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

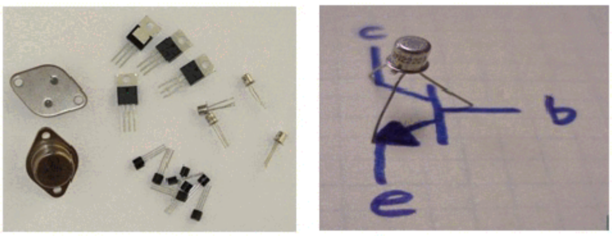
X9W1U5

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 അതി വിപുലമായ 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.

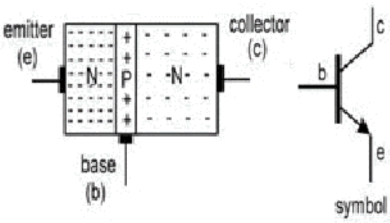
5.1 ബൈപോളാർ ജങ്ഷൻ ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ (BJT)

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.

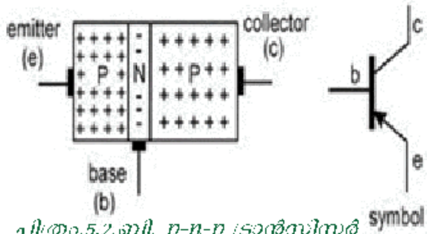
BJT യുടെ ഘടന

അർധചാലകപാളികൾ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് BJT കളെ രണ്ടായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

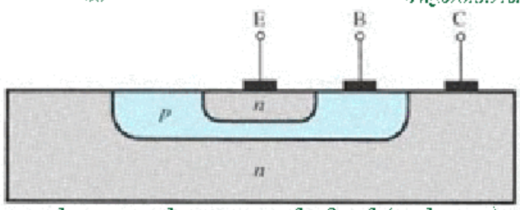
1. NPN ട്രാൻസിസ്റ്റർ
2. PNP ട്രാൻസിസ്റ്റർ



ചിത്രം.5.2.എ n-p-n ട്രാൻസിസ്റ്റർ



ചിത്രം.5.2.ബി. p-n-p ട്രാൻസിസ്റ്റർ



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 ode 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 ഭൂരി ഭാഗം 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.

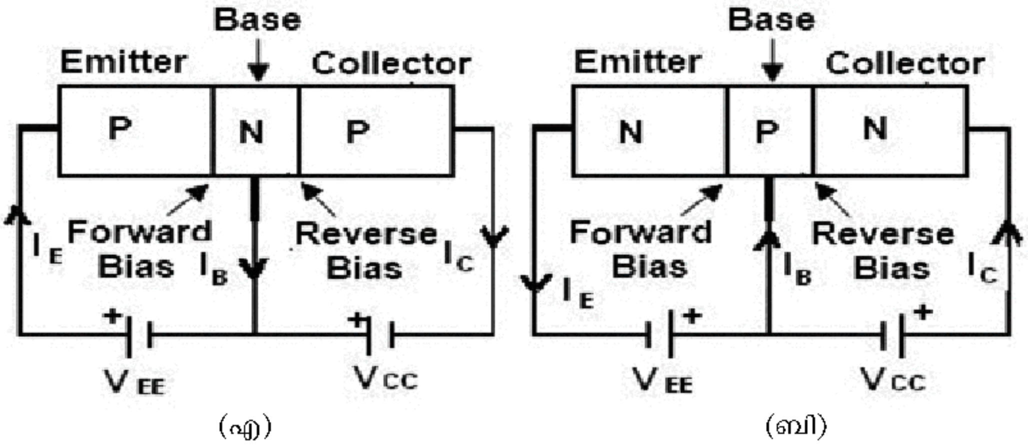
എമിറ്റർ - ബെയ്സ് (EB ജങ്ഷൻ)	കളക്ടർ - ബെയ്സ് (CB ജങ്ഷൻ)	പ്രവർത്തനരീതി
ഫോർവേഡ്	റിവേഴ്സ്	ആക്ടീവ്
ഫോർവേഡ്	ഫോർവേഡ്	സാച്ചുറേഷൻ
റിവേഴ്സ്	റിവേഴ്സ്	കട്ട് - ഓഫ്

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.

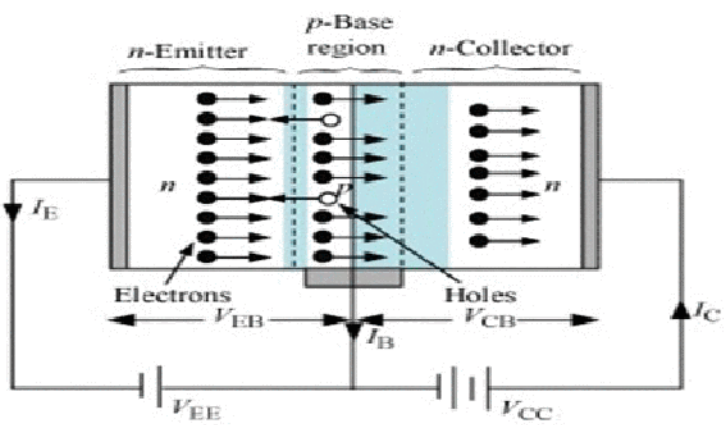


ചിത്രം.5.3 ട്രാൻസിസ്റ്റർ ബയാസിങ്

ചിത്രം 5.3 – ൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ കറന്റുകളുടെ പരമ്പരാഗതമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ദിശകൾ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ മേഖല പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ചാർജുകളുടെ ഫലമായി എമിറ്റർ കറന്റ് (I_E) ഉണ്ടാകുന്നു. ബെയ്സിൽ പുനസ്സംയോജനത്തിനു വിധേയമാകുന്ന ചാർജുകൾ ബെയ്സ് കറന്റിനു (I_B) കാരണമായിത്തീരുന്നു. ഭൂരിഭാഗം ചാർജ് വാഹകരും 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 ടെർമിനലിലും 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 ഇലക്ട്രോണുകളാണ്. ബാറ്ററി V_{EE} യുടെ നെഗറ്റീവ് ടെർമിനൽ എമിറ്ററിലെ ഇലക്ട്രോണുകളെ 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.

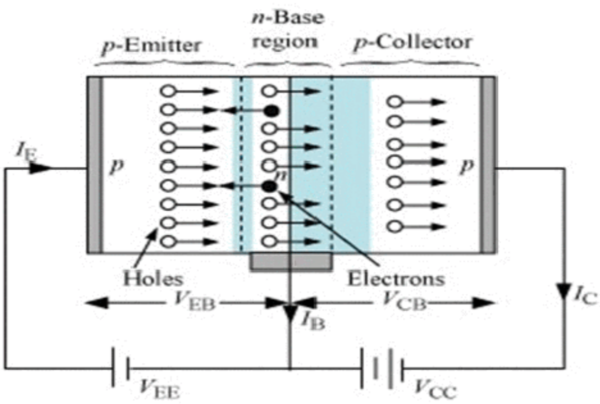
$$I_E = I_C + I_B$$

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 ഹോളുകൾ 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 ട്രാൻസിസ്റ്ററിലെ അതേ സമവാക്യംതന്നെ ലഭിക്കുന്നതാണ്.

$$I_E = I_C + I_B$$

5.5 ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷനുകൾ

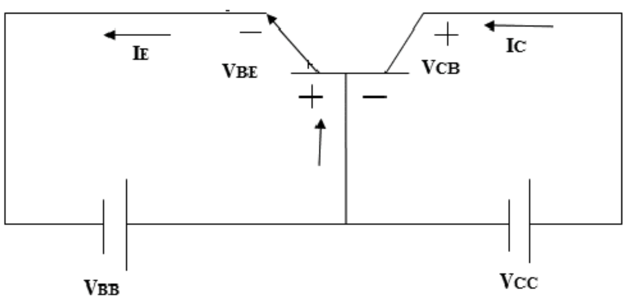
ഏതൊരു ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടിലും ഇൻപുട്ട് നൽകാൻ രണ്ടു ടെർമിനലുകളും ഔട്ട്പുട്ട് ലഭിക്കുന്നതിന് രണ്ടു ടെർമിനലുകളും വേണം. ഇങ്ങനെ ആകെ നാലു ടെർമിനലുകൾ വേണമെങ്കിലും ട്രാൻസിസ്റ്ററിന് മൂന്നു ടെർമിനലുകളേയുള്ളു എന്നതിനാൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ടെർമിനൽ ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനും പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കണം. ഇങ്ങനെ പൊതുവായി ഉപയോഗിക്കുന്ന 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 വ്യത്യസ്തമായിട്ടായിരിക്കും.

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 നിർവ്വചിക്കാം.

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

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.

$I_B = 20\mu A = 20\times10^{-3}mA$

$\alpha = I_C/I_E$. 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

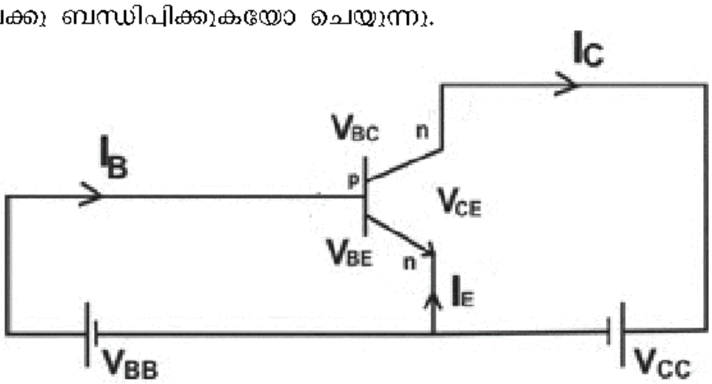
കോമൺ ബെയ്സ് കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ കറന്റ് 1mA ഉം കളക്ടർ കറന്റ് 0.956 mA ഉം ആണെങ്കിൽ α യുടെ മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

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

$$\alpha\ (1 + \beta) = \beta$$

$$\alpha + \alpha\ \beta = \beta$$

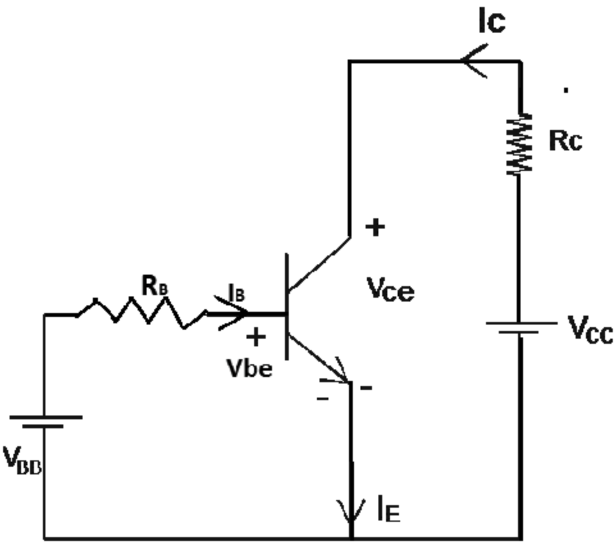
$$\alpha = \beta - \alpha\beta$$

$$\alpha = \beta\ (1 - \alpha)$$

$$\therefore\ \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

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. ($\beta = 50$)

$I_B = 50\mu A = 0.05mA$

$\beta = I_C/I_B$

$I_C = \beta I_B$

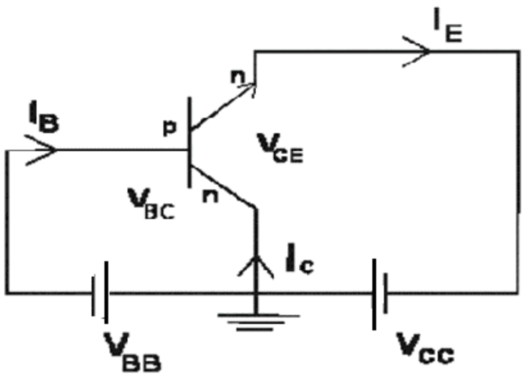
$= 50 \times 0.05mA \quad = 2.5mA$

$I_E = I_B - I_C$

$= 0.05 \quad 2.5 = 2.55mA$

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 (CC) 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

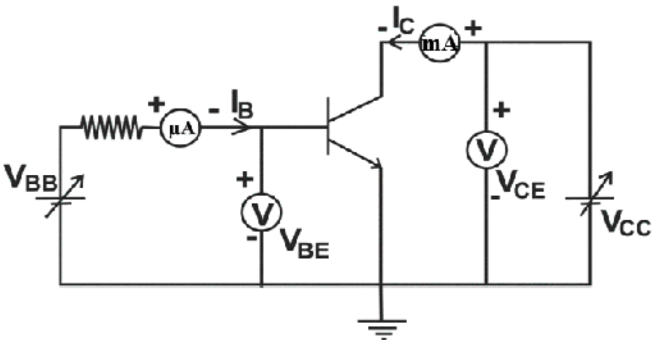
$$\gamma = \frac{1 + \frac{I_C}{I_B}}{1}$$

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

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

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.



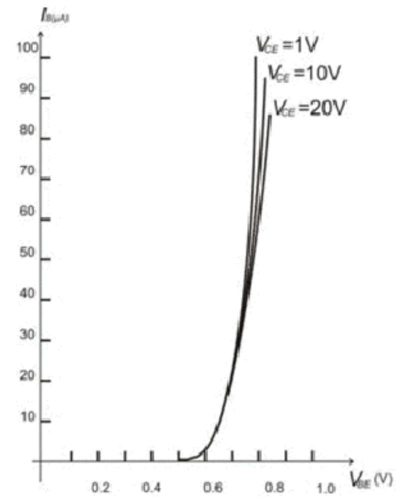
ചിത്രം.5.10 സവിശേഷതാഗ്രാഫിനുവേണ്ടിയുള്ള സെർക്കീട്ട്

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.

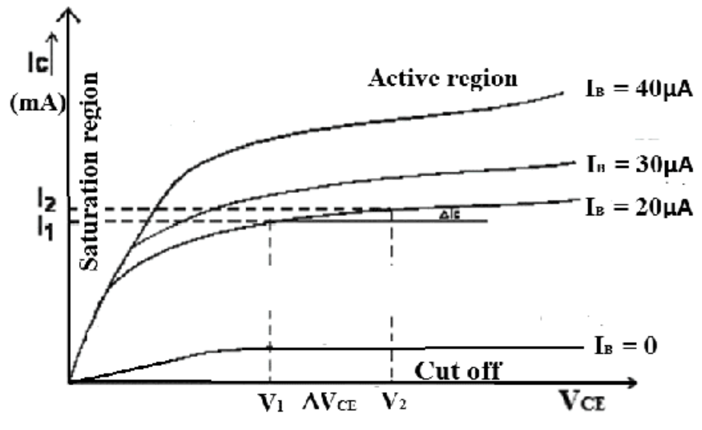
പ്രവർത്തനം 2

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.*

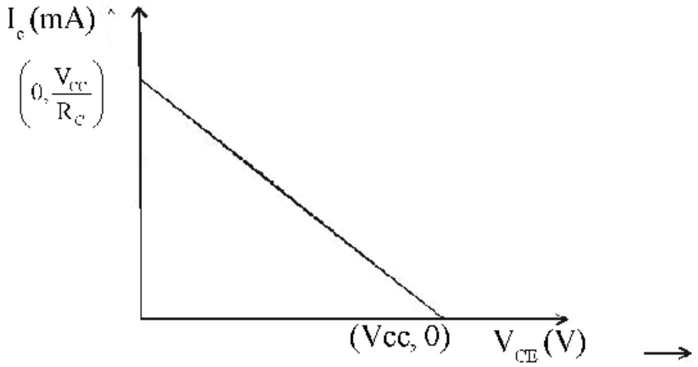
5.7 CB, CE , CC കോൺഫിഗറേഷനുകളുടെ താരതമ്യപ്പട്ടിക

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 പോയിന്റുകൾ തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ചാൽ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ എന്ന സമവാക്യം നിർണയിക്കുന്ന ഒരു നേർരേഖ ലഭിക്കും. ഈ രേഖയെയാണ് 'DC ലോഡ് ലൈൻ' എന്നു വിളിക്കുന്നത്. ഒരു രേഖ വരയ്ക്കാൻ ആ രേഖ കടന്നുപോകുന്ന ഏതെങ്കിലും രണ്ടു പോയിന്റുകൾ കണ്ടുപിടിച്ചാൽ മതി. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE} യുടെയും ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റ് I_C യുടെയും പരമാവധി മൂല്യങ്ങൾ 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 പ്രതിനിധീകരിക്കാം.

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

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

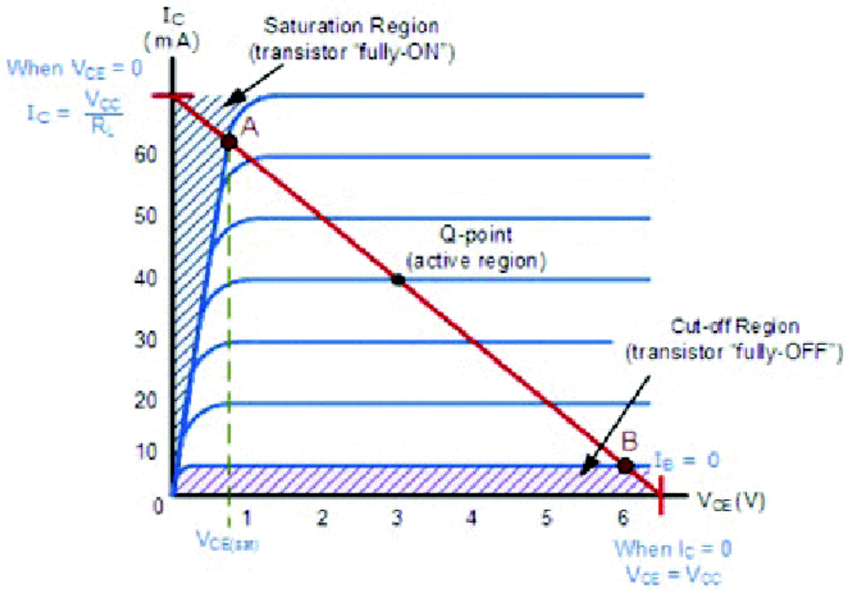
$$0 = V_{CC} - I_C R_C$$

$$I_C R_C = V_{CC}$$

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

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_{CE} 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.*

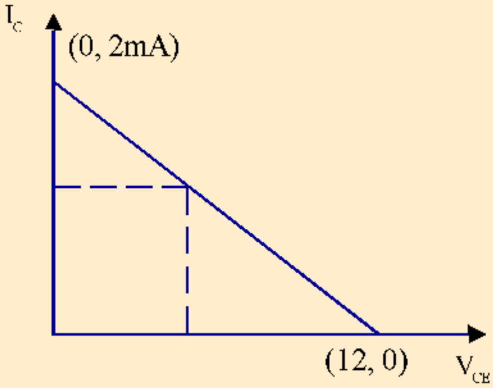
Y - ആക്സിസിലെ കട്ട് ഓഫ് പോയിന്റാണ്

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

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.

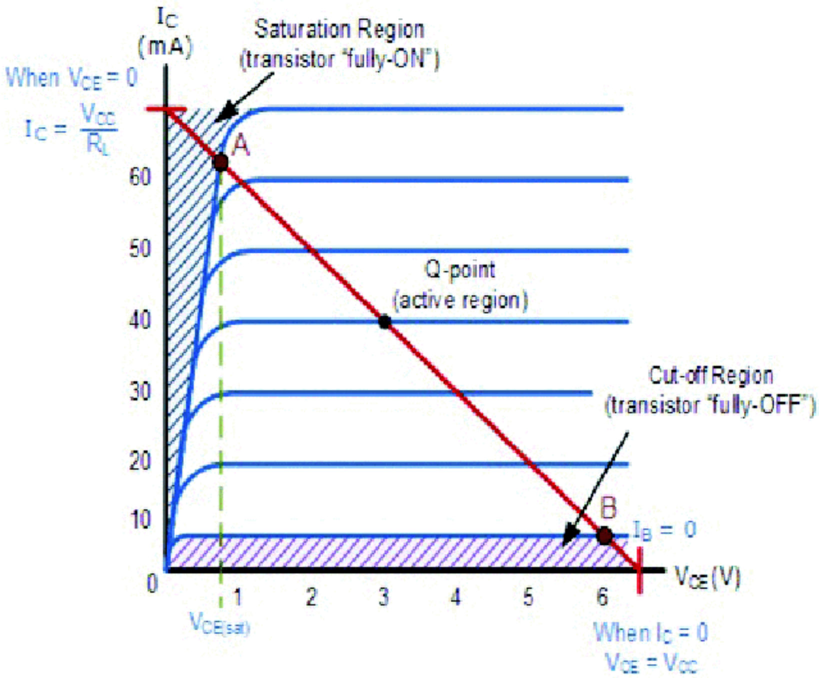


5.9 ട്രാൻസിസ്റ്റർ സ്വിച്ച്

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.

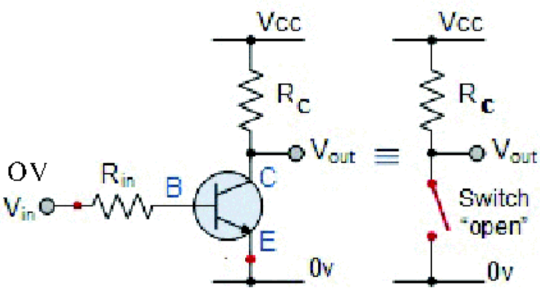
ട്രാൻസിസ്റ്റർ കട്ട് ഓഫ് മേഖലയിൽ ഓഫായും ഓണായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തന മേഖലകൾ ചിത്രം 5.15 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം.5.15 ഓപ്പറേറ്റിങ് മേഖലകൾ

കട്ട് ഓഫ് റീജിയൺ

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

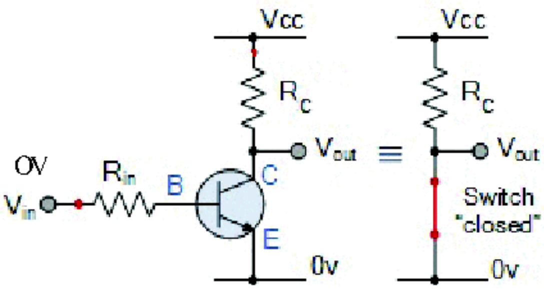


ചിത്രം.5.16 ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു ഓപ്പൺ സ്വിച്ച് പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

- 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 μA

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?