡീ-മോർഗൻ സിദ്ധാന്തം

ഡീ-മോർഗൻ എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ഒരു ജോടി പ്രധാനപ്പെട്ട നിയമങ്ങളാണിത്.

സിദ്ധാന്തം 1 : ഈ സിദ്ധാന്തം പറയുന്നത് ചരങ്ങളുടെ ഗുണനഫലത്തിന്റെ പൂരകം ആ ചരങ്ങളുടെ പൂരകങ്ങളുടെ തുകയോട് തുല്യമായിരിക്കും എന്നാണ്. അതായത് ചരങ്ങൾ A യും B യും ആണെങ്കിൽ $\overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$. സാധൂകരണം-

A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A.B}$	$\overline{A} + \overline{B}$
0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0

പട്ടിക 10.10

മുകളിൽ നൽകിയ പട്ടിക പരിശോധിച്ചാൽ അവസാനത്തെ രണ്ടു കോളങ്ങൾ തുല്യമാണെന്നു മനസ്സിലാകും.

സിദ്ധാന്തം 2

ഈ സിദ്ധാന്തം പറയുന്നത് ചരങ്ങളുടെ തുകയുടെ പൂരകം അവയുടെ പൂരകങ്ങളുടെ ഗുണനഫലത്തോട് തുല്യമായിരിക്കുമെന്നാണ്.

$$\overline{A+B} = \overline{A}\,.\,\overline{B}$$

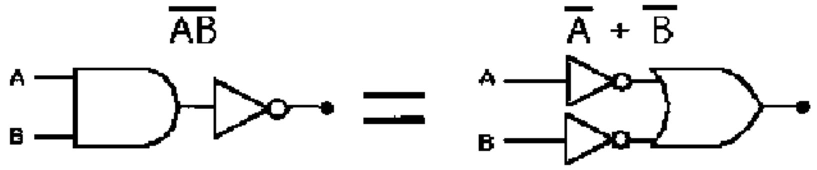
പ്രവർത്തനം 5 :

ഡിമോർഗൻ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് കോളങ്ങൾ പൂർത്തീകരിക്കുക.

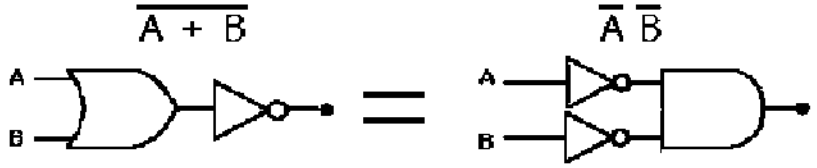
A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A}\,.\,\overline{B}$	$\overline{A+B}$
0	0	1		1	
0	1		0		0
1	0	0		0	
1	1		0		0

പട്ടിക 10.10

മേൽപ്പറഞ്ഞ നിയമങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതു പോലെ ലോജിക്കലായി ചിത്രീകരിക്കാം.



NOT ഗേറ്റുകളുടെ ഔട്ട്പുട്ട് OR ഗേറ്റുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ അത് NAND ഗേറ്റിനു തുല്യമാവും

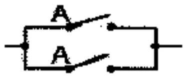
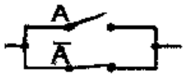
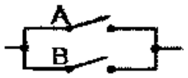


NOT ഗേറ്റുകളുടെ ഔട്ട്പുട്ട് AND ഗേറ്റുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ അത് OR ഗേറ്റിനു തുല്യമാവും

ചിത്രം 10.22 ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഡി–മോർഗൻ സിദ്ധാന്തം

ചിത്രം 10.23 ഡീ മോർഗൻ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വിശദീകരണം

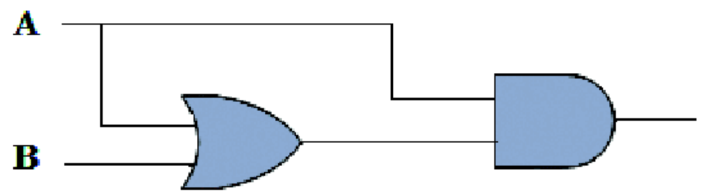
ബൂളിയൻനിയമങ്ങളുടെ ടേബിൾ

ബൂളിയൻ സമവാക്യം	വിവരണം	തുല്യമായ സ്വിച്ചിങ് സെർക്കീട്ട്
$A + 1 = 1$	A യും അടഞ്ഞ സ്വിച്ചും (closed switch) സമാന്തരമായി – **"CLOSED"**	
$A + 0 = A$	A യും തുറന്ന സ്വിച്ചും (open switch) സമാന്തരമായി – **"A"**	
$A . 1 = A$	A യും അടഞ്ഞ സ്വിച്ചും ശ്രേണീരൂപത്തിൽ – **"A"**	
$A . 0 = 0$	A യും തുറന്ന സ്വിച്ചും ശ്രേണീരൂപത്തിൽ – **"OPEN"**	
$A + A = A$	A യും A യും സമാന്തരമായി – **"A"**	
$A . A = A$	A യും A യും ശ്രേണീരൂപത്തിൽ – **"A"**	
$\overline{\overline{A}} = A$	**NOT NOT A** (ഇരട്ട നെഗറ്റീവ്) – **"A"**	
$A + \overline{A} = 1$	A യും $\overline{A}$ യും സമാന്തരമായി – **"CLOSED"**	
$A.\overline{A} = 0$	A യും $\overline{A}$ യും ശ്രേണീ രൂപത്തിൽ – **"OPEN"**	
$A+B = B+A$	A, B സമാന്തരമായി – B, A യ്ക്ക് സമാന്തരമായി	
$A.B = B.A$	A, B ശ്രേണീരൂപത്തിൽ – B, A യുമായി ശ്രേണീരൂപത്തിൽ	
$\overline{A + B} = \overline{A} . \overline{B}$	invert ചെയ്യുക, OR നു പകരം AND ഉപയോഗിക്കുക	ഡി- മോർഗൻ സിദ്ധാന്തം
$\overline{A . B} = \overline{A} + \overline{B}$	invert ചെയ്യുക, AND നു പകരം OR ഉപയോഗിക്കുക	ഡി- മോർഗൻ സിദ്ധാന്തം

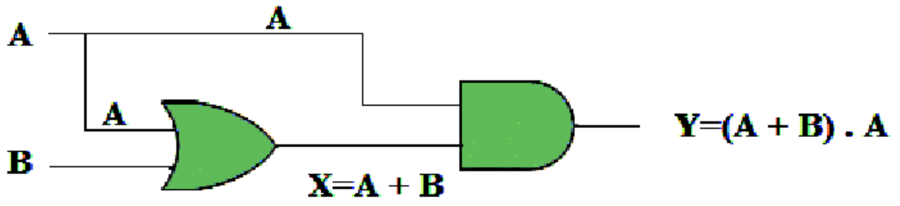
ടേബിൾ 10.12

പ്രശ്നം 10.1

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിന്റെ ലോജിക്കൽ സമവാക്യവും ട്രൂത്ത് ടേബിളും കണ്ടുപിടിക്കുക.



ചിത്രം 10.24 (a) ലോജിക് സെർക്കീട്ട്



ചിത്രം 10.24 (b) ഔട്ട്പുട്ട് സമവാക്യം അടയാളപ്പെടുത്തിയ ലോജിക് സെർക്കീട്ട്

സെർക്കീട്ടിൽ 2 ഇൻപുട്ടുകളാണുള്ളത്. അതിനാൽ ഇൻപുട്ടുകളിൽ 4 ഇൻപുട്ട് ഗണങ്ങൾ മാത്രമേ സാധ്യമാകൂ. ട്രൂത്ത് ടേബിൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

ഇതിൽ നിന്ന് Y യും A യും തുല്യമാണ് എന്നു കാണാം. അതായത് (A+B).A = A. അതിനാൽ മുകളിൽ നൽകിയിരിക്കുന്ന ലോജിക് സെർക്കീട്ടിൽ ഒരു ഗേറ്റ് പോലും ഉപയോഗിക്കാതെ നമുക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്താം. ഇത്തരത്തിൽ ബൂളിയൻ സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ചാൽ സെർക്കീട്ടുകളെ ലഘൂകരിക്കാം.

ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്	
A	B	X	Y
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	1

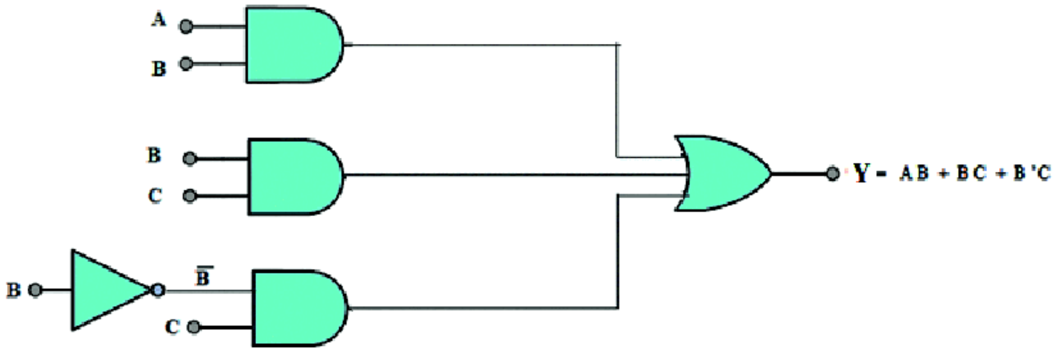
ടേബിൾ 10.13

പ്രശ്നം 10.2

$Y = AB + BC + \overline{B}C$ എന്ന സമവാക്യത്തിനു തുല്യമായ ലോജിക് സെർക്കീട്ട് വരയ്ക്കുക. സമവാക്യം ലഘൂകരിച്ചതിനു ശേഷം വീണ്ടും അതിന് തുല്യമായ ലോജിക് സെർക്കീട്ട് കണ്ടുപിടിക്കുക.

- തന്നിരിക്കുന്ന സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് സെർക്കീട്ട് വരച്ചാൽ എത്ര ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ ഉപയോഗിക്കണം?
- ലഘൂകരിച്ച് സമവാക്യത്തിന് തുല്യമായ ലോജിക് സെർക്കീട്ട് വരച്ചാൽ എത്ര ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ ഉപയോഗിക്കണം?

മുകളിലെ സമവാക്യത്തിന്റെ ലോജിക് സെർക്കീട്ട് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.25 *(a)*

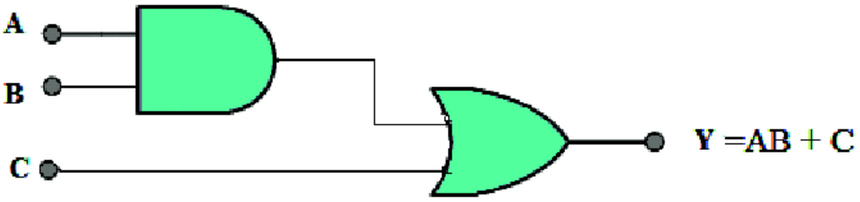
ബൂളിയൻനിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് ഇതു ലഘൂകരിക്കാം

$$AB+BC+B'C = AB+C(B+B')$$

$$= AB+C.1$$

$$= AB+C$$

ലഘൂകരിച്ച സമവാക്യത്തെ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നതുപോലെ സൂചിപ്പിക്കാം.



ചിത്രം 10.25 *(b)*

മുകളിൽ നൽകിയ ഉദാഹരണത്തിൽനിന്ന് ബൂളിയൻ ബീജഗണിതം ഉപയോഗിച്ച് സെർക്കീട്ടിന്റെ വലുപ്പം കുറയ്ക്കാനാവുമെന്നു കാണാം.

നേരിട്ട് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ AND, NOT, OR എന്നീ ഗേറ്റുകൾ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ ലഘൂകരിച്ചപ്പോൾ നമുക്ക് AND, OR എന്നീ ഗേറ്റുകൾ മാത്രം ഉപയോഗിച്ചാൽ മതി.

പ്രശ്നം 10.3

താഴെ കൊടുത്ത ബൂളിയൻനിയമം ഉപയോഗിച്ച് ലഘൂകരിക്കുക.

(A+B) (A+C)

ഉത്തരം

Y= (A+B) (A+C)		
AA+AC +AB+BC	-	വിതരണനിയമം
A +AC +AB+BC	-	AND നിയമം (A.A) = A
A(1+C) +AB+BC	-	വിതരണനിയമം
A.1 +AB+BC	-	OR നിയമം (1+C) = 1
A(1 +B)+BC	-	വിതരണനിയമം
A.1 +BC	-	OR നിയമം (1+B = 1)
Y = A+BC	-	AND നിയമം (A · 1 =A)

അങ്ങനെ, Y= (A+B) (AC) എന്ന സമവാക്യം Y= A+BC എന്നു ചുരുക്കാം.

പ്രശ്നം 10.4

A' B C' + A' B Cഎന്ന ബൂളിയൻ സമവാക്യം ലഘൂകരിക്കുക.

ഉത്തരം

X = A' B എന്നും Y = C' എന്നുമാണെങ്കിൽ

മുകളിൽ നൽകിയിരിക്കുന്ന ബൂളിയൻ സമവാക്യം X Y + X Y' എന്നെഴുതാം.

A'BC'+A'BC = X (Y + Y')

= X = A' B

പ്രശ്നം 10.5

Y= A + A' B = A + B എന്നു തെളിയിക്കുക.

ഉത്തരം

വിതരണനിയമം അനുസരിച്ച്

A + A' B = (A + A') (A + B) = 1 · (A + B) = A + B

പ്രശ്നം 10.6

A + A.B' + A'Bഎന്ന സമവാക്യം ലഘൂകരിക്കുക.

ഉത്തരം

A + A.B' + A'B = A (1 + B') + A'B

= A .1 +A'B

= A+A'B

= A+B

പ്രശ്നം 10.7

A' B' C' + A' B C' + A' B C + A B' C' എന്ന ബൂളിയൻ സമവാക്യം ലഘൂകരിക്കുക.

ഉത്തരം

Y = A' C' (B' + B) + A' B C + A B' C'

= A' C' + A' B C + A B' C'

= A' (C' + BC) + A B' C'

= A'(C' + B) + A B' C'

Y = A'C' + A'B' + A B'C' (വിതരണനിയമം അനുസരിച്ച് $\overline{C} + BC = \overline{C}B$)

പ്രശ്നം 10.8

Y = ABC + AB'C + ABC' എന്ന സമവാക്യം ലഘൂകരിക്കുക.

= AC (B + B') + ABC'

= AC .1 + ABC'

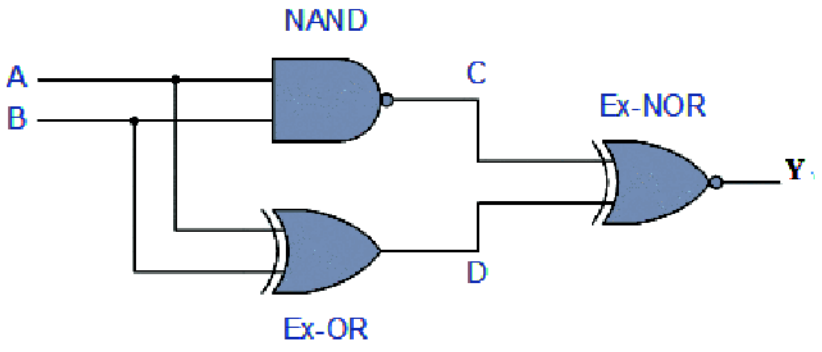
= AC + ABC'

= A (C + BC')

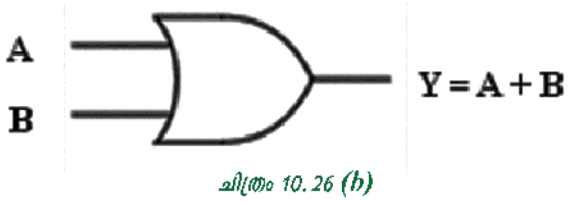
Y = A (C + B)

പ്രശ്നം 10.9

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിനു C, D, Y എന്നീ പോയിന്റുകളിലുള്ള ട്രൂത്ത് ടേബിൾ നിർമിക്കുക. അതിനുശേഷം ഈ മുഴുവൻ സെർക്കീട്ടിനെയും പകരം ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ഒരൊറ്റ ഗേറ്റ് ഏതെന്നു കണ്ടുപിടിക്കുക.



ചിത്രം 10. 26 (a)



ചിത്രം 10. 26 (b)

ചിത്രം 10.26 (a) യിലെ സെർക്കീട്ടിൽ 2 ഇൻപുട്ടുള്ള ഒരു NAND ഗേറ്റ്, 2 ഇൻപുട്ടുള്ള EX-OR ഗേറ്റ് കൂടാതെ 2 ഇൻപുട്ടുള്ള ഒരു NOR ഗേറ്റ് എന്നിവ കാണാം. ഇവിടെ A, B എന്നീ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളാണുള്ളത്. അതിൽ 4 തരം ഇൻപുട്ട് ഗണങ്ങൾക്കു മാത്രമേ സാധ്യതയുള്ളൂ. (2^2=4) അതായത് (0.0), (0.1), (1.0), (1,1) എന്നീ ഇൻപുട്ടുകൾക്കാണ് സാധ്യത. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ട്രൂത്ത് ടേബിളിൽ എല്ലാ ഗേറ്റുകളുടെയും ഔട്ട്പുട്ട് കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്		
A	B	C	D	Y
0	0	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1

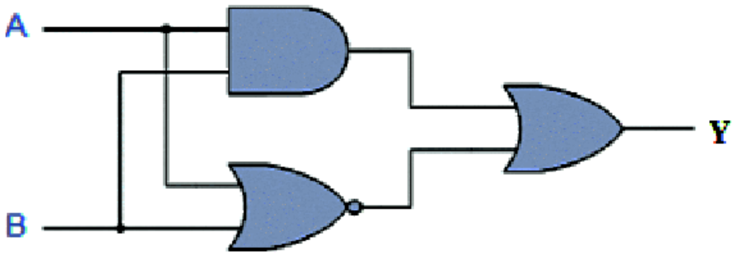
ടേബിൾ 10.14

ടേബിളിൽ C എന്ന കോളം NAND ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. D എന്ന കോളം X OR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. മേൽപ്പറഞ്ഞ രണ്ടു ഗേറ്റുകളുടെയും ഔട്ട്പുട്ട് ആണ് XNOR ഗേറ്റിന്റെ ഇൻപുട്ട്.

എന്തെന്നാൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഇൻപുട്ട് 1 ആയാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും എന്ന് ഈ ട്രൂത്ത് ടേബിളിൽനിന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. ഇത് ഒരു OR ഗേറ്റിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിളിനോട് സാമ്യമുള്ളതാണ്. ഇതിനർഥം ഒരു വലിയ സെർക്കീട്ടിനെ നമുക്ക് ഒരു OR ഗേറ്റ് കൊണ്ട് മാറ്റി നിർമിക്കാം എന്നാണ്.

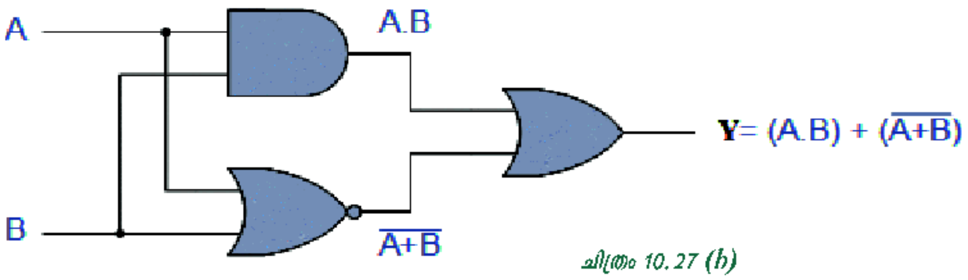
പ്രശ്നം 10.10

ചിത്രം 10.27 ൽ തന്നിരിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിന്റെ ബൂളിയൻ സമവാക്യം എഴുതുക.



ചിത്രം 10.27 (a)

ഇതിൽ ഒരു AND ഗേറ്റ്, ഒരു NOR ഗേറ്റ് കൂടാതെ ഒരു OR ഗേറ്റ് എന്നിവയുണ്ട്. AND ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് സമവാക്യം A.B യും. NOR ഗേറ്റിന്റെ സമവാക്യം $\overline{A+B}$ ഉം ആണ്. ഈ രണ്ടു ഔട്ട്പുട്ടുകളും OR ഗേറ്റിന്റെ ഇൻപുട്ടുകളാണ് എന്ന ചിത്രത്തിൽനിന്നു (ചിത്രം 10.27 (b)) വ്യക്തമാണല്ലോ. അതിനാൽ സെർക്കീട്ടിന്റെ ആകെ ഔട്ട്പുട്ട് താഴെപറയും പ്രകാരമാണ്.



ചിത്രം 10.27 (b)

ഇതിന്റെ സമവാക്യം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ ലഘൂകരിക്കാം.

ഇൻപുട്ട്		ഇന്റർമീഡിയേറ്റ്		ഔട്ട്പുട്ട്
B	A	A.B	$\overline{A+B}$	Y
0	0	0	1	1
0	1	0	0	0
1	0	0	0	0
1	1	1	0	1

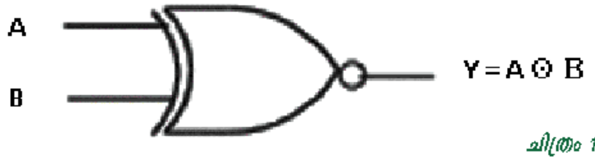
പട്ടിക 10.15

$Y=(A.B)+(\overline{A+B})$

ഡീ-മോർഗൻ നിയമം അനുസരിച്ച് $\overline{A+B}=\overline{A}.\overline{B}$

അതിനാൽ $Y=A.B+\overline{A}.\overline{B}$.

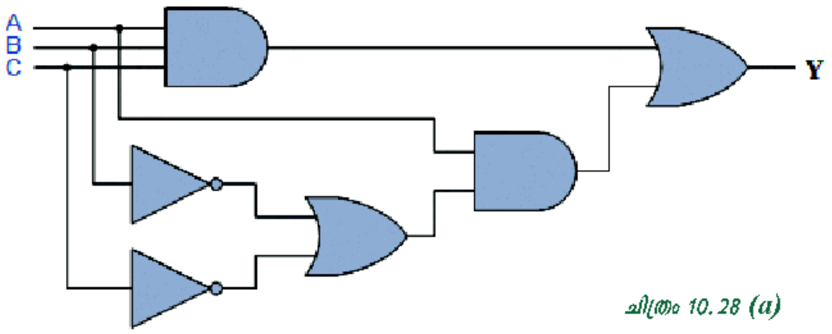
ഇത് ഒരു XNOR ഗേറ്റിന്റെ സമവാക്യമാണ്. അതിനാൽ മേൽപ്പറഞ്ഞ മുഴുവൻ സെർക്കീട്ടുകളും ഒരു XNOR ഗേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് മാറ്റിനിർമിക്കാം. ഇത് ചിത്രം 10.27 (C) യിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.27 (c)

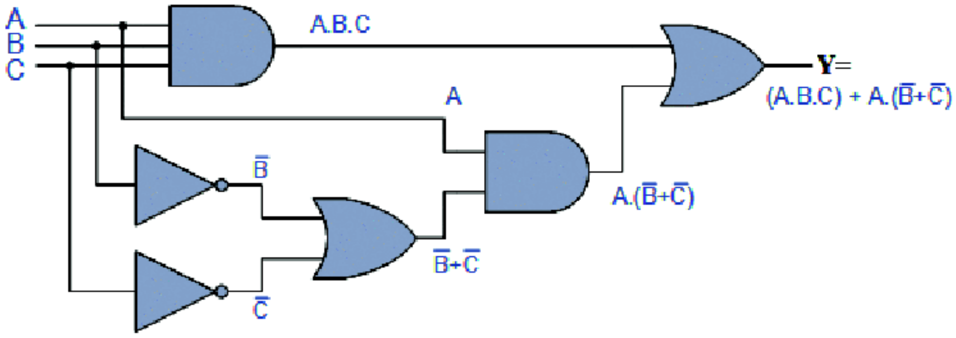
പ്രവർത്തനം 5

താഴെ കൊടുത്തതിന്റെ ബൂളിയൻ ബീജഗണിത സമവാക്യം എഴുതുക



ചിത്രം 10.28 (a)

ഈ സെർക്കീട്ട് അൽപ്പം സങ്കീർണമാണ്. എങ്കിലും ഇത് AND, OR, NOT എന്നീ ഗേറ്റുകൾ മാത്രം യോജിപ്പിച്ച് നിർമിച്ചതാണ്. മുമ്പു പറഞ്ഞ ബൂളിയൻ സമവാക്യമനുസരിച്ച് ഓരോ ഗേറ്റിന്റെയും ഔട്ട്പുട്ട് എഴുതി അവസാനഫലത്തിലേക്കു വരാം.



ചിത്രം 10.28 (b)

ഇൻപുട്ട്			ഇന്റർമീഡിയേറ്റ്					ഔട്ട്പുട്ട്
C	B	A	A.B.C	B	C	B+C	A.(B+C)	Y
0	0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1

പട്ടിക 10.16

മുകളിൽ കൊടുത്ത സെർക്കീട്ട് പരിശോധിച്ചാൽ താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ നമുക്ക് മനസ്സിലാകും.

1). A,B,C എന്നീ ഇൻപുട്ടുകൾ 1 ആയാൽ മാത്രം ABC 1 ആകൂ. അതുപോലെ $A.(\overline{B}+\overline{C})$ എന്നത് 0 ആണ്. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും.

2). എന്നാൽ A യുടെ വില 1 ഉം B യോ C യോ 0 വും ആയാൽ $A \cdot B \cdot C$ എന്നത് 0 ആയിരിക്കും. അവിടെ $A.(\overline{B}+\overline{C})$ എന്നത് 1 ആയിരിക്കും. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആയിരിക്കും.

3). A എന്നത് 0 ആയിരിക്കുന്ന അവസ്ഥയിൽ B യും C യും 1 ആയാൽ A.B.C എന്നത് 0 ആയിരിക്കും. അതേസമയം $A.(\overline{B}+\overline{C})$ എന്നത് 0 ആയിരിക്കാം. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും.

4). A പൂജ്യമായിരിക്കുകയും (LOW) B യോ C യോ ഏതെങ്കിലും ഒന്ന് പൂജ്യമായിരിക്കുകയും ചെയ്താൽ A.B.C എന്നത് പൂജ്യമായിരിക്കും (LOW). അതിനാൽ $A.(\overline{B}+\overline{C})$ എന്നതും പൂജ്യമായിരിക്കും (LOW). അപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് 0 ആയിരിക്കും.

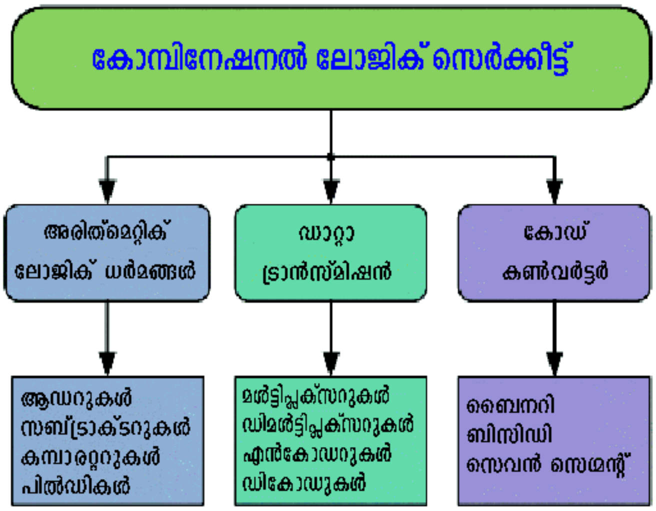
മേൽപ്പറഞ്ഞ എല്ലാ സാഹചര്യങ്ങളിലും ഏതാണോ ഇൻപുട്ട്, അതുതന്നെയായിരിക്കും ഔട്ട്പുട്ടും. അതിനാൽ മുകളിൽ നൽകിയിരിക്കുന്ന ഗേറ്റുകൾ ഉപയോഗിക്കാതെതന്നെ മുഴുവൻ സെർക്കീട്ടിനെയും A എന്ന ഇൻപുട്ട് കൊണ്ട് നമുക്ക് മാറ്റി സ്ഥാപിക്കാം. അപ്പോൾ ബൂളിയൻ സമവാക്യം Y = A എന്നു ലഭിക്കും.

10.11 ഡിജിറ്റൽ സംവിധാനങ്ങൾ (Digital Systems)

ഡിജിറ്റൽ സംവിധാനങ്ങൾ രണ്ടു തരത്തിലാണുള്ളത്. അവ കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളും സീക്വൻഷ്യൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളുമാണ്.

1) കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ട്

കോമ്പിനേഷനൽ സെർക്കീട്ടുകളുടെ ഔട്ട്പുട്ട് ലോജിക്കൽ ധർമമനുസരിച്ചും അതിന്റെ നിലവിലുള്ള ഇൻപുട്ട് അനുസരിച്ചുമായിരിക്കും. അത് ആ സമയത്തു നൽകുന്ന ഇൻപുട്ടിനെ അനുസരിച്ച് മാത്രമായിരിക്കും. അവിടെ ഫീഡ് ബാക്ക് ഉണ്ടാവില്ല. ഇൻപുട്ടിലെ ഏതൊരു വ്യത്യാസവും അതിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെ ബാധിക്കും. കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ ഔട്ട്പുട്ട് എല്ലാ സമയവും അതിന്റെ ഇൻപുട്ടിനെ ആശ്രയിച്ചായിരിക്കും. അതായത് അവിടെ മെമ്മറി, ടൈമിങ്, ഫീഡ്മാക്ക് എന്നിവയില്ലാത്തതുകൊണ്ട് ഇൻപുട്ടിന്റെ അവസ്ഥ മാറിയാൽ ഔട്ട്പുട്ടും മാറും. കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ അടിസ്ഥാന നിർമാണഘടകം ലോജിക് ഗേറ്റുകളാണ്. കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകൾ താഴെ കാണുംവിധം തരംതിരിക്കാം.



ചിത്രം 10.29,
വിവിധതരം കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകൾ.

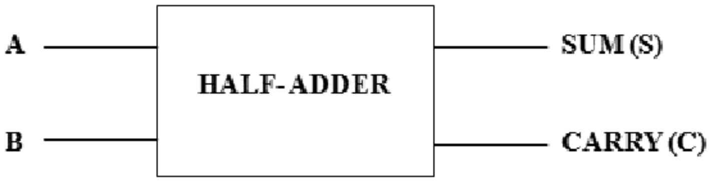
2) സീക്വൻഷ്യൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ട്

ഒരു സീക്വൻഷ്യൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് അതിന്റെ നിലവിലുള്ള ഇൻപുട്ടിനെയും അതിനുമുമ്പ് ഉണ്ടായിരുന്ന ഔട്ട്പുട്ടിനെയും അനുസരിച്ചായിരിക്കും. അതായത് ഇത്തരം ലോജിക് ഗേറ്റുകൾക്ക് മെമ്മറിയുണ്ട് എന്ന് അർഥമാക്കാം.

10.12 ഹാഫ് ആഡർ

ആഡർ സെർക്കീട്ടുകളാണ് കമ്പ്യൂട്ടറിന്റെ സെൻട്രൽ പ്രോസസിങ് യൂണിറ്റിലും കാൽകുലേറ്ററിലുമെല്ലാം അരിത്മറ്റിക്കും ലോജിക്കുമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തുന്നത്. രണ്ടു ബൈനറി ബിറ്റുകളുടെ തുക കാണുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് ഹാഫ് ആഡറെന്നും മൂന്ന് ബൈനറി ബിറ്റുകളുടെ തുക കാണുന്നതിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടുകളെ ഫുൾ ആഡർ എന്നും പറയുന്നു. ഹാഫ് ആഡർ 2 ബിറ്റുകളെ തമ്മിൽ കൂട്ടുമ്പോൾ ഒരു തുകയും (sum) ഒരു ക്യാരിയും ഉണ്ടാകുന്നു.

ചിത്രം 10.30 ഹാഫ് ആഡറിന്റെ ചിഹ്നത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതിൽ 2 ഇൻപുട്ടുകൾക്ക് A എന്നും B എന്നും പേരു നൽകിയിരിക്കുന്നു. രണ്ട് ഔട്ട്പുട്ടുകൾ തുകയും (sum) ശിഷ്ടവും (carry) ആകുന്നു.



ചിത്രം 10.32 (ഫുൾ ആഡറിന്റെ ലോജിക്കൽ ചിഹ്നം)

ഒരു ഹാഫ് ആഡറിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഇൻപുട്ട്		ഔട്ട്പുട്ട്	
A	B	SUM	CARRY
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

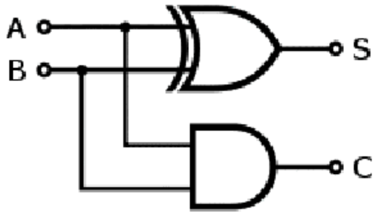
പട്ടിക 10.17

ഹാഫ് ആഡറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടുകളുടെ ബൂളിയൻ സമവാക്യം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$S = \mathbf{A} \oplus B$

$C = A.B$

ഇതിന് അനുബന്ധമായ ലോജിക് സെർക്കീട്ട് ചിത്രം 10.31 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

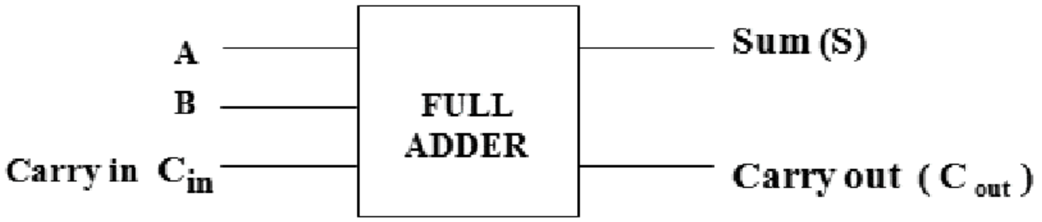


ചിത്രം 10.31 ഹാഫ് ആഡറിന്റെ ലോജിക് സെർക്കീട്ട്

ഒരു ഹാഫ് ആഡറിൽ AND ഗേറ്റ് XOR ഗേറ്റിന് സമാന്തരമായി നൽകിയിരിക്കുന്നു. അതിൽ OR ഗേറ്റ് തുകയും (sum) AND ഗേറ്റ് ക്യാരിയും നൽകുന്നു. ട്രൂത്ത് ടേബിളിലെ sum എന്ന കോളം XOR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെയും ശിഷ്ടം എന്ന കോളം AND ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിനെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

10.13 ഫുൾ ആഡർ

കമ്പ്യൂട്ടിങ് സംവിധാനത്തിൽ ഒഴിച്ചുകൂടാനാവാത്ത ഒന്നാണ് ഹാഫ് ആഡർ. ഒന്നിലധികം ബിറ്റുകളുടെ ബൈനറിസംഖ്യകൾ കൂട്ടുമ്പോൾ, LSB കൂട്ടുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ക്യാരിയെ തൊട്ടടുത്ത ബിറ്റുകൾ കൂട്ടുമ്പോൾ പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. എന്നാൽ ഹാഫ് ആഡറിന് രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകൾ മാത്രമായതിനാൽ ക്യാരിയെ പരിഗണിക്കാൻ കഴിയില്ല. അതിനാൽ ഒന്നിലധികം ബിറ്റുകളുള്ള ബൈനറിസംഖ്യകളുടെ തുക കണക്കാക്കാൻ അതിന് സാധിക്കില്ല. എന്നാൽ ഒരു ഫുൾ ആഡർ മൂന്നു ബിറ്റുകളെ തമ്മിൽ കൂട്ടുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഇതിന് മൂന്ന് ഇൻപുട്ടും രണ്ട് ഔട്ട്പുട്ടുകളും ആണുള്ളത്. രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകൾ തുക കാണാനുള്ള രണ്ട് ബിറ്റുകളും മൂന്നാമത്തേത് മുമ്പ് ഉണ്ടായ ക്യാരിയുമാണ്. ഒരു ഫുൾ ആഡറിന്റെ ലോജിക് ചിഹ്നം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു ഫുൾ ആഡറിന്റെ ലോജിക്കൽ സെർക്കീട്ട് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.32 ഫുൾ ആഡറിന്റെ ലോജിക്കൽ ചിഹ്നം

ഇവിടെ A യും B യുമാണ് രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകൾ. Cin എന്നത് മുന്നിലത്തെ ഘട്ടത്തിലെ ക്യാരിയാണ്. Cout ആണ് ഇതിന്റെ ക്യാരി ഔട്ട്പുട്ട്. കൂടാതെ S എന്നത് തുകയും ആകുന്നു. ഫുൾ ആഡറിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഇൻപുട്ട്			ഔട്ട്പുട്ട്	
A	B	C_{in}	S	C_{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

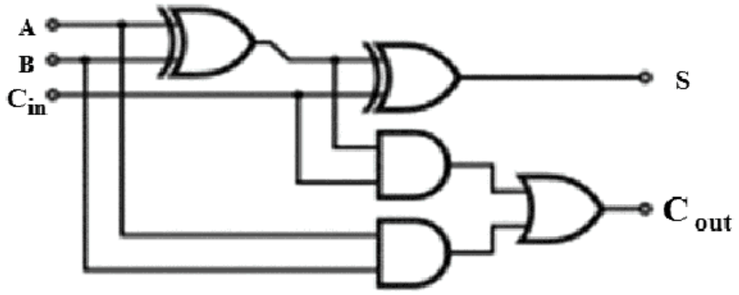
പട്ടിക 10.18 ഫുൾ ആഡറിന്റെ ട്രൂത്ത് ടേബിൾ

ഇവിടെ ഏതെങ്കിലും രണ്ട് ഇൻപുട്ട് '1' ആയാൽ Cout '1' ആയിരിക്കും. Cout '1' ആയാൽ അടുത്ത സ്റ്റേജിൽ Cin '1' ആയിരിക്കും. S എന്നത് മൂന്ന് ഇൻപുട്ടുകളുടെയും XOR ഔട്ട്പുട്ട് ആണ്. ഇതിന്റെ ലോജിക്കൽ സമവാക്യം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$S = A \oplus B \oplus C_{in}$$

$$C_{out} = (A.B) + (C_{in}.(A \oplus B)$$

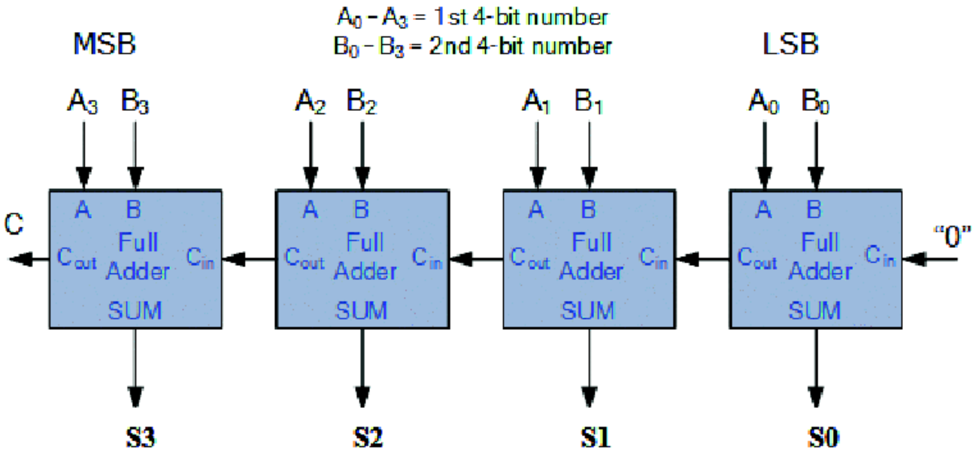
ഒരു ഫുൾ ആഡറിന്റെ ലോജിക്കൽ സെർക്കീട്ട് കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.33 ഫുൾ ആഡറിന്റെ ലോജിക്കൽ സെർക്കീട്ട്

പാരലൽ ബൈനറി ആഡർ (Ripple carry adder)

എല്ലാ ഡിജിറ്റൽ സംവിധാനത്തിലും ഒന്നിൽ കൂടുതൽ ബിറ്റുകളുള്ള സംഖ്യകൾ തമ്മിൽ കൂട്ടേണ്ടതുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി, കമ്പ്യൂട്ടറിലും കാൽകുലേറ്ററിലും മറ്റും 8 മുതൽ 64 ബിറ്റ് വരെയുള്ള സംഖ്യകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇത് സാധ്യമാകുന്നത് പല ഫുൾ ആഡറുകൾ കൂടിച്ചേർന്നാണ്. അതായത് ആഡർ സെർക്കീട്ടുകൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഒരു 4 ബിറ്റ് ആഡറിന് 4 ബിറ്റ് സംഖ്യകളെ ഒറ്റയടിക്ക് കൂട്ടാനാകും. ഉദാഹരണം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 10.34 നാല് ബിറ്റ് ഫുൾ ആഡർ

താഴെ കൊടുത്ത രണ്ട് 4 ബിറ്റ് സംഖ്യകൾ പരിഗണിക്കുക.

0 1 1 1 +	where A3 = 0, A2 = 1, A1 = 1 and A0 = 1
<u>0 0 1 1</u>	where B3 = 0, B2 = 0, B1 = 1 and B0 = 1
1 0 1 0	where S3 = 1, S2 = 0, S1 = 1, S0 = D and Cout = 0

ഒരു ഫുൾ ആഡറിന്റെ പ്രവർത്തനം താഴെ പറയുന്ന രീതിയിലാണ്. A_0, B_0 എന്നിവയാണ് ഏറ്റവും മൂല്യം കുറഞ്ഞ സ്ഥാനത്തുള്ള ബിറ്റുകൾ എന്നതുകൊണ്ട് അവയ്ക്ക് ക്യാരി (Cin) ഉണ്ടാവില്ല. അതിനാൽ Cin ‘0’ ആയിരിക്കും.

ഘട്ടം 1 : ഇവിടെ A_0 യും B_0 ‘1’ ആണ്. അതിനാൽ തുക പൂജ്യവും കൂടാതെ ഒരു ശിഷ്ടം ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യും. അത് അടുത്ത ഫുൾ ആഡറിന്റെ ഇൻപുട്ടുകളായ A_1 B_1 എന്നിവയുടെ കൂടെ Cin ആയി കൊടുക്കുന്നു.

ഘട്ടം 2 : A_1 യും B_1 1 ഉം ക്യാരി 1 ഉം ആയിരിക്കുമ്പോൾ തുക ‘1’ ആണ്. അടുത്ത സ്റ്റേജിലേക്കുള്ള ക്യാരിയും ‘1’ ആകും.

ഘട്ടം 3 : A_2 ‘1’ ഉം B_2 ‘0’ വും ക്യാരി ഇൻപുട്ട് ‘1’ ഉം ആയതിനാൽ തുക ‘0’ ആയിരിക്കും. കൂടാതെ അടുത്ത സ്റ്റേജിലേക്കുള്ള ക്യാരി ‘1’ ഉം ഉണ്ടാകും.

ഘട്ടം 4 : ഇവിടെ A_3 യും B_3 യും ‘0’ വും ക്യാരി ഇൻപുട്ട് ‘1’ ഉം ആയതിനാൽ തുക $S_3 = 1$ ആകും. ക്യാരി ഔട്ട്പുട്ട് ‘0’ ആണ്. അതിനാൽ $S_3 = 1$, $S_2 = 0$, $S_1 = 1$, $S_0 = 0$.

സംഗ്രഹിക്കാം

നാം സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഡെസിമൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം കൂടാതെ വേറെയും സംഖ്യാസമ്പ്രദായങ്ങളുണ്ട്. അടിസ്ഥാനം ‘2’ ആയിട്ടുള്ള ബൈനറിസംഖ്യാസമ്പ്രദായം, അടിസ്ഥാനം ‘8’ ആയിട്ടുള്ള ഒക്റ്റൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം, ‘16’ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായം എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഏതൊരു സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിലുമുള്ള സംഖ്യയെയും മറ്റ് ഏതു സംഖ്യാസമ്പ്രദായ

ത്തിലേക്കും മാറ്റാവുന്നതാണ്. ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിൻ 0 മുതൽ 9 വരെയുള്ള അക്കങ്ങളും A മുതൽ F വരെയുള്ള അക്ഷരങ്ങളും ഉൾപ്പെടെ 16 സംഖ്യകൾ ഉണ്ട്. ലോജിക് ഗേറ്റുകൾ അവയ്ക്കു നൽകപ്പെടുന്ന ഇൻപുട്ടുകളെ അതത് ഗേറ്റിന് അനുസൃതമായ ലോജിക്കൽ ബന്ധത്തിനു വിധേയമാക്കി അതിനനുസരിച്ചുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് നൽകുന്നു. പ്രാഥമിക ഗേറ്റുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നത് AND, OR, NOT എന്നിവയാണ്. മറ്റ് ഗേറ്റുകൾ NAND, NOR, XOR, XNOR മുതലായവയാണ്. ഇതിൽ NAND ഉം NOR ഉം യൂണിവേഴ്സൽ ഗേറ്റുകൾ എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. A ഉം B ഉം ഇൻപുട്ടുകളെങ്കിൽ ഒരു AND ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് A.B ഉം OR ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് A+B യുമാണ്. കൂടാതെ ഒരു NOT ഗേറ്റിന്റെ ഇൻപുട്ട് A ആണെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് $\overline{A}$ ഉം ആയിരിക്കും. രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളുള്ള ഒരു XOR ഗേറ്റിൽ ഔട്ട്പുട്ട് 1 ആകുന്നത് അതിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഇൻപുട്ട് 1 ആയിരിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ്. ബൈനറിസംഖ്യകൾ ചരങ്ങളായിട്ടുള്ള ബീജഗണിതത്തെ ബൂളിയൻ ബീജഗണിതം എന്നു പറയുന്നു. ഡീ-മോർഗൻ സിദ്ധാന്തം അനുസരിച്ച് രണ്ടു ചരങ്ങളുടെ ഗുണനഫലത്തിന്റെ പൂരകം എന്നത് ഓരോ ചരത്തിന്റെയും പൂരകത്തിന്റെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമായിരിക്കും. ഡിജിറ്റൽ സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിലെ രണ്ട് തരം സെർക്കീട്ടുകൾ കോമ്പിനേഷനൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളും സീക്വൻഷ്യൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടുകളുമാണ്. ഒരു കോമ്പിനേഷണൽ ലോജിക് സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നത് ആ സമയത്തെ ഇൻപുട്ടിന് അനുസരിച്ച് മാത്രമുള്ള ലോജിക് സമവാക്യം അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. സീക്വൻഷ്യൽ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് തീരുമാനിക്കുന്നത് അതിന്റെ നിലവിലുള്ള ഇൻപുട്ടും മുമ്പുള്ള ഔട്ട്പുട്ടുമനുസരിച്ചായിരിക്കും. രണ്ട് ബൈനറി ബിറ്റുകളെ തമ്മിൽ കൂട്ടാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിനെ ഹാഫ് ആഡർ എന്നും മൂന്ന് ബിറ്റുകളെ തമ്മിൽ കൂട്ടാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടിനെ ഫുൾ ആഡർ എന്നും പറയുന്നു. കൂടുതൽ ബിറ്റുകളെ തമ്മിൽ കൂട്ടാൻ വിവിധ ഫുൾ ആഡറുകൾ ഒരുമിച്ച് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത്തരം സെർക്കീട്ടുകളെ സമാന്തര ബൈനറി ആഡർ എന്നോ റിപ്പിൾ ക്യാരി ആഡർ എന്നോ പറയുന്നു.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- വിവിധതരം സംഖ്യാസമ്പ്രദായങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വിശദാംശങ്ങൾ വിവരിക്കുന്നു.
- ഒരു സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിൽനിന്ന് ഒരു സംഖ്യയെ മറ്റൊരു സംഖ്യാസമ്പ്രദായത്തിലേക്കു പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നു.
- ബൈനറിസംഖ്യകളുടെ തുക കണക്കാക്കുന്നു.
- ലോജിക് ഗേറ്റുകളുടെ ചിഹ്നങ്ങളും ട്രൂത്ത് ടേബിളുകളും തയാറാക്കുന്നു.
- വിവിധ ഗേറ്റുകളുടെ ലോജിക് സമവാക്യം എഴുതുന്നു.
- NAND ഗേറ്റിന്റെയും NOR ഗേറ്റിന്റെയും യൂണിവേഴ്സൽ സ്വഭാവം ചൂണ്ടിക്കാട്ടുന്നു.
- അടിസ്ഥാന ബൂളിയൻ ബീജഗണിതവും അതിന്റെ തത്ത്വങ്ങളും വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ഡീ-മോർഗൻ സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിച്ച് വിവിധ ലോജിക് സമവാക്യങ്ങൾ ലഘൂകരിക്കുന്നു.

- കോമ്പിനേഷണൽ സെർക്കീട്ടും സീക്വൻഷ്യൽ സെർക്കീട്ടും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം ചൂണ്ടിക്കാട്ടുന്നു.
- ഹാഫ് ആഡർ, ഫുൾ ആഡർ, പാരലൽ ബൈനറി ആഡർ എന്നീ സെർക്കീട്ടുകൾ വരയ്ക്കുകയും അവയുടെ പ്രവർത്തനം വിശദമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1) ബൂളിയൻ ബീജഗണിതത്തിൽ '+' ചിഹ്നം എന്തിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു?

a) AND പ്രവർത്തനം | b) OR പ്രവർത്തനം
c) NOT പ്രവർത്തനം | d) ഇവയിൽ ഒന്നുമല്ല

2) $\overline{A+B} =$ ______________

a) A+B | b) $\overline{A}+\overline{B}$
c) A.B | d) $\overline{A}\cdot\overline{B}$

3) A+A.B = ______________

a) B | b) A
c) A+B | d) ഇവയിൽ ഒന്നുമല്ല

4) $(110110)_2 = (\quad\quad)_{10}$

a) 24 | b) 38
c) 54 | d) 108

5) ഹെക്സാ ഡെസിമൽ സംഖ്യയുടെ അടിസ്ഥാനം (Basc) ____________ ആണ്.

a) 2 | b) 8
c) 15 | d) 16

6) 1111 എന്ന ബൈനറി സംഖ്യക്ക് തുല്യമായ ഡെസിമൽ സംഖ്യ ____________ ആണ്.

a) 15 | b) 7
c) 8 | d) 16

7) എല്ലാ ഇൻപുട്ടുകളും 'HIGH' ആയിരിക്കുമ്പോൾ ____________ ഗേറ്റിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് 'LOW' ആയിരിക്കും.

a) OR ഗേറ്റ് | b) AND ഗേറ്റ്
c) XOR ഗേറ്റ് | d) ഇവയിൽ ഒന്നുമല്ല

8) താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയിൽ വ്യത്യസ്തമായ ഒരു ഗേറ്റ് ഏതാണ്?

a) AND | b) NAND
c) NOT | d) OR

9) രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളും 'LOW' ആയിരിക്കുമ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് 'HIGH' ആകുന്നത് ________ ഗേറ്റിന് ആയിരിക്കും.

a) OR　　b) NAND

c) XOR　　d) AND

10) ഒരു ഹാഫ് ആഡറിൽ തുകയും (sum) ക്യാരിയും ലഭിക്കുന്നത് യഥാക്രമം ________ ഗേറ്റുകളിലൂടെയാണ്.

a) XOR ഉം OR ഉം　　b) XOR ഉം NOT ഉം

c) OR ഉം AND ഉം　　d) XOR ഉം AND ഉം

11) മൂന്ന് ഇൻപുട്ടുകളും രണ്ട് ഔട്ട്പുട്ടുകളും ഉള്ളത് ________ ന് ആണ്.

a) NAND ഗേറ്റ്　　b) ഹാഫ് ആഡർ

c) ഫുൾ ആഡർ　　d) XNOR ഗേറ്റ്

ഉത്തരസൂചിക

1. b　2. d　3. c　4. c　5. d　6. a　7. c　8. b　9. b　10. d　11. c

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1) $Y = A\overline{B} + (\overline{A} + \overline{B})C$ എന്നത് ലഘൂകരിക്കുക.

2) $Y = (\overline{A} + B)(A + B)$ എന്നത് ലഘൂകരിക്കുക.

3) $\overline{A}B + A.B + AB$ എന്നത് ലഘൂകരിക്കുക.

4) താഴെ കൊടുത്ത സമവാക്യങ്ങൾക്ക് തുല്യമായ ലോജിക് സെർക്കീട്ട് വരയ്ക്കുക.

i. $Q = A\overline{B} + \overline{A}B$　　ii. $Y = AB + C$

iii. $Q = AB + AC + BC$　　iv. Z = (A+B).C

v. $X = (\overline{A}.C).(A\overline{B})$　　vi. $Z = (A + B).(B + C).(A + \overline{C})$

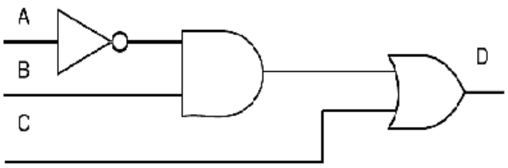
5) ഡീ-മോർഗൻ തത്ത്വം പ്രതിപാദിക്കുക

6) $E = \overline{A} + (B.C) + \overline{D}$ എന്ന ബൂളിയൻ സമവാക്യത്തിന് തുല്യമായ ട്രൂത്ത്ടേബിൾ കണ്ടെത്തുക.

7) ഹാഫ് ആഡറിന്റെ ലോജിക് സെർക്കീട്ടും ചിഹ്നവും വരയ്ക്കുക.

8) ഹാഫ് ആഡറും ഫുൾ ആഡറും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ്?

9) ചിത്രം 10.35 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ലോജിക് സെർക്കീട്ടിനു തുല്യമായ ബൂളിയൻ സമവാക്യം എഴുതുക.



ചിത്രം 10.35

11

അളവുപകരണങ്ങൾ (Measuring Instruments)

ആമുഖം

11.1 ഗാൽവനോമീറ്റർ

11.2 വോൾട്ട് മീറ്റർ

11.3 അമ്മീറ്റർ

11.4 കാഥോഡ് റേ ഓസിലോസ്കോപ്പ് (CRO)

11.5 സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലെ

11.6 ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലെ

A5Q8E3

ടി.വി, റേഡിയോ തുടങ്ങിയവയുടെ തകരാറുകൾ എങ്ങനെ നമുക്ക് കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയും? ഇതിനായി വോൾട്ടേജ്, കറന്റ് തുടങ്ങിയ വൈദ്യുത ഘടകങ്ങൾ അളക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ഇവ അളക്കുന്ന ഇലക്ട്രിക്കൽ/ഇലക്ട്രോണിക്സ് ഉപകരണങ്ങൾ (മെഷറിങ് ഇൻസ്ട്രുമെൻസ്) ഉപയോഗിക്കണം. ചില ഉപകരണങ്ങൾ കൊണ്ട് തരംഗരൂപത്തിന്റെ ആപ്ലിറ്റ്യൂട്, ഫ്രീക്വൻസി, ഫേസ് മുതലായ പരാമീറ്ററുകൾ കാണാനും വിശകലനം ചെയ്യാനും സാധിക്കും. ഈ അധ്യായത്തിൽ വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട അളവ് ഉപകരണങ്ങളെ (മെഷറിങ് ഇൻസ്ട്രുമെൻസ്) കുറിച്ച് ചർച്ചചെയ്യാം.

കാഥോഡ് റേ ഓസിലോസ്കോപ്പ് (CRO) ഉപയോഗിച്ച് ഒരു സെർക്കീട്ടിലെ പല ഭാഗങ്ങളിലെയും തരംഗങ്ങൾ കാണാൻ സാധിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്ററിന്റെ ഫേസ് ഷിഫ്റ്റിങ് ശൃംഖലയിലുള്ള വ്യത്യസ്ത സ്ഥലങ്ങളിലെ തരംഗങ്ങൾ കാണാൻ CRO നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു.

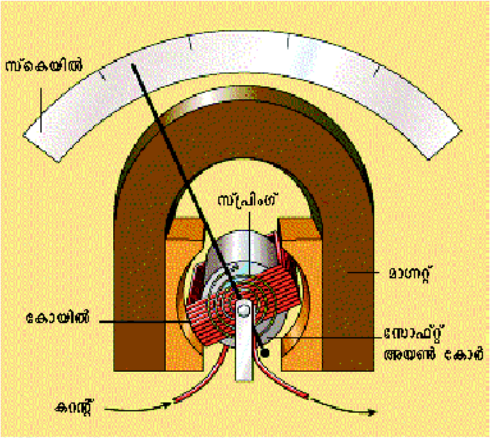
CRO ഉപയോഗിച്ച് വോൾട്ടേജ്, ടൈംപിരീയഡ് ഫ്രീക്വൻസി, ഫേസ് എന്നിവ അളക്കാം.

11.1 ഗാൽവനോമീറ്റർ

ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ കുറിച്ച് നിങ്ങൾ കേട്ടിട്ടുണ്ടാവും? ഇതിലെ പോയിന്റർ എങ്ങനെയാണ് നീങ്ങുന്നത് എന്ന് ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

ഒരു സ്ഥിരകാന്തത്തിന്റെ ധ്രുവങ്ങളുടെ ഇടയ്ക്ക് കോയിൽ സ്ഥാപിച്ചാണ് ഗാൽവനോമീറ്റർ നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഇതിലെ കോയിൽ ഒരു ബോബിനിൽ ചുറ്റിയിരിക്കുന്നു. ഈ ബോബിന് 90° യിൽ

ചലിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഒരു അലുമിനിയം സൂചി കമ്പിചുരുളുമായി (കോയിൽ) ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. എപ്പോഴൊക്കെ ഈ കോയിൽ തിരിയുന്നോ, അപ്പോഴൊക്കെ ഈ സൂചിയും ഒരു സ്കെയിലിനു മുകളിലായി തിരിയുന്നു.



ചിത്രം. 11.1 ഗാൽവനോമീറ്റർ

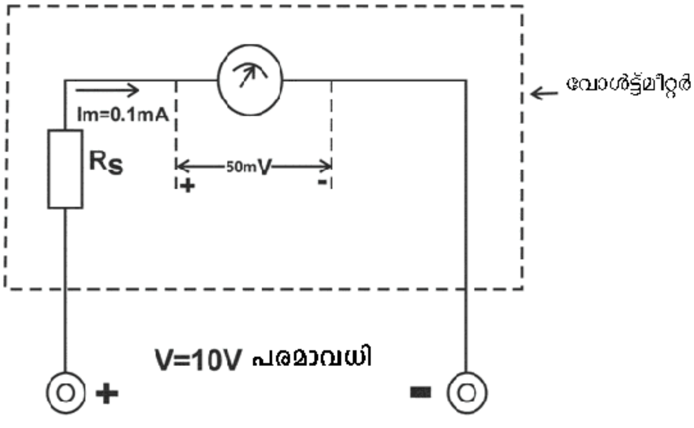
ഗാൽവനോമീറ്ററിലെ സൂചി നീങ്ങുന്നത് എങ്ങിനെ? ഒരു കോയിലൂടെ കറന്റ് കടത്തിവിടുമ്പോൾ കാന്തികവലയം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ കാന്തികവലയവും സ്ഥിരകാന്തത്തിന്റെ കാന്തികവലയവും പരസ്പരം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അങ്ങനെ ഒരു സൂചി നീക്കാൻ തക്ക ശക്തി രൂപപ്പെടുന്നു.

ഗാൽവനോമീറ്ററുടെ രണ്ട് പ്രധാന പരാമീറ്ററുകൾ എന്നത് ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റും ഇന്റേണൽ റസിസ്റ്റൻസുമാണ്. ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ അമ്മീറ്ററായും വോൾട്ട് മീറ്ററായും മാറ്റാൻ സാധിക്കും.

11.2 വോൾട്ട് മീറ്റർ

ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിന് 500Ω ഇന്റേണൽ റെസിസ്റ്റൻസും 0.1mA ഫുൾ സ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റും ഉണ്ടെന്ന് കരുതുക. ഈ ഒരു ഗാൽവനോ മീറ്ററിന് കൊടുക്കാൻ കഴിയുന്ന പരമാവധി വോൾട്ടേജ് $0.1mA \times 500\Omega = 50mv$ ആണ്. എപ്പോഴൊക്കെ ഈ കോയിൽ തിരിയുന്നോ, അപ്പോഴൊക്കെ ഈ സൂചിയും ഒരു സ്കെയിലിനു മുകളിലായി തിരിയുന്നു. ഈ ഗാൽവനോമീറ്റർ വെച്ച് നേരിട്ട് അളക്കാൻ സാധിക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് 0-50mV ആണ്.

50mV വോൾട്ടേജിനേക്കാൾ കൂടുതൽ വോൾട്ടേജ് അളക്കുന്നത് എങ്ങനെ എന്നു നമുക്കു നോക്കാം. ഇതിനായി ഉയർന്ന മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ചിത്രം 11.2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ബന്ധിപ്പിക്കുക. ഇവിടെ 50mVലും അധികം വരുന്ന വോൾട്ടേജ് റെസിസ്റ്ററിന് കുറുകെ വരുന്നു.



ചിത്രം 11.2 വോൾട്ട് മീറ്റർ

മേൽപ്പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ 0-10V അളക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരു വോൾട്ട് മീറ്ററാക്കി മാറ്റുന്നത് എങ്ങനെയെന്നു നോക്കാം. ഇതിനായി സീരീസ് റെസിസ്റ്ററായ R_S ന്റെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ചിത്രത്തിൽ നിന്നു താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ള സമവാക്യങ്ങളിലൂടെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കാം.

$$(0.1 \times 10^{-3} \times R_S) + 500 \times 0.1 \times 10^{-3} = 10V$$

$$(R_S + 500)\ 0.1 \times 10^{-3} = 10V$$

$$R_S + 500 = 10/(0.1 \times 10^{-3})$$

$$= 10^5 \Omega$$

അല്ലെങ്കിൽ $R_S = 99.5\ kW$

ഈ ഗാൽവനോ മീറ്ററിൽ 99.5 K റെസിസ്റ്റൻസ് ശ്രേണീരൂപത്തിൽ ബന്ധിപ്പിച്ച് 10V കൊടുത്താൽ 0.1mA കറന്റ് മീറ്ററിൽക്കൂടി ഒഴുകുന്നതാണ്. 0-10V വോൾട്ടേജ് സ്കെയിൽ ഈ ഗാൽവനോമീറ്ററിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ ഇതിനെ 0-10V ന്റെ വോൾട്ട് മീറ്ററായി ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

ഈ മീറ്ററിലേക്ക് 5V കൊടുത്താൽ 0.05mA കറന്റ് അതിലൂടെ ഒഴുകുന്നതാണ്. ഈ കറന്റ് ഫുൾ സ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റിന്റെ പകുതിയായതിനാൽ മീറ്റർ പകുതി ഡിഫ്ളക്ഷൻ കാണിക്കുകയും അത് മീറ്ററിൽ 5V എന്നു രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്പോൾ വോൾട്ട് മീറ്ററിലെ സൂചി നോക്കുകയാണെങ്കിൽ 5Vൽ നിൽക്കുന്നതു കാണാം ഇതുപോലെ അനുയോജ്യമായ റെസിസ്റ്ററുകൾ (R) ശ്രേണീരീതിയിൽ ഗാൽവനോമീറ്ററിൽ ബന്ധിപ്പിച്ച് അതിനെ ഏതു റേഞ്ചിലുമുള്ള വോൾട്ട് മീറ്ററുകളാക്കി മാറ്റാൻ സാധിക്കും. ഒരു വോൾട്ട്മീറ്ററിന്റെ റേഞ്ച് കൂട്ടണമെങ്കിൽ R_s ന്റെ മൂല്യം കൂട്ടിയാൽ മതി.

R_s കണക്കാക്കുന്നതിനുള്ള സമവാക്യം

$$R_S = \left(V/I_g \right) - R_M$$

V → അളക്കേണ്ട വോൾട്ടേജ്

I_g → ഫുൾ സ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റ്

R_M → ഗാൽവനോമീറ്റർ റെസിസ്റ്റൻസ്

ഒരു സ്വിച്ചിങ് സംവിധാനം ഉപയോഗിച്ച് R_S ന്റെ മൂല്യം മാറ്റിയാൽ പല റേഞ്ചിലുള്ള വോൾട്ട് മീറ്റർ ഉണ്ടാക്കാം.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ വോൾട്ട് മീറ്ററുകൾ എല്ലാം DC വോൾട്ട് മീറ്ററുകളാണ്. AC വോൾട്ടേജ് അളക്കാനായി ഒരു ഫുൾ വേവ് റെക്ടിഫയർ ഉപയോഗിച്ച് AC ക്ക് ആനുപാതികമായ DC വോൾട്ടേജ് പുറപ്പെടുവിക്കുകയും അങ്ങനെ DC മീറ്റർ അതിനനുസരിച്ചുള്ള ഡിഫ്ളക്ഷൻ നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ഡിഫ്ളക്ഷൻ ആവശ്യമായ സ്കെയിലിലേക്കു മാറ്റി നാം AC വോൾട്ടേജ് റീഡ് ചെയ്യുന്നു. ഇതാണ് AC വോൾട്ട്മീറ്റർ. ഒരു സെർക്കീട്ടിൽ വോൾട്ട്മീറ്റർ എപ്പോഴും സമാന്തരമായി ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ മാത്രമേ ആ സെർക്കീട്ടിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് അളക്കാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ.

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

100 μA ഫുൾ സ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റും 100Ω റെസിസ്റ്റൻസുള്ള ഒരു ഗാൽവനോമീറ്റർ നിങ്ങൾക്കു തന്നിരിക്കുന്നു. ഈ ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ 100V വോൾട്ട്മീറ്ററായി മാറ്റുന്നതിനാവശ്യമായ സീരിസ് റെസിസ്റ്റൻസ് എത്രയെന്നു കാണുക.

$$R_S = \left(V/I_g \right) - R_M$$

$$= \frac{100}{100 \times 10^{-6}} - 100 = 10^6 - 100$$

999.9 kΩ

11.3 അമ്മീറ്റർ

ഫുൾസ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റ് 0.1mA ഉം ഇന്റേണൽ റെസിസ്റ്റൻസ് 500Ω മുള്ള ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിന് കടത്തിവിടാൻ സാധിക്കുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ കറന്റ് 0.1mA ആണ്. എന്നാൽ ഈ കറന്റ് റേഞ്ച് കൂട്ടണമെങ്കിൽ അധികം വരുന്ന കറന്റ് ബൈപാസ് ചെയ്തു വിടണം. അതിന് ഒരു റെസിസ്റ്റൻസ് സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ മതി.

0.1mA കറന്റ് കടത്തിവിടുന്ന ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ 0–0.5mA റേയ്ഞ്ച് ഉള്ള അമ്മീറ്ററാക്കി മാറ്റുന്നത് എങ്ങനെ എന്ന് നമുക്കു നോക്കാം. ഇവിടെ 0.1mA ൽനിന്ന് 0.5mA വരെയുള്ള വ്യത്യാസം 0.4mA ആണ്. ഈ കറന്റ് സമാന്തരമായിട്ടുള്ള റെസിസ്റ്റർ വഴി ബൈപാസ് ചെയ്തു വിടേണ്ടതാണ്. ഇനി ഇവിടെ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിക്കേണ്ട റെസിസ്റ്ററിന്റെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കാം.

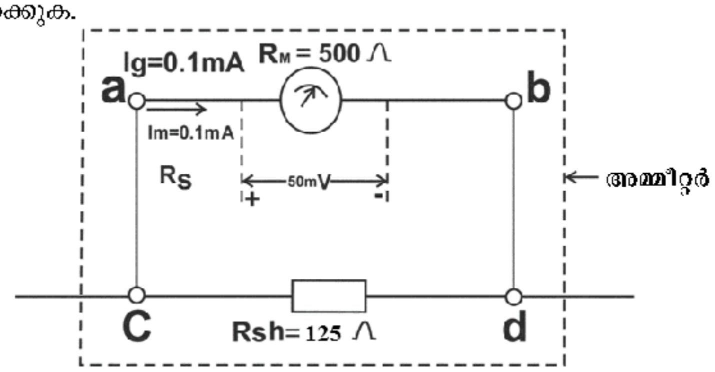
മീറ്ററിനു കുറുകെ വന്നിരിക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് $= 0.1mA \times R_M = 0.1mA \times 500 = 50mV$

സമാന്തര റെസിസ്റ്റർ R_{sh} ലൂടെ കടത്തിവിടേണ്ട കറന്റ്

$$I_{sh} = 0.4mA$$

R_{sh} എന്ന റെസിസ്റ്ററും മീറ്ററും സമാന്തരമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ഇവയ്ക്ക് കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജും ഒരുപോലെയായിരിക്കും.

ചിത്രം 11.3 നോക്കുക.



ചിത്രം. 11.3 ...

$$I_{sh} \times R_{sh} = 50mV$$

$$R_{sh} = 50mV / 0.4mA = 125\Omega.$$

ഇതുപോലെ അളക്കേണ്ട കറന്റ് 0.2mA ആണെങ്കിൽ 500 Ω റെസിസ്റ്റൻസാണ് സമാന്തര മായി ഘടിപ്പിക്കേണ്ടത്. ഈ റെസിസ്റ്റർ 0.1mA കറന്റിനെ ബൈപാസ് ചെയ്യുന്നു.

അളക്കേണ്ട കറന്റ് കൂടുതലാകുന്തോറും സമാന്തരമായി ബന്ധിപ്പിക്കേണ്ട റെസിസ്റ്ററിന്റെ മൂല്യം ചെറുതായി വരും. അളക്കേണ്ട കറന്റ് I_{max} ആണെങ്കിൽ, റെസിസ്റ്ററിലൂടി ഒഴുകുന്ന കറന്റ്, Ish

$$\text{ie, } I_{sh} = I_{max} - I_g$$

അല്ലെങ്കിൽ $R_{sh}\,(I_{max} - I_g) = I_g \times R_M$

$$\therefore\ R_{sh} = \frac{R_M \times I_g}{I_{max} - I_g}$$

ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ അമ്മീറ്ററായി മാറ്റണമെങ്കിൽ റെസിസ്റ്റർ സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിച്ചാൽ മതി. ഒരു സെർക്കീട്ടിലെ കറന്റ് അളക്കണമെങ്കിൽ അമ്മീറ്റർ എപ്പോഴും സീരീസ് ആയി ഘടിപ്പിക്കണം.

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

100µA ഫുൾ സ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ ഉള്ളതും 100Ω ഇന്റേണൽ റെസിസ്റ്റൻസുള്ളതുമായ ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ 10mA അളക്കാനുള്ള അമ്മീറ്ററാക്കണമെങ്കിൽ സമാന്തര റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

ചിത്രം 11.3 ൽ നിന്ന്

$$R_{sh} = \frac{R_M \times I_g}{I_{max} - I_g}$$

$$= \frac{100 \times 100 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-3} - 100 \times 10^{-6}}$$

$$= 1.01\ \Omega$$

ഇവിടെ അമ്മീറ്ററിനു പരമാവധി 10mA കറന്റ് അളക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഗാൽവനോമീറ്റർ *100µA* കറന്റിനെ കടത്തിവിടുകയും ബാക്കി കറന്റ് സമാന്തര റെസിസ്റ്റൻസിലൂടെ കടന്നു പോവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ അമ്മീറ്ററിന് 5 *mA* കറന്റ് അളക്കാൻ കൊടുത്താൽ 50 *µA* ഗാൽവനോമീറ്ററിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. അതുകൊണ്ട് മീറ്റർ പരമാവധി ഡിഫ്ളക്ഷന്റെ പകുതി കാണിക്കുകയും അത് 5 *mA* എന്നു രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

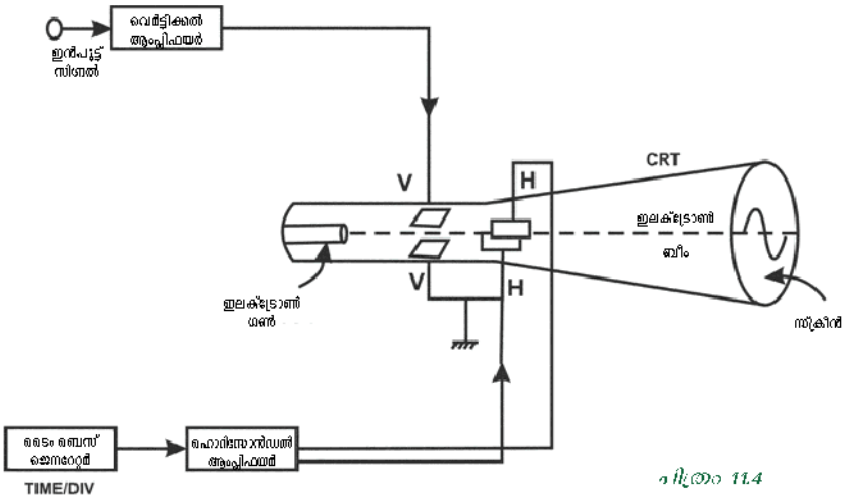
വോൾട്ട് മീറ്ററും അമ്മീറ്ററും ഓം മീറ്ററും ഒറ്റ യൂണിറ്റിൽ വരുന്നതിനെയാണ് മൾട്ടിമീറ്റർ എന്നു പറയുന്നത്.

11.4 കാഥോഡ് റേ ഓസിലോസ്കോപ്പ് (CRO)

ഒരു ഇലക്ട്രിക്കൽ/ഇലക്ട്രോണിക്സ് ലാബിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ആവശ്യമുള്ള ഉപകരണമാണ് CRO. ഒരു വേവ് ഫോമിനെ (തരംഗരൂപത്തെ) ദൃശ്യവൽക്കരിക്കുന്നതിനും അതിന്റെ ആപ്ലിറ്റ്യൂഡും ഫ്രീക്വൻസിയും ഫേസ്വ്യതിയാനവും കണക്കാക്കുന്നതിനും CRO ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇലക്ട്രോണിക്സ് എൻജിനിയർക്ക് CRO വളരെ ഉപകാരപ്രദമാണ്.

ഒരു CRO എന്നത് വളരെ വേഗം കൂടിയ X-Y പ്ലോട്ടർ പോലെയാണ്. അത് ഒരു ഫ്ളൂറസന്റ് സ്ക്രീനിൽ വേവിനെ വരയ്ക്കുന്നു.

ബ്ലോക്ക് ഡയഗ്രം

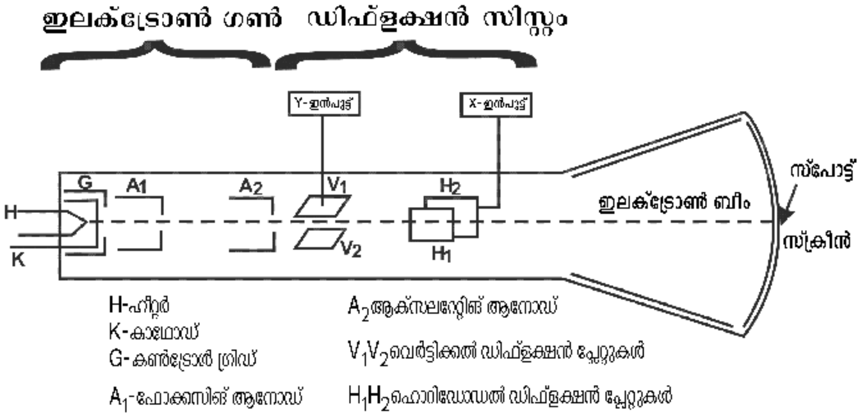


ചിത്രം 11.4

ഒരു CRO ന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട ബ്ലോക്കുകൾ ചിത്രം 11.4 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

(i) കഥോഡ് റേ ട്യൂബ്

സി.ആർ.ഒ (CRO) യുടെ ഹൃദയം കഥോഡ് റേ ട്യൂബാണ് (CRT). ഒരു ഗ്ലാസ് കവചത്തിനുള്ളിൽ പ്രത്യേക ആകൃതിയിൽ നിർമിച്ചിരിക്കുന്ന വാക്വം ട്യൂബാണ് CRT. ഇതിന് ഇലക്ട്രിക്കൽ സിഗ്നലുകളെ ദൃശ്യ സിഗ്നലുകളാക്കി മാറ്റാൻ കഴിവുണ്ട്. CRT യുടെ ചിത്രം 11.5 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇനി നമുക്ക് CRT യുടെ പ്രവർത്തനം പഠിക്കാം. ഇതിൽ ഒരു ഹീറ്ററിന്റെ



ചിത്രം 11.5 CRT യുടെ ആന്തരികചിത്രം

സഹായത്താൽ കഥോഡ് ചൂടാവുകയും, കാഥോഡിൽനിന്ന് ഇലക്ട്രോണുകൾ പുറപ്പെടുവിക്കുകയും ചെയ്യും. ഫോക്കസിങ് ആനോഡ് ഈ ഇലക്ട്രോണുകളെ വളരെ നേർത്ത ബീം ആക്കി മാറ്റുന്നു. ഈ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ വേഗം ആക്സലറേറ്റിങ് ആനോഡുകളുടെ സഹായത്താൽ വളരെയധികം കൂട്ടുന്നു. അവസാനം ഈ ഇലക്ട്രോൺ ബീം ഫ്ളൂറസെന്റ് പദാർഥം പതിച്ച സ്ക്രീനിലേക്കു പതിക്കുന്നു. ഈ ഭാഗം തെളിഞ്ഞു കാണുന്നു. ഡിഫ്ളക്ഷൻ സെർക്കീട്ടുകളുടെ സഹായത്താൽ കാഥോഡിൽ നിന്നുള്ള ഇലക്ട്രോൺ ബീമുകളെ സ്ക്രീനിൽ ആവശ്യമുള്ള ഭാഗങ്ങളിലെല്ലാം ശരിയായി പതിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായ ഒരു വേവ്ഫോം സ്ക്രീനിൽ ദൃശ്യമാവും. ഒരു CRT യുടെ മുഖ്യ ഭാഗങ്ങൾ താഴെ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

(a) ഫ്ളൂറസെന്റ് സ്ക്രീൻ

ഫ്ളൂറസെന്റ് സ്ക്രീൻ എന്നത് ഒരു ഗ്ലാസ്ട്യൂബിന്റെ ഉൾവശത്ത് സിങ്ക് ഓക്സൈഡ്, ഫോസ്ഫറസ് തുടങ്ങിയ ഫ്ളൂറസെന്റ് പദാർഥങ്ങൾ പതിച്ച പ്രതലമാണ്. ഈ ഫ്ളൂറസെന്റ് പദാർഥങ്ങളുടെ പ്രത്യേകത ഇലക്ട്രോൺ ബീം വന്നു പതിക്കുമ്പോൾ അവ പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു എന്നതാണ്. ഉപയോഗിക്കുന്ന ഫ്ളൂറസെന്റ് പദാർത്ഥങ്ങളുടെ പ്രത്യേകത അനുസരിച്ച് സ്ക്രീനിന്റെ പ്രകാശം പച്ച, ഓറഞ്ച് അല്ലെങ്കിൽ വെള്ള നിറങ്ങളിലാകുന്നു. നിയന്ത്രണ സ്വിച്ചുകളുടെ സഹായത്താൽ പ്രകാശബിന്ദുവിനെ തിരശ്ചീനമായും ലംബമായും നീക്കാവുന്നതാണ്.

(b) ഇലക്ട്രോൺ ഗൺ

ഇലക്ട്രോൺ ഗണ്ണിന് ആ പേരു ലഭിക്കാൻ കാരണം അവ ഇലക്ട്രോണിനെ അതിവേഗത്തിൽ പുറപ്പെടുവിക്കുന്നു എന്നതാണ്. ഒരു ഇലക്ട്രോൺ ഗൺ കഥോഡ്, കൺട്രോൾ ഗ്രിഡ് (ഒരു മെറ്റാലിക് വയർമെഷ്), ഫോകസിങ് ആക്സിലറേറ്റർ ആനോഡുകൾ എന്നിവ ചേർന്നതാണ്. ഒരു വശം അടച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ലോഹസിലിണ്ടറിനകത്ത് ഹീറ്റിങ് ഫിലമെന്റ് വച്ചിട്ടുള്ളതാണ് ഈ കാഥോഡ്. കാഥോഡിലേക്ക് നെഗറ്റീവ് പൊട്ടൻഷ്യൽ കൊടുത്തു കഴിഞ്ഞാൽ കാഥോഡ് ഇലക്ട്രോണുകളെ പുറത്തു വിടുകയും ഈ വരുന്ന ഇലക്ട്രോണുകളെ കൺട്രോൾ ഗ്രിഡ് വഴി നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതുമൂലം ഫോസ്ഫറസ് ബിന്ദുവിന്റെ പ്രകാശതീവ്രത നിയന്ത്രിക്കാൻ കഴിയുന്നു. ഫോക്കസിങ് ആനോഡ് വഴി ഇലക്ട്രോൺ ബീമിനെ സ്ക്രീനിലേക്ക് ഫോകസ് ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ആക്സലറേറ്റിങ് ആനോഡ് ഇലക്ട്രോൺ ബീമിന് ആവശ്യമായ ആക്സിലറേഷൻ കൊടുക്കുന്നു.

(C) ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റ്

ഒരു CRO യിലെ ഇലക്ട്രോൺ ബീം രണ്ട് സമാന്തര പ്ലേയിറ്റികൾക്കിടയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. ഈ പ്ലേറ്റുകളെ X ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേറ്റെന്നും Y ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേറ്റെന്നും വിളിക്കുന്നു.

കാഥോഡ് റേ ട്യൂബിൽ Y ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റുകൾ തിരശ്ചീനമായിട്ടാണു വച്ചിരിക്കുന്നത്. ഈ Y ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റുകൾ വെർട്ടിക്കൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റുകൾ എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഈ പ്ലേയ്റ്റുകളിൽ കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് അനുസരിച്ച് ഇലക്ട്രോൺ ബീമിനെ മുകളിലേക്കും താഴേക്കും നീക്കാൻ സാധിക്കും.

X- ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റുകളെ ഹോറിസോഡൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റുകൾ എന്നുകൂടി വിളിക്കും. കാഥോഡ് റേ ട്യൂബിൽ ലംബമായിട്ടാണ് വച്ചിരിക്കുന്നത്. ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റുകളിലേക്കു കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജ് അനുസരിച്ച് പ്രകാശബിന്ദുവിനെ സ്ക്രീനിൽ ഇടത്തോട്ടും വലത്തോട്ടും നീക്കാൻ സാധിക്കും.

ഈ രണ്ട് പ്ലേയ്റ്റുകളിലേക്ക് ഒരു വോൾട്ടേജും കൊടുത്തില്ലെങ്കിൽ പ്രകാശബിന്ദു സ്ക്രീനിന്റെ നടുവിലായി തെളിഞ്ഞു നിൽക്കും.

(ii) വെർട്ടിക്കൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ സിസ്റ്റം

വെർട്ടിക്കൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ സിസ്റ്റത്തിന്റെ ഉപയോഗം ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റിന് ആവശ്യമായ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ കൊടുക്കുക എന്നതാണ്. ഈ സിഗ്നൽ ഇലക്ട്രോൺ ബീമിന് ആവശ്യമായ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കൊടുക്കുന്നു.

CRO യുടെ മുന്നിലുള്ള വോൾട്ട്/ഡിവ് (Volt/DIV) എന്ന നോബ് ആവശ്യാനുസരണം തിരിച്ചാൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ സിസ്റ്റത്തിന്റെ ഗെയിൻ മാറ്റാൻ സാധിക്കും. അതുമൂലം സ്ക്രീനിൽ തെളിയുന്ന വേവ് ഫോമിന്റെ വലുപ്പം കൂട്ടാനും കുറയ്ക്കാനും സാധിക്കും.

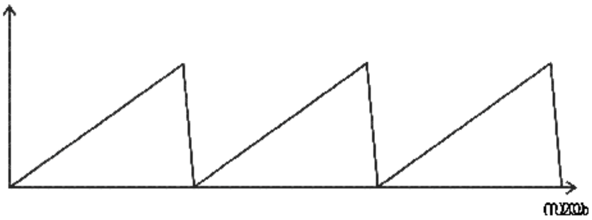
(iii) ഹൊറിസോൺഡൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ സിസ്റ്റം

ഈ സെക്ഷനിൽ ഒന്നിലധികം ആംപ്ലിഫയറുകളും ടൈം ബെയ്സ് ജനറേറ്ററുകളും (സോ ടൂത്ത് ജനറേറ്റർ) ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ജനറേറ്ററാണ് ഇലക്ട്രോൺ ബീമിനെ തിരശ്ചീനമായി നീക്കാനുള്ള വോൾട്ടേജ് കൊടുക്കുന്നത്. CRO യുടെ മുന്നിലുള്ള Time/DIV നോബ് ആവശ്യാനുസരണം തിരിച്ചാൽ ടൈം ബെസ് - ജനറേറ്ററിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി വ്യത്യാസപ്പെടുത്താൻ നമുക്ക് കഴിയുന്നു. സ്ക്രീനിൽ തെളിയുന്ന തരംഗരൂപത്തിന്റെ X- ആക്സിസിൽ ഉള്ള ഡിവിഷനുകളുടെ എണ്ണം കൂട്ടാനും കുറയ്ക്കാനും സാധിക്കും.

CRO യുടെ സ്ക്രീനിൽ തരംഗരൂപം കാണിക്കുന്നത് എങ്ങനെ?

CRO യിൽ ഹൊറിസോൺഡൽ, വെർട്ടിക്കൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയിറ്റുകൾ ഉണ്ടെന്ന് നമുക്കറിയാം. ഒരു DC വോൾട്ടേജ് X പ്ലേയ്റ്റിലേക്കു കൊടുത്താൽ സ്ക്രീനിന്റെ നടുവിലുള്ള X ആക്സിസിൽ ഒരു ബിന്ദു ദൃശ്യമാകും. ഈ DC വോൾട്ടേജിനു പകരമായി ഒരു സോ ടൂത്ത് വോൾട്ടേജ് X പ്ലേയ്റ്റിലേക്ക് കൊടുക്കുകയാണെങ്കിൽ എന്തു സംഭവിക്കും?

ചിത്രം 11.6 ൽ കാണുന്നതുപോലെ ഒരു സോ ടൂത്ത് തരംഗത്തിൽ രേഖീയമായി (ലീനിയർ) വോൾട്ടേജ് കൂടുന്ന ഭാഗവും പെട്ടെന്നു വോൾട്ടേജ് കുറയുന്ന ഭാഗവുമുണ്ട്.



ചിത്രം 11.6 സോ ടൂത്ത് തരംഗരൂപം

ഒരു ഇലക്ട്രോൺ ബീം തിരശ്ചീനദിശയിൽ മുന്നോട്ടും പിറകോട്ടും വളരെ വേഗത്തിൽ നീങ്ങുമ്പോൾ സ്ക്രീനിൽ ഒരു തിരശ്ചീന വര തെളിഞ്ഞു വരുന്നതു കാണാം. ഇതോടൊപ്പം മറ്റൊരു സിഗ്നൽ CRO വിന്റെ Y പ്ലേറ്റിൽ കൊടുക്കുമ്പോൾ അത് ഇലക്ട്രോൺ ബീമിനെ ലംബദിശയിലൂടെ നീക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി നേരത്തേയുണ്ടായിരുന്ന തിരശ്ചീന വരയുടെ രൂപം മാറി സ്ക്രീനിൽ Y പ്ലേറ്റിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള തരംഗരൂപം തെളിഞ്ഞുവരുന്നു.

സാധാരണ CRO യുടെ X പ്ലേറ്റിൽ അതിന്റെ ഉള്ളിൽത്തന്നെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന സോ ടൂത്ത് തരംഗരൂപം കൊടുക്കുന്നു. സ്ക്രീനിൽ കാണിക്കാനുള്ള സിഗ്നൽ Y പ്ലേറ്റിലും കൊടു

ക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിനു ഒരു സൈൻതരംഗം Y പ്ലേറ്റിൽ കൊടുത്താൽ നമ്മൾ സ്ക്രീനിൽ ആ സൈൻ തരംഗം കാണുന്നു.

CRO ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുന്ന രീതികൾ

ഒരു സിഗ്നലിന്റെ ടൈം പിരീഡും വോൾട്ടേജും CRO ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് നേരിട്ട് അളക്കാം. എന്നാൽ കറന്റ് നേരിട്ട് അളക്കാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. CRO യുടെ സ്ക്രീൻ എന്നത് ഒരു ഗ്രാഫ് പോലെയാണ്. ഇതിൽ X- ആക്സിസിൽ സമയവും Y ആക്സിസിൽ വോൾട്ടേജുമാണ്. ഒരു CRO യ്ക്ക് രണ്ട് ഇൻപുട്ട് ചാനലുകളുണ്ട്. നമുക്ക് ഇതിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ചാനലിൽ മാത്രമായോ രണ്ടു സിഗ്നൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ രണ്ട് ചാനലുകളിലുമായോ കൊടുത്ത് CRO ൽ രണ്ട് സിഗ്നലുകളും ഒരേ സമയം കാണാവുന്നതാണ്.

ഒരു CRO ൽ ഓരോ ചാനലിലും Volts/division നോബും പൊതുവായി ഒരു time/division നോബും ഉണ്ട്. ഇതിൽ Volts/division നോബിലുള്ള വോൾട്ടേജ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് സ്ക്രീനിലെ Y ആക്സിസിലെ ഒരു ഡിവിഷൻ വോൾട്ടേജാണ്. അതുപോലെ X ആക്സിസിലെ ഒരു ഡിവിഷൻ എന്നു പറയുന്നത് time/division എന്ന നോബിൽ സൂചിപ്പിക്കുന്ന സമയമാണ്.

a) വോൾട്ടേജ് അളക്കുന്ന രീതി

ഇതിനായി CRO യുടെ പൂജ്യം വോൾട്ടേജ് നില X ആക്സിൽ വരുന്ന വിധത്തിൽ Y ലെവൽ നോബ് ഉപയോഗിച്ച് ശരിയാക്കി വയ്ക്കുക. അതിന് ശേഷം ഏത് സിഗ്നലിന്റെയാണോ വോൾട്ടേജ് കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടത്, ആ സിഗ്നൽ CRO ലേക്ക് ഇൻപുട്ട് ചാനൽ വഴി കൊടുത്തതിന് ശേഷം സ്ക്രീനിൽ ഈ സിഗ്നൽ കാണുക. ശേഷം ഈ സിഗ്നലിന്റെ ഉയരം കണക്കാക്കുക. ഇതിനായി സിഗ്നൽ Y ആക്സിസിൽ എത്ര ഡിവിഷനിലായി കിട്ടുന്നു എന്നു കണക്കാക്കുക. ഇങ്ങനെ കണക്കാക്കുന്ന ഡിവിഷനുകളുടെ എണ്ണവും Volts/division നോബിലെ വോൾട്ടേജ് തമ്മിൽ ഗുണിക്കുക. അപ്പോൾ നമുക്ക് കിട്ടുന്നത് ആ സിഗ്നലിന്റെ ആപ്ലിറ്റ്യൂഡ് ആയിരിക്കും (വോൾട്ടേജ്). CRO ഉപയോഗിച്ച് വോൾട്ടേജുകൾ അളക്കാൻ സാധിക്കും. ഒരു ഉദാഹരണത്തിന്റെ സഹായത്താൽ വോൾട്ടേജ് അളക്കുന്നത് എങ്ങനെ എന്ന് കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കാം.

ഒരു സിഗ്നൽ CRO ന്റെ സ്ക്രീനിൽ തെളിഞ്ഞപ്പോൾ 4.2 ഡിവിഷനിലായിട്ടാണ് Y ആക്സിസിൽ അളന്നത്. ഈ സമയം Volts/division എന്ന നോബ് 2V ആണെങ്കിൽ ഈ സിഗ്നലിന്റെ വോൾട്ടേജ് എത്രയാണ്?

സിഗ്നൽ വോൾട്ടേജ് = Y ആക്സിസിലെ ഡിവിഷൻ X-Volts/division

Y ആക്സിസിലെ ഡിവിഷൻ = 4.2

വോൾട്ട് / ഡിവ് = 2 V

സിഗ്നൽ വോൾട്ടേജ് $= 4.2 \times 2$

$= 8.4$ V

b) കറന്റ് അളക്കുന്ന രീതി

CRO ഉപയോഗിച്ച് കറന്റ് നേരിട്ട് അളക്കാൻ സാധിക്കില്ല. എന്നാൽ കറന്റ് അളക്കണമെങ്കിൽ ഏത് സിഗ്നലിന്റെയാണോ കറന്റ് കാണേണ്ടത്, ആ സിഗ്നൽ മൂല്യം അറിയുന്ന ഒരു റെസിസ്റ്ററിലൂടെ കടത്തിവിടുക. അപ്പോൾ റെസിസ്റ്ററുകളുടെ കുറുകെ വരുന്ന വോൾട്ടേജ് CRO യുടെ സഹായത്താൽ കണക്കാക്കുക. ഈ വോൾട്ടേജും റെസിസ്റ്ററിന്റെ വിലയും വച്ച് $I = \frac{V}{R}$ എന്ന സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് കറന്റ് അളക്കാവുന്നതാണ്.

ടൈം പിരീഡ് / ഫ്രീക്വൻസി അളക്കുന്ന രീതി

ഏത് സിഗ്നലിന്റെയാണോ ടൈം പിരീഡ് കണക്കാക്കേണ്ടത്, ആ സിഗ്നൽ CRO ലേക്ക് കടത്തിവിടുക. സ്ക്രീനിൽ തെളിയുന്ന സിഗ്നലിന്റെ ഒരു, സൈക്കിൾ, X ആക്സിസിൽ എത്ര ഡിവിഷനലിയായിട്ടാണ് കിടക്കുന്നത് എന്നു കണക്കാക്കുക. അതിന് ശേഷം time/division എന്ന നോബിലെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ രണ്ടു മൂല്യങ്ങൾ തമ്മിൽ ഗുണിച്ചാൽ ആ സിഗ്നലിന്റെ ടൈം പിരീഡ് കിട്ടുന്നു. ഈ ടൈം പിരീഡിന്റെ വ്യുൽക്രമം കാണുകയാണെങ്കിൽ ഈ സിഗ്നലിന്റെതന്നെ ഫ്രീക്വൻസി കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധിക്കും.

ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു സിഗ്നലിന്റെ ഒരു സൈക്കിൾ, X ആക്സിസിലെ രണ്ട് ഡിവിഷൻ ആണ്. CRO വിൽ time/division എന്നത് 10 ms ആണെങ്കിൽ ടൈം പിരീഡും ഫ്രീക്വൻസിയും കൂടി കണക്കാക്കുക.

ഒരു സിഗ്നലിന്റെ ടൈം പിരീഡ് = X ആക്സിസിലെ ഡിവിഷൻ × time/division

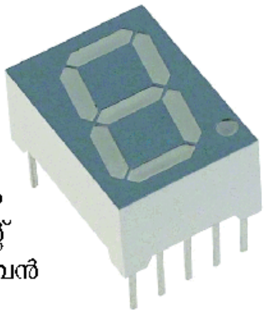
X ആക്സിസ് ഡിവിഷൻ = 2.0

ടൈം / ഡിവ് = 10 ms

ടൈം പിരീഡ് = 2.0 × 10 ms = 20 ms

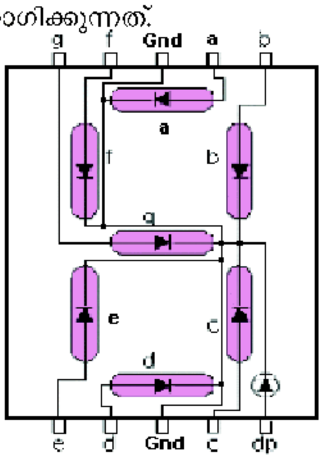
$$\text{ഫ്രീക്വൻസി} = \frac{1}{T} = \frac{1}{20ms} = 50\ \text{Hz}$$

11.5 സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ


ചിത്രം 11.7 സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ

ആധുനിക ഇലക്ട്രോണിക്സ് രംഗത്ത് LED യുടെ ഉപയോഗം വളരെ വലുതാണ്. അതിൽ ഒരു ഉപയോഗം സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയാണ്. ഡെസിമൽ നമ്പറുകൾ കാണിക്കുന്നതിന് സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ചിത്രം 11.7 ൽ കാണുന്നതുപോലെ ഏഴ് LED സെഗ്മെന്റുകൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഈ ഡിസ്പ്ലേ നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഡിജിറ്റൽ ക്ലോക്ക്, ഇലക്ട്രോണിക് മീറ്ററുകൾ, നമ്പറുകൾ ഡിസ്പ്ലേ ചെയ്യുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയിലാണ് സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.



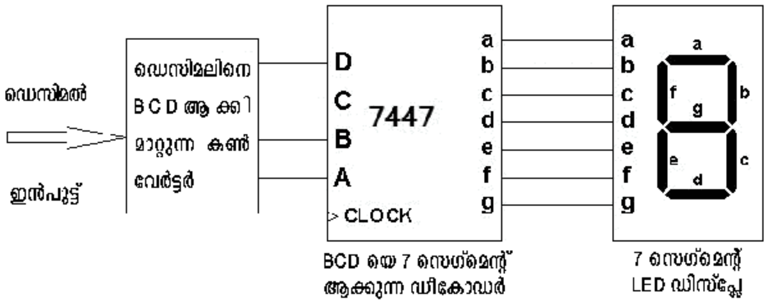
ചിത്രം 11.8 സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയുടെ സെഗ്മെന്റിന്റെ ഘടന

ചിത്രം 11.8 ൽ എങ്ങനെയാണ് ഓരോ സെഗ്മെന്റും ഡിസ്പ്ലേയിൽ വച്ചിരിക്കുന്നത് എന്ന് കാണാം. ഇതിൽ ഓരോ സെഗ്മെന്റും a മുതൽ g വരെ പേരുകൾ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. LED സെഗ്മെന്റുകളെ ഇത്തരത്തിൽ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് അവയെ പ്രത്യേകരീതിയിൽ തിരഞ്ഞെടുത്ത് ഓണും ഓഫാക്കിയാൽ നമ്പറുകൾ കാണിക്കാമെന്നുള്ളതുകൊണ്ടാണ്.

ബൈനറി കോഡഡ് ഡെസിമൽ (BCD) നിന്നു സെവൻ സെഗ്മെന്റിലേക്കുള്ള മാറ്റം

ഒരു ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയിൽ കാണിക്കുന്ന വിധം ചിത്രം 11.9 ൽ കൊടുത്തിരി

ക്കുന്നു. ഇതിനായി ആദ്യം തന്നിരിക്കുന്ന ഡെസിമൽ നമ്പറിനെ BCD നമ്പറാക്കി മാറ്റുന്നു. ഇതിനുശേഷം BCD യിൽനിന്ന് 7 സെഗ്മെന്റ് ഡികോഡർ ഉപയോഗിച്ച് ഈ BCD നമ്പറുകളെ ബൈനറി വിവരങ്ങളാക്കി മാറ്റുന്നു. ഈ ബൈനറി വിവരങ്ങൾ 'a' മുതൽ 'g' വരെയുള്ള സെഗ്മെന്റുകളെ ഓണാക്കുകയോ ഓഫാക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. ബിറ്റ് '1' ആണെങ്കിൽ സെഗ്മെന്റ് ഓണാക്കുകയും ബിറ്റ് '0' ആണെങ്കിൽ ഓഫാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 11.9 BCD യിൽനിന്നു സെവൻ സെഗ്മെന്റിലേക്ക് കാണിക്കുന്നവിധം

സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ പട്ടിക

പട്ടിക 11.1 ൽ ഓരോ BCD ഇൻപുട്ടിന്റെയും തുല്യമായ സെഗ്മെന്റ് ഔട്ട്പുട്ടുകളും അതിന് 7 സെഗ്മെന്റിൽ എങ്ങനെയാണ് നമ്പറുകൾ തെളിഞ്ഞു വരുക എന്നതും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ സെഗ്മെന്റ് ഔട്ട്പുട്ടും സൂചിപ്പിക്കുന്നത് 7 സെഗ്മെന്റിലെ ഏത് LED കളാണ് ഓണാവേണ്ടതും ഓഫാക്കേണ്ടതും എന്നാണ്.

BCD ഇൻപുട്ട്				സെഗ്മെന്റ് ഔട്ട്പുട്ട്							ഡിസ്പ്ലേ
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

പട്ടിക 11.1 സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ

BCD എന്നാൽ ബൈനറി കോഡഡ് ഡെസിമൽ. ഈ നമ്പർ സിസ്റ്റം ഡെസിമലാണെങ്കിലും ഓരോ സംഖ്യയും ബൈനറിയിൽ കോഡ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി $(24)_{10}$ BCD 00100100

പ്രവർത്തനം 1

എവിടെയെല്ലാമാണ് സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ ഉപയോഗിക്കുന്നത്? പട്ടിക തയാറാക്കുക.

11.6 ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ

ആധുനിക കാലഘട്ടത്തിൽ ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയുടെ ആവശ്യകത വളരെ വലുതാണ്. ക്ലോക്ക്, റെയിൽവേ ടൈം ബോർഡുകൾ, എയർപോർട്ട്, പരസ്യ ബോർഡുകൾ എന്നിങ്ങനെ വിവിധ ഇടങ്ങളിൽ ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഡോട്ട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ എന്നത് മെട്രിക്സ് രീതിയിൽ LED കൾ അടുക്കിവച്ചിരിക്കുന്നതാണ്. ഇതിലെ LED കൾ ആവശ്യാനുസരണം ഓണും ഓഫും ആക്കിയാൽ ഡിസ്പ്ലേയിൽ അക്ഷരങ്ങളും അക്കങ്ങളും ചിത്രങ്ങളും തെളിഞ്ഞുവരും. ചിത്രം 11.10 ൽ ഒരു ബസ് പോകുന്ന യാത്രാസ്ഥലങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്ന LED ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു ഡോട് മെട്രിക്സ് സിസ്റ്റത്തിൽ ഡോട് മെട്രിക്സ് കൺവേർട്ടറും ഈ കൺവെട്ടറിലേക്ക് നിർദേശങ്ങൾ കൊടുക്കുന്നതിന് ആവശ്യമായ പ്രോസസറുമുണ്ട്. ഇതിനുസരിച്ച് ഡോട് മെട്രിക്സിലെ LED കൾ ഓണാവുകയും ഓഫാവുകയും ആവശ്യമായ ഡിസ്പ്ലേ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1

ചിത്രം 11.12 A എന്ന അക്ഷരം ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയിൽ

ചിത്രം 11.11 ഒറ്റ ഡിജിറ്റ് ഡോട്ട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ

ചിത്രം 11.10 KSRTC ബസിലെ ഡോട്ട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ

ചിത്രം 11.12 ൽ A എന്ന അക്ഷരം ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

സാധാരണയായി 5 × 7 ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയാണ് അക്ഷരങ്ങളും അക്കങ്ങളും പ്രദർശിപ്പിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ചിത്രം 11.11 കാണിക്കുന്നത് 5 × 7 മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയാണ്. ഇതിൽ 5 തിരശ്ചീന ഡോട്ടുകളും 7 ലംബം ഡോട്ടുകളുമാണുള്ളത്. ഇതിൽ ആവശ്യമില്ലാത്ത ഡോട്ടുകളിൽ ലോജിക് 0 (സീറോ) യും ആവശ്യമുള്ള ഡോട്ടുകളിൽ ലോജിക് 1ഉം ആണ് കൊടുക്കുക. ചിത്രം 11.12 കാണുന്നത് 5×8 ഡോട് മെട്രിക്സിൽ A എന്ന അക്ഷരം ഡിസ്പ്ലേ ചെയ്യുന്നതാണ്.

പ്രവർത്തനം 2

നിങ്ങളുടെ പേരിന്റെ ആദ്യാക്ഷരം 5 × 7 ഡോട് മെട്രിക്സിൽ എഴുതുന്നത് എങ്ങനെയാണ് കാണിക്കുക.

പല നിറത്തിലും വലുപ്പത്തിലും വ്യക്തതയിലും വിവരങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിക്കാവുന്ന തരത്തിലുള്ള ഡോട് മെട്രിക്സ് ബോർഡുകൾ ഇന്ന് ആവശ്യാനുസരണം കിട്ടുന്നുണ്ട്. പരസ്യത്തിനും സ്റ്റേഡിയത്തിലെ സ്കോർ ബോർഡുകൾക്കുമായി ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ആയിരക്കണക്കിന് LED ഡോട്ടുകൾ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് ഒരു വലിയ ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ ഉണ്ടാക്കാം. ഒരു ചിത്രത്തിന്റെയോ അക്ഷരത്തിന്റെയോ മേൻമ നിർണ്ണയിക്കുന്നത് ആ ഡോട് മെട്രിക്സിലുള്ള LED കളുടെ എണ്ണത്തിനനുസരിച്ചായിരിക്കും. ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയിലെ LED കളുടെ എണ്ണം കൂട്ടിയും LEDകൾ തമ്മിലുള്ള അകലം കുറച്ചും ഡിസപ്ലേയുടെ വ്യക്തത കൂട്ടാൻ സാധിക്കും.

ചലച്ചിത്രവും, ചലിക്കുന്ന പരസ്യങ്ങളും കാണിക്കാൻ ചലനാത്മക ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേകളാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതിൽ വളരെ വേഗത്തിൽ LED ഡോട്ടുകൾ ഓണാവുകയും ഓഫാവുകയും ചെയ്യുന്നു. LED യുടെ സ്വിച്ചിങ് സമയം (ഓൺ-ഓഫ് സമയം) വളരെ കുറവായതിനാൽ മികച്ച ചലനാത്മക (ഡൈനാമിക്) ഡിസ്പ്ലേകൾ ഉണ്ടാക്കാൻ അവയെ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

ചിത്രം 11.13 ഡോട് മെട്രിക്സ് സ്കോർ ബോർഡ്

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ഒരു സെർക്കീട്ടിലൂടെയുള്ള വൈദ്യുതിപ്രവാഹത്തെ അളക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മീറ്ററാണ് ഗാൽവനോമീറ്റർ. ഇതിൽ ഒരു ഇരുമ്പ് കോയിൽ സ്ഥിരകാന്തത്തിനിടയിൽ സറാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ വോൾട്ട് മീറ്റർ ആക്കണമെങ്കിൽ ഉയർന്ന മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റർ സീരീസിൽ ബന്ധിപ്പിക്കണം. ഈ റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ മൂല്യം കാണാനുള്ള സമവാക്യം $Rs = (V/I_g)-R_M$. ഇതുപോലെ ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററെ അമ്മീറ്റർ ആയി മാറ്റണമെങ്കിൽ താഴ്ന്ന മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് സമാന്തരമായി ബന്ധിപ്പിക്കുക. റെസിസ്റ്റൻസ് കാണാനുള്ള സമവാക്യം $Rsh=R_M \times Ig/(Imax-Ig)$. Imax അളക്കേണ്ട പരമാവധി കറന്റും Ig ഗാൽവനോമീറ്ററിന്റെ ഫുൾ സ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റുമാണ്. CRO, ദൃശ്യമായി സിഗ്നലിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്, ഫ്രീക്വൻസി, ഫേസ് എന്നിവ കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള ഉപകരണമാണ്. CRO യുടെ ഹൃദയം CRT (കാഥോഡ് റേ ട്യൂബ്) ആണ്. സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേ ഡെസിമൽ നമ്പറുകളെ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നതിനാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഡിജിറ്റൽ ക്ലോക്ക്, ഇലക്ട്രോണിക് മീറ്റർ തുടങ്ങിവയിൽ LED യോ LCD യോ ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. BCDയിൽനിന്ന് സെവൻ സെഗ്മെന്റിന് ആവശ്യമായ ഡാറ്റയാക്കി മാറ്റുന്ന ചിപ്പാണ് സെവൻ സെഗ്മെന്റ് കൺവെർട്ടർ. റെയിൽവേ സ്റ്റേഷനുകളിലെ വിവരസൂചകങ്ങൾ, ക്ലോക്കുകൾ, പരസ്യ ബോർഡുകൾ എന്നിവ ഡോട് മെട്രിക്സ് ഉപയോഗിച്ചാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നത്. അക്ഷരങ്ങളും അക്കങ്ങളും പ്രദർശിപ്പിക്കാൻ ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- അളവുപകരണങ്ങളായ വോൾട്ട്മീറ്റർ, അമ്മീറ്റർ എന്നിവയുടെ പ്രാധാന്യം വിശദമാക്കുന്നു.
- ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ വോൾട്ട് മീറ്ററും അമ്മീറ്ററുമായി എങ്ങനെ മാറ്റാം എന്നു വിശദമാക്കുന്നു.
- CRO യുടെ ഉപയോഗങ്ങളുടെ പട്ടിക തയാറാക്കുന്നു.
- CRO യുടെ ആന്തരികഘടന വിവരിക്കുന്നു.
- CRO ഉപയോഗിച്ച് കറന്റ്, വോൾട്ടേജ്, ഫ്രീക്വൻസി, ടൈം പിരീഡ് എന്നിവ അളക്കുന്നു.
- സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയുടെ പ്രവർത്തന തത്ത്വവും ഉപയോഗവും വിശദമാക്കുന്നു.
- ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയുടെ പ്രവർത്തനതത്ത്വവും ഉപയോഗവും വിശദമാക്കുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന അളവുപകരണത്തിൽ ഏതാണ് ഫേസ് അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്?

   (എ) വോൾട്ട് മീറ്റർ (ബി) അമ്മീറ്റർ (സി) മൾട്ടി മീറ്റർ (ഡി) CRO

2. ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ വോൾട്ട് മീറ്ററാക്കി മാറ്റാൻ .... മായി ബന്ധിപ്പിക്കണം

   (എ) കൂടുതൽ മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് പാരലലായി

   (ബി) കൂടുതൽ മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് ശ്രേണിയായി

   (സി) മൂല്യം കുറഞ്ഞ റെസിസ്റ്റൻസ് പാരലലായി

   (ഡി) മൂല്യം കുറഞ്ഞ റെസിസ്റ്റൻസ് ശ്രേണിയായി

3. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന പരാമീറ്ററുകളിൽ CRO ഉപയോഗിച്ച് നേരിട്ട് അളക്കാൻ സാധിക്കുന്നത് എന്താണ്?

   (എ) വോൾട്ടേജ് (ബി) കറന്റ് (സി) ഫ്രീക്വൻസി (ഡി) റെസിസ്റ്റൻസ്

4. ഒരു ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ അമ്മീറ്ററായി മാറ്റണമെങ്കിൽ .... മായി ബന്ധിപ്പിക്കണം.

   (എ) കൂടുതൽ മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് പാരലലായി

   (ബി) കൂടുതൽ മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് ശ്രേണിയായി

   (സി) മൂല്യം കുറഞ്ഞ റെസിസ്റ്റൻസ് പാരലലായി

   (ഡി) മൂല്യം കുറഞ്ഞ റെസിസ്റ്റൻസ് ശ്രേണിയായി

5. ഒരു CRO യുടെ X, Y ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയ്റ്റിലേക്ക് DC വോൾട്ടേജ് കൊടുത്താൽ CRO യുടെ സ്ക്രീനിൽ .... കാണാൻ സാധിക്കും.

   (എ) തിരശ്ചീനവര (ബി) ലംബവര

   (സി) സ്ക്രീനിന്റെ നടുവിൽ ഒരു ബിന്ദു തെളിയും.

   (ഡി) സ്ക്രീനിന്റെ നടുവിൽനിന്നു മാറി ഒരു ബിന്ദു തെളിയും.

6. CRO ഉപയോഗിച്ചുള്ള അളക്കൽ വളരെ കൃത്യതയുള്ളതാണ് - എന്തുകൊണ്ട്?

   (എ) സിഗ്നലിന്റെ അളവ് കാണാൻ പറ്റുന്നതു കൊണ്ട്

   (ബി) CRO കറന്റ് വലിച്ചെടുക്കാത്തതുകൊണ്ട്

   (സി) വോൾട്ടേജിന്റെയും സമയത്തിന്റെയും പരിധി മാറ്റാൻ സാധിക്കുന്നതു കൊണ്ട്

   (ഡി) ഇതൊന്നുമല്ല

7. ഒരു സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയിൽ........ ഉണ്ട്

(എ) 7 വ്യത്യസ്ത LED കൾ

(ബി) 7 സെഗ്മെന്റുകളുള്ള ഒറ്റ LED

(സി) എത്ര LED കളുമാവാം.

(ഡി) 7 എന്ന നമ്പറിന്റെ ആകൃതിയിൽ LED കൾ വച്ചിരിക്കുന്നു.

8. ഒരു സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് ....

(എ) LED (ബി) LCD (സി) ലൈറ്റുകൾ (ഡി) എയും ബി യും

9. ഒരു ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയുടെ വ്യക്തത കൂടുന്നത് എങ്ങനെ

(എ) LED കളുടെ എണ്ണം കൂട്ടിയിട്ട്

(ബി) LED കൾ എല്ലാം വളരെ അടുപ്പിച്ചുവയ്ക്കുമ്പോൾ

(സി) എ യും ബി യും (ഡി) മേൽപ്പറഞ്ഞവയല്ല

10. ഒരു ചലനാത്മകമായ ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേ സാധ്യമാക്കുന്നത് .... മൂലമാണ്

(എ) LED കൾക്ക് വ്യത്യസ്ത തീവ്രതയോടുള്ള പ്രകാശം പുറപ്പെടുവിക്കാൻ സാധിക്കും.

(ബി) LED കൾക്ക് വളരെ വേഗത്തിൽ ഓണാകാനും ഓഫാകാനും സാധിക്കും.

(സി) LED കൾക്കു പല നിറങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കാൻ സാധിക്കും.

(ഡി) LED കൾ വളരെ ചെറുതായി ഉണ്ടാക്കാൻ സാധിക്കും.

ഉത്തരസൂചിക

1 (ഡി) 2 (ബി) 3 (എ) 4 (സി) 5 (ഡി) 6 (ബി) 7 (എ) 8 (ഡി) 9 (സി) 10 (ബി)

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1. വോൾട്ട്മീറ്ററുകൾ വ്യത്യസ്ത റേഞ്ചുകളിൽ ഉണ്ടാക്കുന്നത് എങ്ങനെ?

2. വോൾട്ട്മീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് അളക്കാൻ സാധിക്കുന്ന പരാമീറ്ററുകൾ ഏതെല്ലാം?

3. ഒരു CRO യിൽ ഹൊറിസോണ്ടൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ പ്ലേയിറ്റിലേക്ക് സോ ടൂത്ത് തരംഗ രൂപം കൊടുക്കുന്നതിന്റെ ആവശ്യമെന്ത്?

4. ഒരു CRO ഉപയോഗിച്ച് വോൾട്ടേജ്, കറന്റ്, ഫ്രീക്വൻസി തുടങ്ങിയ പരാമീറ്ററുകൾ എങ്ങനെ അളക്കാം?

5. ഡോട് മെട്രിക്സ് ഡിസ്പ്ലേയും സെവൻ സെഗ്മെന്റ് ഡിസ്പ്ലേയും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ പട്ടിക തയാറാക്കുക.

6. ഇന്റേണൽ റെസിസ്റ്റൻസ് 500Ω ഉം ഫുൾസ്കെയിൽ ഡിഫ്ളക്ഷൻ കറന്റ് $100\ \mu A$ ഉം ഉള്ള ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ 0 -10V അളക്കുന്ന വോൾട്ട് മീറ്ററാക്കി എങ്ങനെ മാറ്റാം?

7. മുകളിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ഗാൽവനോമീറ്ററിനെ 0-10mA അളക്കുന്ന അമ്മീറ്ററായി മാറ്റുക.