9

ദോലകം (Oscillator)

ആമുഖം

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

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 അടിസ്ഥാനത്തിൽ 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.

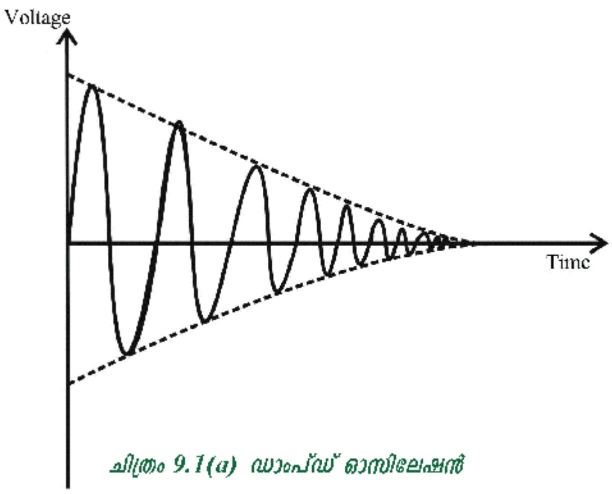
FM, AM റേഡിയോ ചാനലുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന വിവിധതരം ഫ്രീക്വൻസികളെ കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ? ഇത്തരം ചാനലുകൾ അറിയപ്പെടുന്നത് അവ സംപ്രേഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന കരിയർ സിഗ്നലുകളുടെ ഫ്രീക്വൻസികളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ്. കരിയർ എന്നത് ഒരു ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസി സിഗ്നലാണ്. ദീർഘദൂര വാർത്തവിനിമയത്തിന് മെസേജ് സിഗ്നലിനെ ഉയർന്ന 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

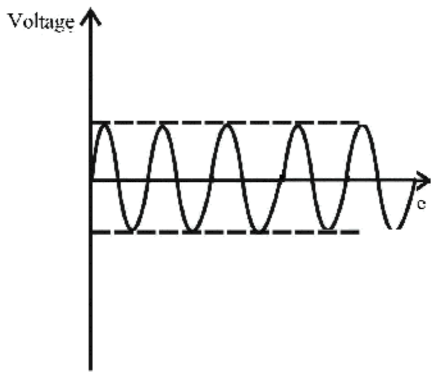
AM ചാനലുകൾ	ഫ്രീക്വൻസി
തൃശൂർ AIR	630 KH_z
ആലപ്പുഴ AIR	550 KH_z
കോഴിക്കോട് AIR	684 KH_z

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

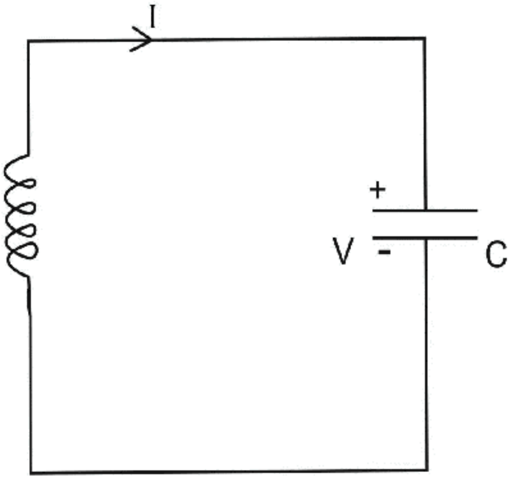
ഇലക്ട്രോണിക് ഓസിലേറ്ററുകളിൽ ആവശ്യമായ ഫ്രീക്വൻസിയിലുള്ള ഓസിലേഷനുകൾ നിർമ്മിക്കുന്ന സെർക്കീട്ടുകളെ ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടുകൾ എന്നു പറയുന്നു. ഓസിലേഷനേക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ ലളിതമായ ഒരു പെൻഡുലം മൂലം ഉണ്ടാകുന്ന മെക്കാനിക്കൽ ഓസിലേഷനെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കാം.

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

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.



ചിത്രം (9.2) ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട്

LC സെർക്കീട്ടുകൾ ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള സിഗ്നൽ നിർമ്മിക്കാനോ സങ്കീർണ്ണമായ സിഗ്നലിൽ നിന്ന് ഒരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള സിഗ്നൽ വേർതിരിക്കാനോ വേണ്ടി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

മാതൃകാപരമായ അവസ്ഥയിൽ ഒരു LC സെർക്കീട്ടിൽ ഊർജ നഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ പ്രായോഗികാവസ്ഥയിൽ ഒരു ചെറിയ ഊർജ നഷ്ടം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. അത് കമ്പോണന്റുകളുടെ ഉള്ളിലും അവ ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന വയറുകളിലും ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. റെസിസ്റ്ററുകൾ ഇല്ലാത്ത സെർക്കീട്ട് ആകയാൽ അതുമൂലമുള്ള ഊർജനഷ്ടം 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 ഊർജ 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 മുഴുവാനായി 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 സരിരമായി 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 $2\pi f_o L = \frac{1}{2\pi f_o C}$

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)

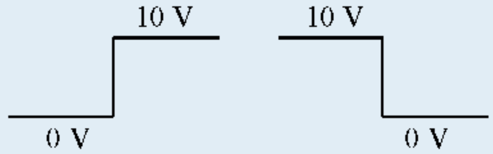


Fig. 9.3

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.

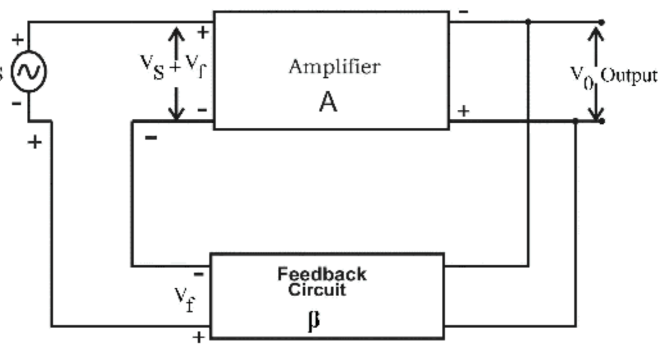
ഒരു LC ഓസിലേറ്ററിന് ഒരു LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ടാണ്. അതിന്റെ ഫീഡ് ബാക്ക് സെർക്കീട്ട് ഒരു LC ഓസിലേറ്ററുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള DC പവർസപ്ലൈ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ വിവിധ തരത്തിലുള്ള ഫ്രീക്വൻസികൾ ഉണ്ടാകുന്നു. LC ടാങ്ക് സെർക്കീട്ട് അതിൽ നിന്നും അതിന്റെ അനുനാദാവൃത്തി (Resonant frequency) ക്ക് തുല്യമായ ഫ്രീക്വൻസി 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 ഇൻഡ്കടറുകളും 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 റെസിസ്റ്ററുകളു 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^o 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, $V_O = AV_S$

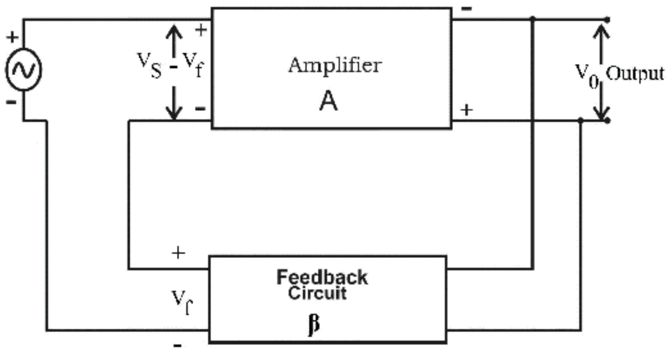
ഫീഡ് ബാക്ക് ഉള്ളപ്പോൾ

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.

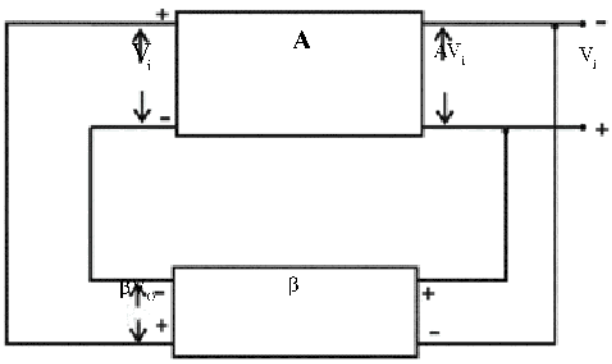
ഫീഡ് ബാക്ക് ഇല്ലാത്തപ്പോഴുള്ള ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_S ഉം അപ്പോഴുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് $V_O = AV_S$ ഉം ആണ്. എന്നാൽ ഫീഡ്ബാക്ക് കൊടുക്കുമ്പോൾ ആ സമയത്തെ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് $V_S - V_f$ ആണ്.

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 സറിര 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 : $A\beta = 1$

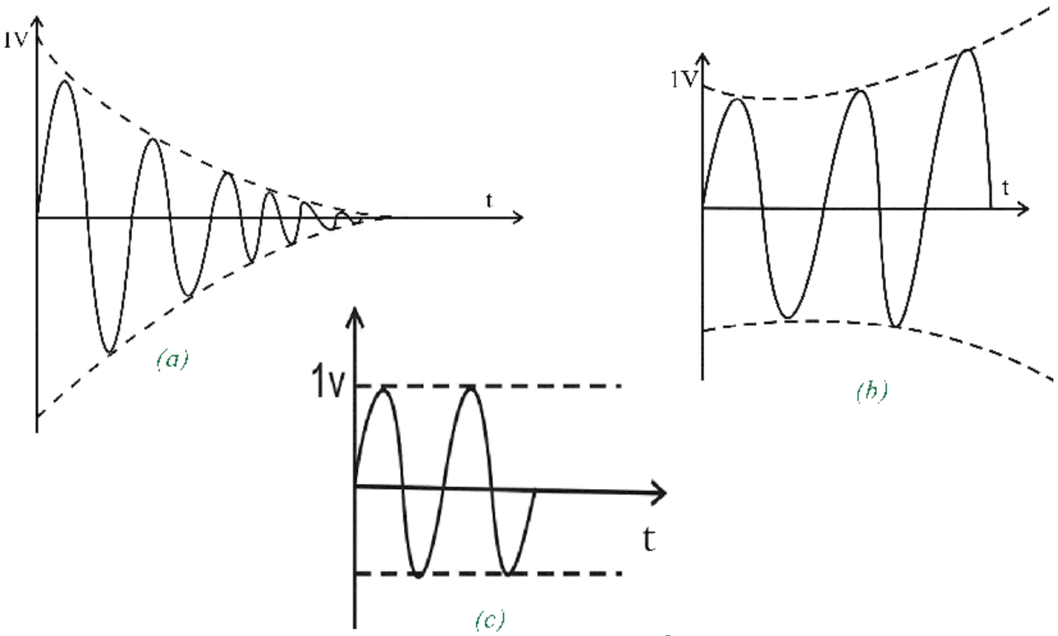
$A=2$, എന്നും $\beta = 0.5$ എന്നും എടുക്കുക

നമുക്ക് $V_O = 1V$ ആണുള്ളത്

അതിനാൽ $V_i = \beta V_O = 0.5 \times 1 = 0.5V$

ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് $V_O = AV_i = 2 \times 0.5 = 1V$

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 $A\beta = 1$ ആയിരിക്കണം എന്ന് ഇപ്പോൾ നമുക്ക് മനസ്സിലായാല്ലോ. ആംപ്ലിഫയറും ഫീഡ് ബാക്ക് സംവിധാനവുമുള്ള ഒരു അടഞ്ഞ ഗ്രൂപ്പിൽ (closed loop) സിഗ്നലിന് ആകെയുണ്ടാകാവുന്ന ഫേസ് വ്യതിയാനം 360^o അല്ലെങ്കിൽ 0^o ആയിരിക്കണം. ($V_i = \beta V_0$, അതിനാൽ V_i യുടെയും βV_0 യുടെയും ധ്രുവത ഒരേ പോലെയായിരിക്കണം. അതായത് $A\beta$ യുടെ ഫേസ് ആങ്കിൾ 360^o യോ 0^o യോ ആയിരിക്കണം. ആംപ്ലിഫയർ ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നു എങ്കിൽ ഫീഡ് ബാക്ക് ശൃംഖലയും ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തിയേ മതിയാവൂ. ഉദാഹരണമായി ഒരു CE ആംപ്ലിഫയർ ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത് എങ്കിൽ അത് 180^o ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നുണ്ട്. അതിനാൽ ഫീഡ് ബാക്ക് ശൃംഖലയും 180^o ഫേസ് വ്യതിയാനം വരുത്തിയേ തീരൂ.

അതിനാൽ ഒരു സുസ്ഥിര ഓസിലേഷൻ കിട്ടണമെങ്കിൽ $A\beta$ യുടെ മൂല്യം (magnitude) '1' ഉം $A\beta$ യുടെ ഫേസ് വ്യതിയാനം $= 0^o$ അല്ലെങ്കിൽ 360^o യുമായിരിക്കും. ഈ വ്യവസ്ഥകളെയാണ് ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ എന്നുവിളിക്കുന്നത്.

അതായത് $A\beta = 1$

A β യുടെ ഫേസ് = 0° അല്ലെങ്കിൽ 360°

പോസിറ്റീവ് ഫീഡ് ബാക്കുള്ള ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ, $A_f = \frac{A}{1-A\beta}$ എന്നാൽ ലൂപ്പിലെ ഗെയിൻ A β = 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

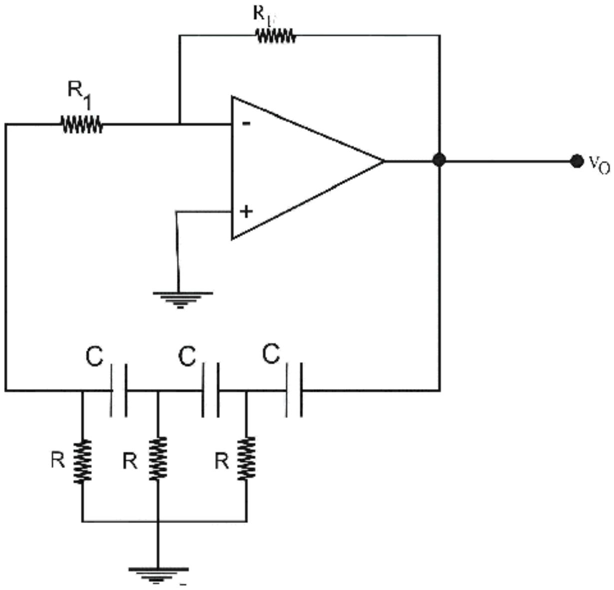
RC ഓസിലേറ്ററുകൾ മുഖ്യമായും രണ്ടെണ്ണമാണ്.

1. ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ (Phase shift Oscillator)
2. വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ (Wien bridge Oscillator)

ഫേസ് ഷിഫ്റ്റ് ഓസിലേറ്റർ (Phase Shift Oscillator)

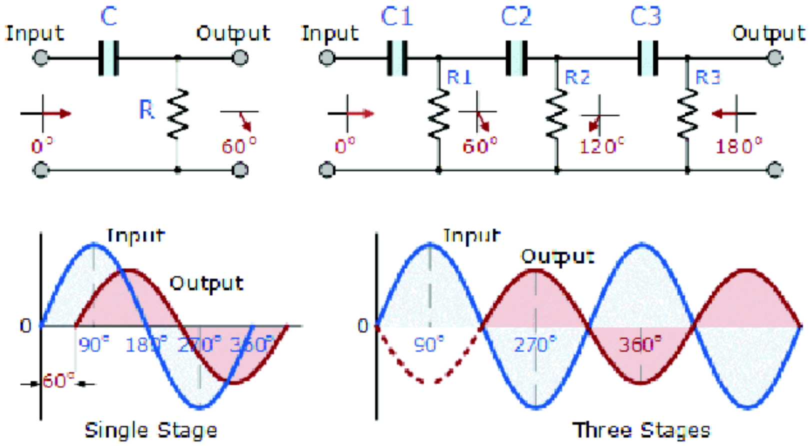
Op-Amp ഒരു ആംപ്ലീഫയറായിട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്ന 3 RC ശൃംഖലകൾ ഉള്ള ഫീഡ് ബാക്കോടു കൂടിയ ഓസിലേറ്ററിനെക്കുറിച്ച് നോക്കാം (ചിത്രം. 9.8).

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 ഫ്രീക്വിൻസിയിലുള്ള സൈൻതരംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഏതൊരു പ്രത്യേക ഫ്രീക്വൻസി യിൽ 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_z ൽ 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

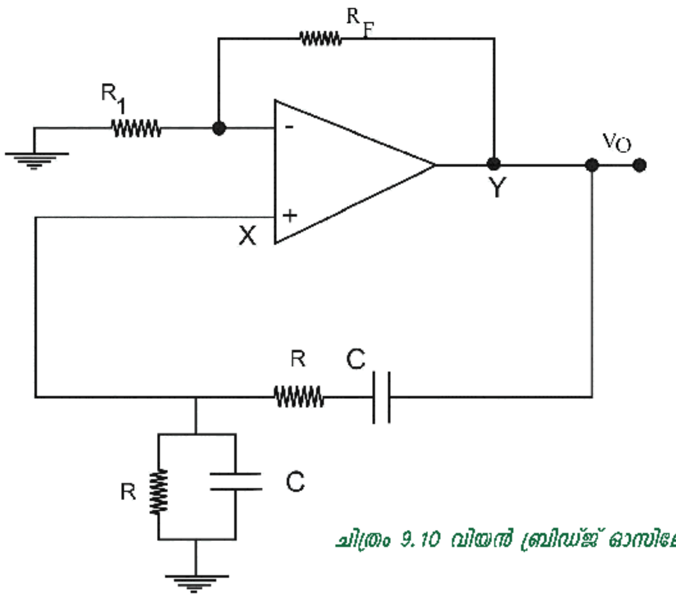
$$R = \frac{1}{2\pi f_0 C\sqrt{6}} = \frac{1}{2\pi \times 400 \times 0.1 \times 10^{-6} \times \sqrt{6}} = 1.63K\Omega$$

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_1 ഉം R_F ഉം 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 $f_o = \frac{1}{2\pi RC}$ ആകുന്നു.

ഈ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഉള്ള ഫീഡ്ബാക്ക് ഫാക്ടർ β കണക്കാക്കിയാൽ

$\beta = \frac{1}{3}$ എന്ന് ലഭിക്കും.

ബാർക്കോസൻ മാനദണ്ഡങ്ങൾ നിറവേറ്റണമെങ്കിൽ

ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ $A = \frac{1}{\beta} = 3$ എന്നും കിട്ടും.

ഒരു നോൺ ഇൻവേർട്ടിംഗ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ

$$A = 1 + \frac{R_F}{R_I} = 3 \quad \text{or} \quad \frac{R_F}{R_I} = 2$$

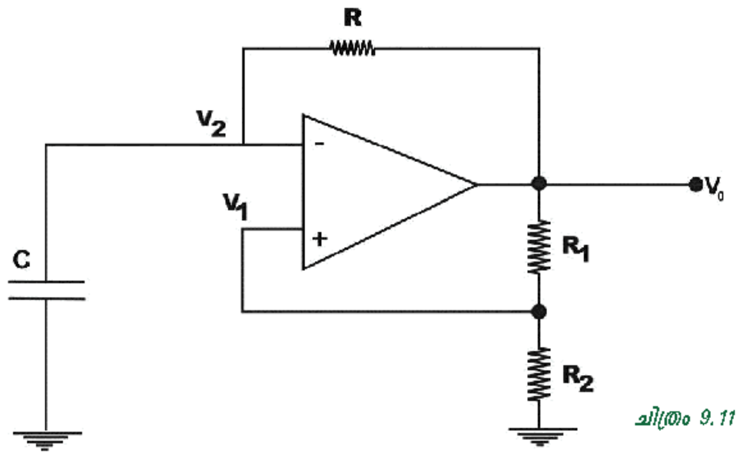
ie $R_F = 2\ R_1$

ഫ്രീക്വൻസി സ്ഥിരതയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ ഒരു വിയൻ ബ്രിഡ്ജ് ഓസിലേറ്റർ വളരെ നല്ലതാണ്. കൂടാതെ അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി ഉയർന്ന പരിധിയിലേക്ക് ഉയർത്താനും കഴിയുന്നു.

നിങ്ങളുടെ പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം
950H$_Z$, 1.5 KH$_Z$ 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

$$T = 2R_C \ In \left[\frac{2R_2 + R_1}{R_1} \right]$$

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 $R = \frac{1}{2f_oC} = \frac{1}{2 \times 1 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 50K\Omega$

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 ക്രിസ്റ്റൽ 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 ACവോൾട്ടേജ് 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 റെസോണന്റ് 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 $T = 1.38R_BC$.

നമുക്ക് വേണ്ടത് 1 സെക്കന്റ് പീരീഡ് ഉള്ള ഒരു സിഗ്നൽ ആണ്.

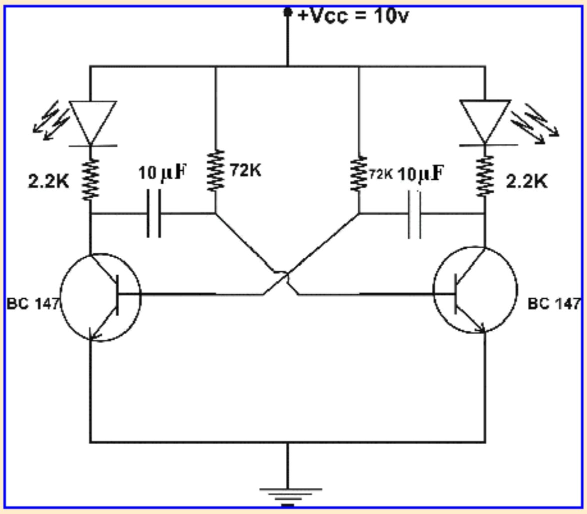
$C = 10\,\mu F$ എന്നു കരുതുക.

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 rt e j- ³ \ re ½ rA¯ p¶ Xn \B h i- yanb DuÀPw\ Â I p- 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 ശൃംഖലകൾ 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 മൾട്ടിവൈബ്രേറ്റർ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുക.