29 అర్ధవాహక సాధనాల అనువర్తనాలు

p-n సంధి డయోడు, జీనర్ డయోడు LED, ట్రాన్సిస్టర్లు పనిచేసే సూత్రాలను ఇంతకు ముందు పాఠంలో చదివారు. అర్ధవాహక సాధనాలు చిన్న పరిమాణాన్ని కలిగి ఉండటం మరియు ప్రత్యేకమైన విద్యుత్ ధర్మాలు కలిగి ఉండటం వలన ఇవి అన్ని గృహోపకరణాలలోను ఉపయోగపడుతున్నాయి. వీటిని రక్షణ అలారమ్, రేడియో, టి.వి., టెలిఫోన్, టేప్‌రికార్డర్, సి.డి. ప్లేయర్, కంప్యూటర్, అత్యవసర దీపాలు, విద్యుత్ పంఖా యొక్క వడిని నియంత్రించే (Speed regulator) సాధనాలలో ఎక్కువగా ఉపయోగిస్తున్నారు. అన్ని నియంత్రణ సాధనాలలోను, పెద్ద పరిశ్రమలలోను, విమాన నియంత్రణ సాధనాలలోను, ఉపగ్రహాలలో సామర్థ్య నియంత్రణ సాధనాలలోను అర్ధవాహక సాధనాలను ఉపయోగిస్తున్నారు. ఒక విధంగా చెప్పాలంటే ఈరోజులలో ఈ సాధనాలు లేకుండా జీవితాన్ని ఊహించడం కష్టం.

ఈ పాఠంలో డయోడు మరియు ట్రాన్సిస్టర్ల ఉపయోగాలు కొన్నింటిని మీరు తెలుసుకుంటారు. ఈ చర్చ అనంతరం డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ (Electronics) యొక్క పరిచయం చేయడం జరుగుతుంది. ఎలక్ట్రానిక్స్ యొక్క ఈ విభాగం '0' మరియు 'l' విలువ కలిగిన ప్రత్యేక తరంగాలు లేదా సంకేతాల గూర్చి చెబుతుంది. డిజిటల్ ఎలక్ట్రానిక్స్ (Digial electronics) లాజిక్ ద్వారాలు (logic gates) అనే భావనపై ఆధారపడతాయి. ఈ ద్వారాలు నివేశ సంఖ్యా విలువలు తీసుకొని దాని లాజిక్ ప్రక్రియకు అనుగుణమైన నిర్గమ విలువలను ఇస్తాయి. ఈ పాఠంలో లాజిక్ ద్వారాలు వాటి సంకేతాలు మరియు వలయాలలో వాటిని ఉపయోగించే విధానాలను మీరు తెలుసుకుంటారు.

లక్ష్యాలు

ఈ పాఠం నేర్చుకున్న తరువాత మీరు క్రింది విషయాలను వివరించగలుగుతారు.

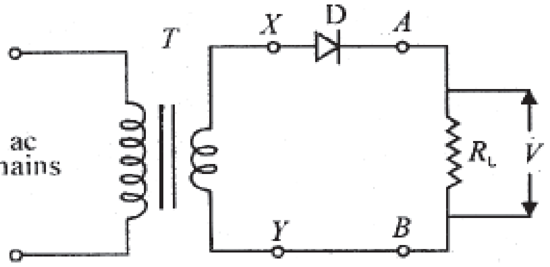
- అర్ధతరంగ మరియు పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరిణిలుగా డయోడు యొక్క ఉపయోగం.
- ఓల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడు ఉపయోగం.
- వృద్ధికరణి, స్విచ్ మరియు డోలకం (Orcillator) గా ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క ఉపయోగం.
- లాజిక్ ద్వారాలను వాటి సత్య పట్టికలతో వివరించుట.
- చిన్న చిన్న వలయాలలోని లాజిక్ ద్వారాలను ప్రత్యక్షంగా గ్రహించగల్గుతారు.

29.1 p-n సంధి డయోడు యొక్క అనువర్తనాలు

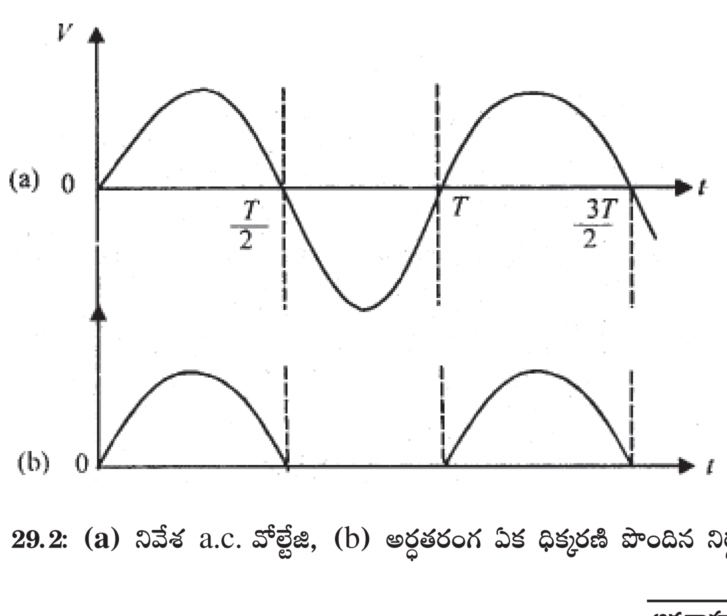
ఇప్పుడు మీరు p-n సంధి డయోడు అసౌష్టవ (arymmetric) విద్యుత్ వాహకత అనగా పురోశక్మం (Forward bias) ప్రదర్శిస్తుందని తెలుసుకుంటారు. అంటే దాని తిరోశక్మం (Reverse bias) లో నిరోధం పురోశక్మంలో కన్నా తేడాగా ఉంటుందని తెలుసుకుంటారు. డయోడు యొక్క ఈ ధర్మాన్ని ఏకధిక్కరణిలో ఉపయోగిస్తారు. అనగా స్థిర పరిమాణం గల A.C. విద్యుత్ సంకేతాలను D.C. విద్యుత్ సంకేతాలుగా మార్చే ప్రక్రియలో ఉపయోగిస్తారు. నిత్య జీవితంలో మనం ప్రతిరోజు సెల్‌ఫోన్ (Cell phone) మరియు లాప్‌టాప్ (laptop) లను చార్జి చేయవలసి వస్తుంది. మనం ఇప్పుడు దానిని గూర్చి తెలుసుకుందాం.

మన గృహాలకు పంపిణీ విద్యుత్తు ఏకాంతర విద్యుత్తు (A.C.) గా ఉంటుందని, మాడ్యుల్–5 లో చదివారు. ఇది 50 హెర్ట్జ్ పౌనఃపున్యం గల సిన్యుసాయిడల్ విద్యుత్ సంకేతంగా ఉంటుంది. అనగా ప్రతీ చక్రీయ తరంగంలో రెండు సార్లు విద్యుత్ ప్రవాహం శూన్యం అవుతుంది. అనగా విద్యుత్ తరంగంలో ఒక అర్ధభాగం ధనాత్మకంగాను, రెండవ అర్ధభాగం రుణాత్మకంగాను శూన్య పొటెన్షియల్‌కు రెండు వైపుల ఉంటుంది. ఇట్టి తరంగం యొక్క సరాసరి ఓల్టేజి శూన్యం అవుతుంది. ఇపుడు మనం A.C. ని D.C. గా మార్చే ప్రక్రియను తెలుసుకుందాం.

(a) అర్ధ తరంగ ఏకధిక్కరిణి (Halfwave rectifier)



29.1 : అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరణి వలయం



పటం 29.2: (a) నివేశ a.c. వోల్టేజి, (b) అర్ధతరంగ ఏక ధిక్కరణి పొందిన నిర్గమం

పటం 29.1. చూడండి. A.C. మెయిన్స్ సంకేతాలు అవరోహణ పరివర్తకం T కు సమకూర్చబడినవి. ఇది XY టెర్మినల్స్‌కు అందుబాటులో ఉంచుతుంది. భారనిరోధం R_L p-n సంధి డయోడ్ ద్వారా ఈ టెర్మినల్స్ XY లకు సంధానం చేయబడి ఉంటుంది. అవరోహణ పరివర్తకం ఎందుకు ఉపయోగించారు అని మీకు అడగాలన్పించవచ్చు. దానికి కారణం పెక్కు పరికరాలకు 220V వోల్టేజ్ కన్నా తక్కువ వోల్టేజ్ కావలసి ఉంటుంది. అవరోహణ పరివర్తక నిర్గమం వద్ద అవరోహణ AC సంకేతాలు లభిస్తాయి. Y పరంగా X వద్ద పొటన్షియల్ ఒక సైన్ ప్రమేయంగా కాలంతోపాటు పటం 29.2(a) లో చూపినట్లు మారుతూ ఉంటుంది. నివేశ ధన అర్ధతరంగానికి '0' నుండి '$\frac{T}{2}$' కాల వ్యవధిలో డయోడు పురోశక్మంలో ఉండి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని A, B ల మధ్య గల భార నిరోధం (R_L) లోనికి ప్రవహింపజేస్తుంది. '$\frac{T}{2}$' నుండి 'T' కాలవ్యవధిలో గల రుణ అర్ధతరంగానికి డయోడు తిరోశక్మంలో ఉండి విద్యుత్ ను భార నిరోధం లోనికి ప్రవహింపనీయదు. దీనిని పటం 29.2(b) లో చూపించారు. p-n డయోడు సైన్ తరంగం లోని ఒక అర్ధ తరంగాన్ని మాత్రమే ప్రవహింపజేస్తుంది. కనుక ఇది అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరణి గా ప్రవర్తిస్తుంది.

డయోడు గుండా ప్రవహించని అర్ధ తరంగ సమయంలో డయోడు చివరల గల గరిష్ట వ్యతిరేక ఓల్టేజి శిఖర ఓల్టేజి 'V_m' కి సమానం. భంజన ఓల్టేజిని శిఖర విలోమ ఓల్టేజి (Peak Inverse Voltage) PV అంటారు. ఏకధిక్కరణిలో డయోడు యొక్క PV విలువ A.C. ఓల్టేజి యొక్క PV కంటే ఎక్కువగా ఉండేలా తీసుకోవాలి. లేనిచో డయోడు చెడిపోతుంది. భారనిరోధం (R_L) చివరల గల D.C. ఓల్టేజి (V_{dc}) ని ఓల్టు మీటరుతో కొలువవచ్చును.

అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరిణి లో, $V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}$ .... (29.1)

ఇచట V_m = శిఖర ఎ.సి. ఓల్టేజి

భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే d.c. విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని కింది సమీకరణంతో చూపవచ్చు.

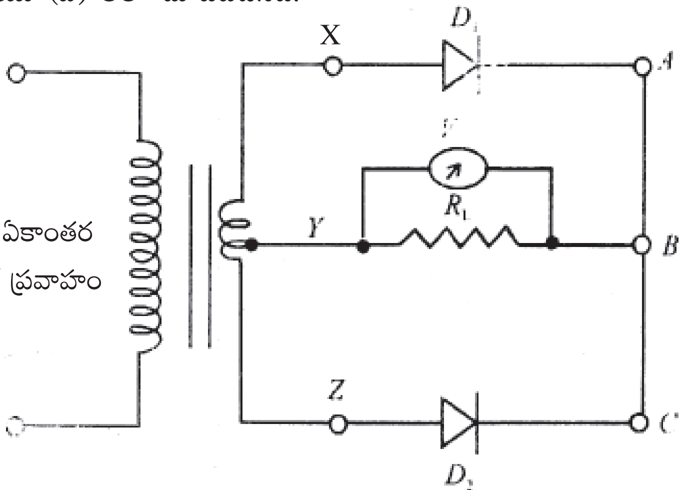
$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{V_m}{\pi R_L} \quad \text{......... (29.2)}$$

అర్ధ తరంగ ఏకధిక్కరణిలో నివేశ సామర్థ్యం లోని సగభాగాన్ని మాత్రమే ఉపయోగిస్తున్నాం కాబట్టి ఇది ఏకముఖ (d.c) విద్యుత్ ప్రవాహం పొందడానికి సరి అయిన పద్ధతి కాదు. ఒక డయోడుకు బదులుగా రెండు డయోడులను ఉపయోగించి పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణిను పొందవచ్చును.

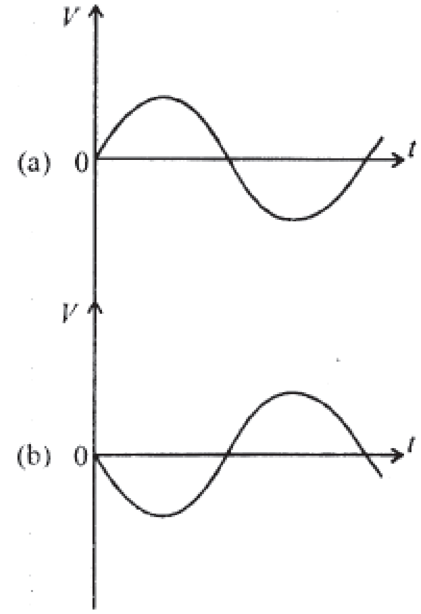
(b) పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి (Full wave rectlifier) :

పూర్ణతరంగ ఏకధిక్కరణిలో నివేశిత సంకేతం అవరోహణ పరివర్తకం యొక్క గౌణ తీగ చుట్ట మధ్యభాగంలో టాప్ చేయబడిన దానికి అందించబడుతుంది. (ఈ గౌణ తీగచుట్టలో రెండు సర్వసమానమయిన గౌణ చుట్టలు శ్రేణి పద్ధతిలో కలుపబడి ఉంటాయి) పటం 29.3లో చూపినట్లు D_1 మరియు D_2 లు రెండు p-n సంధి డయోడ్‌లు.

భారనిరోధం R_L యొక్క ఒక కొన గౌణ చుట్ట యొక్క మధ్య బిందువయిన Y కి కలుపబడింది. రెండవ కొన D_1 మరియు D_2 డయోడ్‌ల కేథోడ్ టెర్మినల్స్‌కు కలుపబడినది. ఈ డయోడ్‌ల యొక్క ఆనోడ్‌లు గౌణచుట్టల యొక్క కొనలు X మరియు Z లకు వరుసగా కలుపబడి ఉంటాయి. అంటే X యొక్క పొటన్షియల్ ధనాత్మకం అయినపుడు Z యొక్క పొటన్షియల్ రుణాత్మకం అవుతుంది. లేదా X రుణాత్మకం అయితే Z ధనాత్మకం అవుతుంది. దీనిని రేఖాత్మకంగా పటము 29.4(ఎ) మరియు (బి) లలో చూపబడినది.



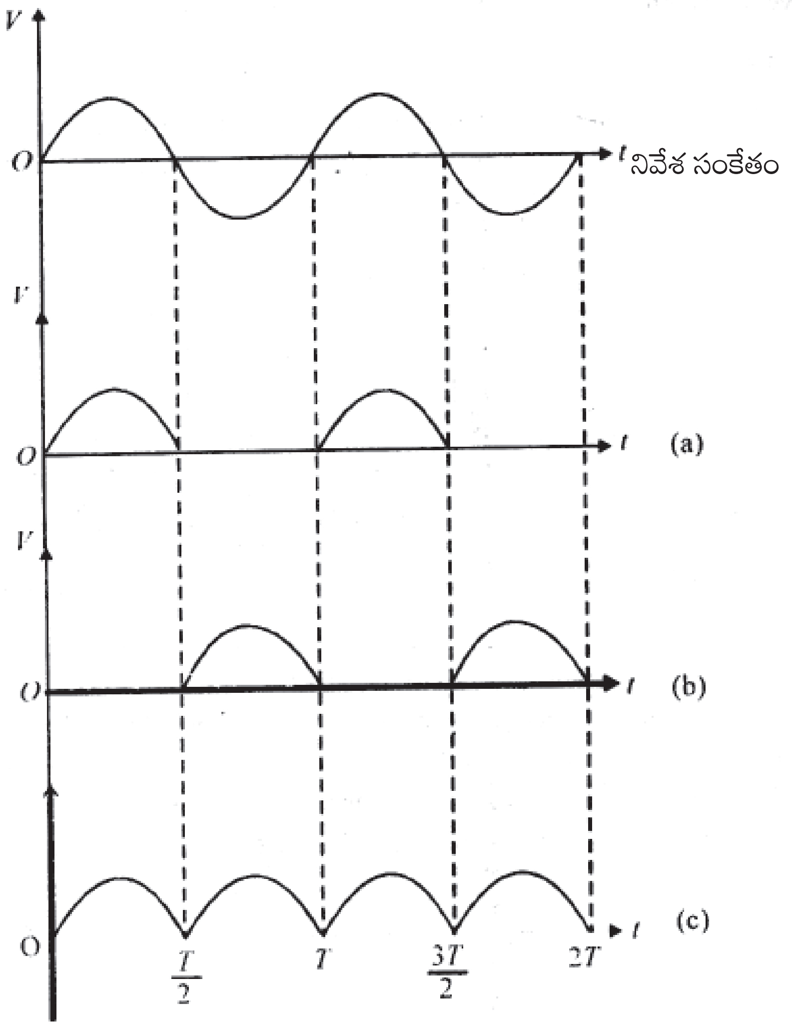
పటం 29.3: రెండు డయోడ్‌లనుపయోగించిన పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి వలయం



పటం 29.4: (ఎ) Y పరంగా X వద్ద పొటన్షియల్ ధనాత్మకం (బి) Y పరంగా Z వద్ద పొటన్షియల్ రుణాత్మకం

తొలుత Y పరంగా X, ధనాత్మకం మరియు Z రుణాత్మకం గా ఉన్నాయి అనుకుందాం. ఈ సందర్భంలో 'D_1', డయోడు పురోబయాస్‌లో ఉండి విద్యుత్ ను ప్రవహింపజేస్తుంది. 'D_2' డయోడ్ తిరోబయాస్‌లో ఉండి విద్యుత్‌ను ప్రవహింపజేయదు. అనగా విద్యుత్తు 'B' నుండి 'Y' కి భార నిరోధం (R_L) గుండా ప్రవహిస్తుంది. R_L నిరోధం చివరలగల నిర్గమ వోల్టేజ్

పటం 29.5(ఎ) లో చూపబడినది. రెండవ అర్థతరంగానికి Y పరంగా 'X' రుణాత్మకంగాను 'Z' ధనాత్మకంగాను ఉంటాయి. ఈ సందర్భంలో D_2 డయోడు పురోబయాస్ లో ఉండి విద్యుత్ ను ప్రవహింపజేస్తుంది మరియు 'D_1' డయోడు తిరోబయాస్ లో ఉండి విద్యుత్ ప్రవహింపజేయదు. కనుక భార నిరోధం (R_L) లోనికి విద్యుత్తు B నుండి Y కి అదే దిశలో ప్రవహించును. దీనికి సంబంధించిన తరంగాన్ని పటం 29.5(b) లో చూపబడినది. భార నిరోధం R_L లోని ఫలిత నిర్గమ తరంగం (Pulsating) వేగంగా మారుతున్నట్లు పటం 29.5(c)లో చూపిపట్లు ఉంటుంది.



పటం 29.5 : R_L చివరల ఓల్టేజి a) D_1 గుండా ప్రవహించినపుడు (b) D_2 గుండా ప్రవహించినపుడు (c) పూర్ణతరంగ ఏకధిక్కారిణి ఫలిత నిర్గమం.

భార నిరోధం గుండా పూర్తి తరంగం, సైన్ తరంగం యొక్క పూర్తి చక్రం గుండా ప్రవహించుచున్నది కనుక దీనిని పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి అంటారు. దీని యందు dc ఓల్టేజి V_{dc} మరియు dc విద్యుత్తు I_{dc} లను కింది విధంగా ఇవ్వవచ్చును.

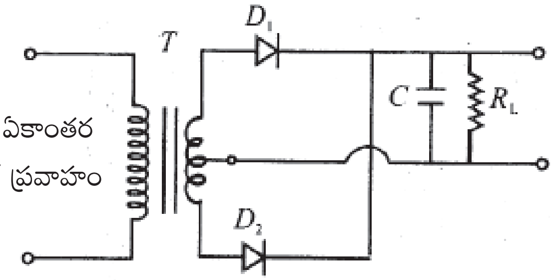
$$V_{dc} = 2\times\frac{V_m}{\pi} \qquad \dots (29.3)$$

మరియు $$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L} = \frac{2.V_m}{\pi R_L} \qquad \dots (29.4)$$

పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణి తరువాత భారనిరోధం (R_L) గుండా ప్రవహించే dc విద్యుత్తు కనిష్ట విలువ (0) మరియు గరిష్ట విలువ ల మధ్య మారుతూ ఉంటుంది కనుక అది ప్రాయోగిక అనువర్తనాలలో ఉపయోగపడదు. విద్యుత్తులోని హెచ్చుతగ్గులను అంశాలను తగ్గించి మరింత నిలకడ ప్రవాహాన్ని పొందుటకు ఈ హెచ్చుతగ్గులను నిర్గలని చేస్తాము. దీనిని ఎలా పొందుతామో తెలుసుకుందామనే ఆత్రుత మీలో ఉంటుంది. ఈ ముఖ్యమైన ప్రశ్నకు సమాధానం ఇప్పుడు కనుక్కుందాం.

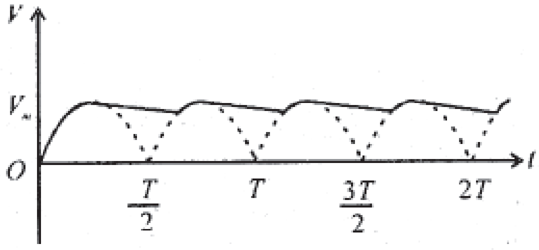
నిర్గలిని (Filtering)

A.C. విద్యుత్ ప్రవాహానికి కండెన్సరు కలుగజేసే అవరోధం (Impedance) దాని పౌనఃపున్యం పై ఆధారపడునని మనకు తెలుసు. కనుక పటం 29.6 లో చూపినట్లు భారనిరోధానికి సమాంతరంగా ఒక కండెన్సరు (C) ని సంధానం చేసినచో అధిక పౌనఃపుణ్యం గల a.c. అంశాలు నిర్గలిని (ఫిల్టర్) (Filter) అవుతాయి.



పటం 29.6 : పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణిలో కెపాసిటర్ ఉపయోగించి ఫిల్టర్ చేయుట.

$t = \frac{T}{4}$ కాలంలో డయోడ్ D_1 లో ప్రవహింపజేసిన విద్యుత్ ప్రవాహానికి కండెన్సర్ రమారమి గరిష్ట పొటెన్షియల్ (V_m) కు ఆవేశితం అవుతుంది. విద్యుత్తు తగ్గడం మొదలయ్యే సమయంలో $\frac{T}{4} < t < \frac{T}{2}$ కాలాల మధ్య కండెన్సరు ఆవేశాన్ని ఉత్సర్గం (discharge) చేసి హెచ్చుతగ్గులను తగినంతగా తగ్గించి భార నిరోధం లోని విద్యుత్తు స్థిరంగా ఉండేలా చేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియ పటం 29.7 లో చూపబడినది. భార నిరోధం మరియు కండెన్సరు విలువలు పెద్దవిగా ఉన్నపుడు ఏకధిక్కరణ జరిగిన dc విద్యుత్తులో హెచ్చుతగ్గులు తక్కువగా ఉంటాయి. హెచ్చుతగ్గులను తగ్గించడానికి భారనిరోధానికి సమాంతరంగా కలిపిన కండెన్సరును "ఫిల్టర్ కండెన్సర్" అంటారు. పవర్ సప్లై లలో మనం A.C అంశాలను తగ్గించడానికి LC మరియు C - L - C (లేదా π) ఫిల్టర్ లను ఉపయోగిస్తాం. వీటిని గూర్చి మీరు పై తరగతులలో వివరంగా తెలుసుకుంటారు.



పటం 29.7 : A.C ని ఫిల్టర్ చేయడానికి కండెన్సరు ఉపయోగించినపుడు నిర్గమ ఓల్టేజి

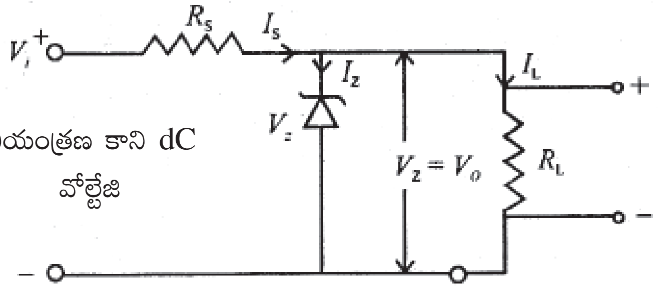
జీనర్ డయోడు అనే ప్రత్యేక p-n సంధి డయోడును తిరోబయాస్ లో ఉపయోగించినపుడు ఓల్టేజి నియంత్రకంగా పనిచేయును. ఇపుడు మీరు దానిని గూర్చి అధ్యయనం చేస్తారు.

29.1.2 ఓల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడ్

పవర్ సప్లైలలో ఫిల్టర్‌లతో కూడిన అర్ధ తరంగ మరియు పూర్ణతరంగ ఏకధిక్కరణిలు సరళమైనవి. ఇవి పూర్తిగా dc విద్యుత్తును ఇస్తాయి కాని ఒక లోపం ఉంది. అది ఏమిటంటే భారనిరోధం విలువ తగ్గించి దాని గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పెంచినపుడు నిర్గమ ఓల్టేజి తగ్గిపోతుంది. దీనికి కారణం, భారనిరోధం గుండా ఎక్కువ విద్యుత్తును పంపినపుడు ఫిల్టర్ కెపాసిటర్ ఎక్కువగా ఉత్సర్గం (discharge) చెందును. అందువలన భారనిరోధం వద్ద ఓల్టేజి తగ్గిపోతుంది. అదేవిధంగా నివేశ ac ఓల్టేజి మారినపుడు నిర్గమ ఓల్టేజి కూడ మారును. స్థిరంగా నిర్గమ ఓల్టేజి నిచ్చే విద్యుత్ జనకనాన్ని ఉపయోగించుట వలన ఈ విద్యుత్‌ను ఉపయోగించే విద్యుత్ ఉపకరణాల పనితనం ప్రభావితం అవుతుంది. ఉదాహరణకు మనం వర్ధకంలో (amplifier) ఈ విద్యుత్తు ధ్వని ఉపయోగించినపుడు పునరుత్పాదించిన దానిలో నాణ్యత తగ్గిపోతుంది. పవర్ సప్లైలలో జీనర్ డయోడును ఉపయోగించినచో పైన తెలిపిన లోపము లేకుండా స్థిరమైన నిర్గమ dc ఓల్టేజి పొందవచ్చును. స్థిరమైన నిర్గమ ఓల్టేజి గల పవర్ సప్లై వలయాన్ని ఓల్టేజి నియంత్రక పవర్ సప్లై అంటారు.

పటం 29.9 లో జీనర్ డయోడు తో ఓల్టేజి నియంత్రక వలయం చూపబడినది. ఈ వలయంలో భంజన ఓల్టేజి 'V_Z' గా గల జీనర్ డయోడు ఉంటుంది. ఇది స్థిరమైన నిర్గమ ఓల్టేజి (V_0) కి సమానం. డయోడు కు తగినంత నిరోధం (R_S) ను వలయంలో శ్రేణిలో సంధానం చేస్తారు. ఇది అధిక విద్యుత్తు మరియు అధిక ఓల్టేజి లను నియంత్రిస్తుంది. జీనర్ డయోడు యొక్క ఆనోడ్ (Anode) ను నివేశ సప్లైలో రుణటెర్మినల్‌కు కలుపుతారు. జీనర్ డయోడు యొక్క కేథోడ్ (cathode) ను 'R_S' నిరోధంతో శ్రేణి లో సంధానం చేసి నివేశ ఓల్టేజిలో ధనటెర్మినల్‌కు కలుపుతారు. అనగా జీనర్ డయోడు తిరోశక్మం లో సంధానం చేయబడినది. జీనర్ డయోడుకు సమాంతరంగా భార నిరోధాన్ని (R_L) సంధానం చేస్తారు. నివేశ ఓల్టేజి (V_i) విలువ జీనర్ డయోడు యొక్క భంజన ఓల్టేజి (V_Z) కంటే ఎక్కువగా ఉన్నపుడు మాత్రమే డయోడు ఓల్టేజిని నియంత్రిస్తుంది. తరువాత జీనర్ డయోడు యొక్క నిర్గమ ఓల్టేజి ఇంచుమించు స్థిరంగా ఉండి దాని గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం పై ఆధారపడకుండా ఉంటుంది. భార నిరోధం (R_L) గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (I_S) కింది సమీకరణంతో చూపవచ్చును.

$$I_S = \frac{V_i - V_z}{R_S}$$ ..... (29.5)



పటం 29.9 : ఓల్టేజి నియంత్రకంగా జీనర్ డయోడు

ఈ విద్యుత్తు జీనర్ విద్యుత్తు I_Z మరియు భార నిరోధం నుండి ప్రవహించే విద్యుత్తు (I_L) అనే రెండు భాగాలుగా విడిపోతుంది. కిర్కాఫ్ నియమాలను అనువర్తింపజేసి కింది విధంగా వ్రాయవచ్చును.

$$I_S = I_Z + I_L$$

(లేదా) $I_Z = I_S - I_L$ ...... (29.6)

జీనర్ డయోడు పనిచేయడానికి $(I_{Z\min})$ అనే కొంత కనిష్ఠ విద్యుత్తు ఎల్లప్పుడు దాని గుండా ప్రవహించాలి. కనుక భార నిరోధం గుండా పోయే విద్యుత్తు I_L ఎల్లపుడు ప్రధాన విద్యుత్తు (I_S) కన్నా తక్కువగా ఉండాలి. సాధారణంగా $(I_{Z\min})$ యొక్క విలక్షణ విలువ 5 మిల్లి ఆంపియర్ల నుండి 20 మిల్లి ఆంపియర్ల మధ్య ఉంటుంది.

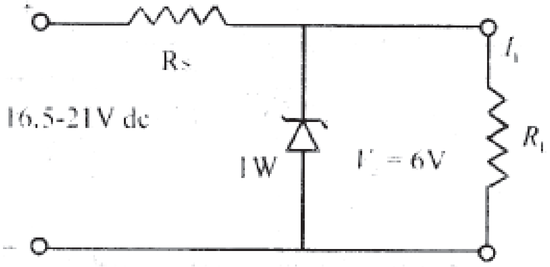
భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్ ప్రవాహం (I_L) శూన్యం అయినపుడు విద్యుత్ ప్రవాహం మొత్తం (I_S) జీనరు డయోడు గుండా ప్రవహించుట వలన నిర్గమ ఓల్టేజి (V_0), జీనరు ఓల్టేజి (V_Z) కి సమానం అవుతుంది. భార నిరోధం (I_l) అనే కొంత విద్యుత్తును తీసుకున్నపుడు జీనరు డయోడు గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు (I_Z) అదే ప్రమాణములో తగ్గుతుంది. కాని నివేశ ఓల్టేజి మాత్రం V_Z వద్ద స్థిరగా ఉంటుంది. అదేవిధంగా ప్రధాన a.c ఓల్టేజి కొద్దిగా తగ్గినను లేదా పెరిగినను నివేశ ఓల్టేజి V_{iZ} కూడా దాని కనుగుణంగా తగ్గడం కాని పెరగడం కాని చేస్తుంది. అది సమీకరణం (29.5) ప్రకారం ప్రధాన విద్యుత్తు (I_S) పై ప్రభావం చూపుతుంది. I_S లో మార్పు రావడం వలన V_i లో కూడ మార్పు వచ్చి నిరోధం 'R_S' వద్ద పొటెన్షియల్ తగ్గుతుంది, కాని జీనర్ ఓల్టేజి 'V_Z' మరియు నిర్గమ ఓల్టేజి 'V_0' లలో మార్పు రాకుండా స్థిరంగా ఉంటాయి. ఈ విధంగా నివేశ విద్యుత్తులో మార్పు వచ్చినప్పటికి నిర్గమ ఓల్టేజి మార్పు రాకుండా స్థిరంగా ఉంటుంది.

జీనర్ డయోడులో దుర్వ్యయమయ్యే సామర్థ్యం కింది సమీకరణం తో చూపవచ్చును.

$$P_d = V_z . I_z$$ ..... (29.7)

ఈ దుర్వ్యయం జీనర్ డయోడు తయారీ దారు సిఫార్సు చేసిన గరిష్ట సామర్థ్య దుర్వ్యయంకంటే ఎక్కువ ఉండరాదు. ఇపుడు ఒక ఉదాహరణ తో జీనర్ డయోడు లో ఓల్టేజి నియంత్రణను అర్థం చేసుకుందాం.

ఉదాహరణ 29.1 : ఒక వలయంలో నివేశ ఓల్టేజి 16.5 V నుండి 21 V ల మధ్య భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు 0 mA నుండి 100 mA ల మధ్య మారుతుంది. నిర్గమ ఓల్టేజి స్థిరంగా 6 V ఉండేలా నియంత్రణ వలయాన్ని తయారుచేయండి.



సాధన : 6 ఓల్టుల జీనర్ డయోడును ఎంచుకోవాలి. $I_{Zmin} = 5mA$ అనుకుందాం. భార నిరోధం గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు శూన్యం అయినపుడు జీనర్ డయోడు గుండా గరిష్ట విద్యుత్తు ప్రవహిస్తుంది. గరిష్ట విద్యుత్తు యొక్క పరిమాణం $(100 + 5)\ mA = 0.105\ A$.

కనిష్ట నివేశ ఓల్టేజి మరియు కావలసిన గరిష్ట విద్యుత్ ల సహాయంతో శ్రేణిలో ఉండే నిరోధం (R_S) విలువ లెక్కిస్తాం.

$$R_S = \frac{V_{Z_{min}} - V_Z}{I_{max}} = \frac{16.5V - 6V}{105\,mA} = 100\,\Omega$$

నివేశ ఓల్టేజి గరిష్టంగా ఉన్నపుడు జీనర్ డయోడ్ గుండా ప్రవహించే విద్యుత్తు గరిష్టంగా ఉంటుంది. అనగా 21 V ఉంటుంది. ఇంకా $I_L = 0$ అవుతుంది.

కనుక జీనర్ డయోడు గుండా ప్రవహించే గరిష్ట విద్యుత్తు = $I_{max} = \frac{(21V - 6V)}{100\,\Omega} = 0.15A$

డయోడులో దుర్వ్యయం అయ్యే గరిష్ట శక్తి = 6V × 0.15A = 0.9 వాట్

అనగా 6 V మరియు 1W సామర్థ్యం గల జీనర్ ఉయోడును ఉపయోగించి 100 Ω ల నిరోధాన్ని శ్రేణిలో సంధానం చేయాలి. వలయాన్ని పై పటంలో చూపినట్లు సంధానం చేయాలి. అపుడు పైన తెలిపిన ఓల్టేజి మరియు విద్యుత్తు ల పరిధిలో స్థిరమైన 6 V ల నిర్గమ ఓల్టేజి ఇస్తుంది.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 29.1

1. కండెన్సరు ఫిల్టర్ (filter) గా కలిగిన పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణిని యొక్క వలయాన్ని గీయండి.

జ : ....

2. ఉదాహరణ 29.1 లోని వలయంలో జీనర్ డయోడును తిరోశక్మానికి బదులుగా పురోశక్మంలో సంధానం చేసినపుడు నిర్గమ ఓల్టేజి విలువ ఎంత ?

జ : ....

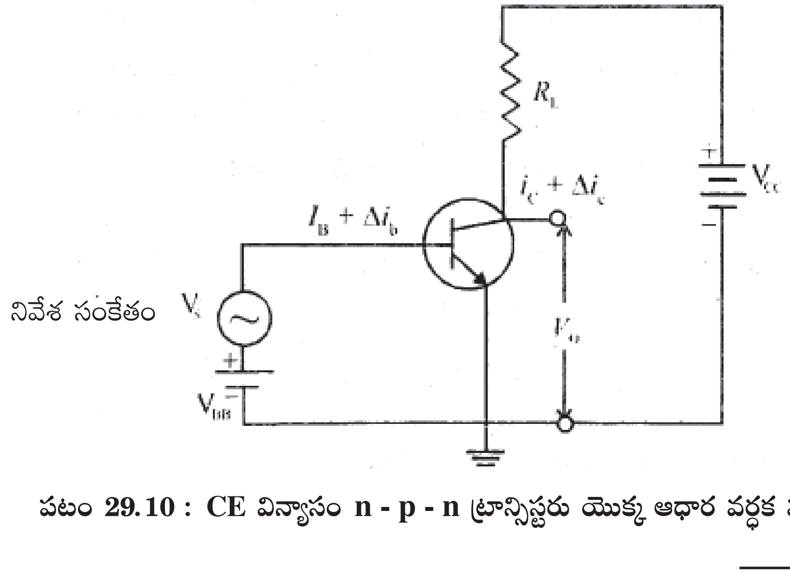
29.2 ట్రాన్సిస్టర్ అనువర్తనాలు (Transistor Applications)

ట్రాన్సిస్టర్ పనిచేసే సూత్రాన్ని ఇంతకు ముందు పాఠ్యాంశంలో వివరంగా తెలుసుకున్నారు. సాధారణంగా సేకరిణి తిరోబయాస్ లో ఉండి, సేకరిణి, ఉద్గారి వలయంలో విద్యుత్తు ప్రవహించదు. ఆధార వలయంలో కొద్దిగా విద్యుత్తును ప్రవహింప జేసినపుడు సేకరణి వలయంలో చాల ఎక్కువ విద్యుత్తు ప్రవహించడం మొదలవుతుంది. ఈ ధర్మం వలననే ఎలక్ట్రానిక్స్ అనువర్తనాలలో ట్రాన్సిస్టర్లు అనివార్యంగా ఉపయోగపడుతున్నాయి. కాని ఇక్కడ మనం వర్ధకం, స్విచ్ మరియు డోలకాలు (పౌనఃపున్య ఉత్పాదకం)గా అనువర్తనాలను చర్చిద్దాం.

29.2.1 'వర్ధకం' గా ట్రాన్సిస్టర్ (Transistor as an amplifier)

ఉపయుక్తమైన సమాచారం మిళితమైన వోల్టేజ్ లేదా కరెంటును విద్యుత్ సంకేతం అంటారు. ఉదాహరణకు మనం మైక్రోఫోను ముందు మాట్లాడినపుడు దాని 'డయాఫ్రమ్' (diaphragm) కంపించి ధ్వని తీవ్రత కనుగుణంగా దాని తీగచుట్టలో స్వల్ప ఓల్టేజి ప్రేరితం అవుతుంది. ఈ ప్రేరిత ఓల్టేజి చాల బలహీనంగా ఉండి స్పీకర్ ద్వారా ధ్వనిని పునరుత్పాదన చేయలేదు. ఇవి స్పష్టంగా ఉండుటకు వాటిని ఒక వర్ధకానికి పంపిస్తారు. వర్ధకం నివేశ సంకేతాల స్థాయిని పెంచి వృద్దీకరణం చెందిన నిర్గమ సంకేతాలను ఇస్తుంది. నివేశ ఓల్టేజి 'V_i' మరియు వృద్ధీకరణం చెందిన నిర్గమ ఓల్టేజి 'V_0' అయినపుడు వాటి నిష్పత్తిని 'ఓల్టేజి వృద్ధి' అంటారు.

ఓల్టేజి వృద్ధి $= A_V = \frac{V_0}{V_i}$ ...... (29.8)



పటం 29.10 : CE విన్యాసం n - p - n ట్రాన్సిస్టరు యొక్క ఆధార వర్ధక వలయం

ఇదే విధంగా

విద్యుత్తు వృద్ధి $=A_i = \frac{i_0}{i_i}$ ...... (29.10)

సామర్థ్యం వృద్ధి $=A_P = \frac{P_0}{P_i}$ .... (29.11)

ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధకంగా పనిచేసే వలయం పటం 29.10 లో చూపబడినది. ఇచ్చట ఒక n - p - n ట్రాన్సిస్టరు CE విన్యాసంలో సంధానం చేయబడింది. దీని యొక్క సేకరణి, బ్యాటరీ "V_{CE}" వలన భారనిరోధం 'R_L' ద్వారా తిరోబయాస్‌లో కలుపబడింది. ఆధారం గుండా 'I_B' విద్యుత్తు ప్రవహించినపుడు 'I_C' అనే విద్యుత్తు సేకరిణి ద్వారా ప్రవహించడం మొదలవుతుంది. 'I_B' విలువ తగ్గిస్తూ పోతే 'I_C' విలువ ఇంచుమించు శూన్యం అయ్యే స్థితిని చేరుతుంది. ఇదే 'I_B' మార్పు చెందే కనిష్ట అవధి. అదేవిధంగా 'I_B' విలువ పెంచుతూ పోతే 'I_C' విలువ సంతృప్త స్థితికి చేరి పెరగడం ఆగిపోతుంది. ఇది I_B మార్పుదలలో గరిష్ట హద్దుకు అనుగుణంగా ఉంటుంది. నివేశ సంకేతాన్ని విశ్వాసమైన వర్ధక ప్రక్రియ జరుప వలెనన్న ఆధార విద్యుత్తు 'I_B' విలువపై రెండు అవధుల సరాసరిగా ఉండి ఆధారం గుండా పంపాలి. ఇంకా 'V_{BB}' బ్యాటరీతో పురోబయాస్‌లో ఉండేలా చేయాలి. ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క రేఖీయ ప్రక్రియ యొక్క మధ్య బిందువును పనిచేసే బిందువుగా మనం ఎంచుకోవచ్చు. దీనిని ఆధారాన్ని బయాస్ చేయడం అంటారు. నివేశ సంకేతాలను 'V_S' సమకూర్చే సంకేతజనకాన్ని 'V_{BB}' తో శ్రేణిలో సంధానం చేయాలి. 'V_{BB}' కి డోలక సంకేతవోల్టేజి 'V_S' ను కలపడం వలన, ఆధార విద్యుత్ 'I_B' దగ్గరగా 'Δib' మేర పరిమాణంలో మారుతుంది. సంకేత విద్యుత్ 'Δib' ఆధార విద్యుత్ 'I_B' కి కలిపినా లేదా తీసివేసినా ఆధారవిద్యుత్ మార్పు చెందే ఎగువ మరియు దిగువ పరిమితులు దాటిపోకుండా ఉండడానికి సరిపడేలా సాంకేతిక వోల్టేజిని తక్కువగా ఉంచాలి. లేనిచో ట్రాన్సిస్టర్ నిలుపబడిన (cut off) లేదా సంతృప్తి ప్రాంతానికి (saturation region) చేరి వృద్ధికరణం చెందిన నిర్గమ సంకేతాలు హెచ్చుగా విరూపణ చెంది అవాంఛిత సంకేతాలు కలిగి ఉంటాయి.

సంకేత విద్యుత్తు $\Delta ib = \frac{V_S}{r_i}$ అవుతుంది. . .... (29.12)

ఇచట

r_i నివేశ ఇంపిడెన్స్ (impedance). ఆధార విద్యుత్తు లోని మార్పు 'Δib' సేకరిణి విద్యుత్తులో ఎక్కువగా మార్పు కలుగజేస్తుంది. దానిని 'Δic' అనుకుందాం.

సేకరిణి విద్యుత్తు = $\Delta i_C = \beta \Delta i_b = \frac{\beta V_S}{r_i}$ ...... (29.13)

ఇచట β = ac విద్యుత్తు వృద్ధికరణ కారకం

$\beta = \frac{\Delta i_C}{\Delta i_b}$ కి సమానం అవుతుంది.

సమీకరణం (29.13) ప్రకారం నివేశ ఓల్టేజి $V_S = \frac{\Delta i_C \times r_i}{\beta}$ ...... (29.14)

పటం 29.10 లో నిర్గమ వలయానికి కిర్కాఫ్ ఓల్టేజినియమాన్ని అనువర్తించగా

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_L \qquad .... (29.15)$$

సమీకరణం (29.15) ను అవకలనం చేయగా క్రింది సమీకరణం వస్తుంది.

$$dV_{CC} = dV_{CE} + dI_C \times R_L \qquad ...... (29.16)$$

V_{CC} స్థిరం కాబట్టి $d\,V_{CC} = 0$ అవుతుంది. కనుక

$$d\,V_{CE} = -d\,I_C \times R_L$$

కాని నిర్గమ ఓల్టేజి ΔV_0 లోని మార్పు dV_{CE} మరియు I_C లోని మార్పు 'dI_C' కాబట్టి

$$\Delta V_0 = -\Delta i_C \cdot R_L$$

వర్ధకం యొక్క ఓల్టేజిలోని వృద్ధి కింది సమీకరణంతో వస్తుంది.

$$A_V = \frac{V_0}{V_S} = \frac{(\Delta i_C \times R_L)}{\left(\Delta i_C \times \frac{r_i}{\beta}\right)}$$

$$= -\beta \cdot \frac{R_L}{r_i} \qquad .... (29.17)$$

పై సమీకరణంలో $\frac{\beta}{r_i}$ ని ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క transconductance అంటారు. దీనిని 'g_m' తో సూచిస్తారు. కనుక సమీకరణం (29.17) ను కింది విధంగా వ్రాయవచ్చును.

$$A_V = -g_m \times R_L \qquad .... (29.18)$$

పై సమీకరణంలో ' – ' గుర్తు నివేశ మరియు నిర్గమాలు దశా పరంగా వ్యతిరేక దిశలో ఉంటాయి అని సూచిస్తుంది. అనగా వాటి దశాబేధం 180^0 ఉంటుంది. ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క సామర్థ్యం లో వృద్ధిని కింది సమీకరణంలో చూపవచ్చును.

$$A_P = A_i \times A_V = \beta \times A_V \qquad .... (29.19)$$

సామర్థ్యం లో వృద్ధి అనగా వర్ధకం లో శక్తి నిత్యత్వ సూత్రం అతిక్రమించబడినదని అనుకోకూడదు. వర్ధకం లో నిర్గమ a c సామర్థ్యం, నివేశ a c సంకేతాల సామర్థ్యం కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇది ఓల్టేజి జనకం అందించిన d c సామర్థ్యం వలన వచ్చింది.

జాన్‌బర్డీన్

1908 - 1991

భౌతిక శాస్త్రం లో రెండు సార్లు 'నోబెల్ బహుమతి' పొందిన శాస్త్రవేత్త, విజ్ఞాన శాస్త్ర చరిత్ర లో 'జాన్ బర్డీన్' ఒక్కరే. ఈయన అమెరికా లోని మడిసన్ (Madison) లో విద్యావంతుల కుటుంబంలో జన్మించాడు. ఈయన ఎంత తెలివైనవాడంటే అతనిని తండ్రి సూటిగా 3వ గ్రేడ్ (third grade) నుండి జూనియర్ ఉన్నత పాఠశాల (Junior high school) లోనికి ప్రవేశపెట్టాడు. ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగు నందు అతడు డిగ్రీ తీసుకున్నాడు. అయినను అతను వృత్తిలో స్థిరపడేందుకు అవస్థలు పడ్డాడు. గల్ఫ్ ఆయిల్ కంపెనీ (Gulf oil company) లో మూడు సంవత్సరాలు భూభౌతిక శాస్త్రవేత్తగా పనిచేసిన తరువాత గణిత భౌతిక శాస్త్రంలో Ph.D చేయడం కోసం ప్రిన్స్‌టన్ (Princeton) వెళ్ళాడు. కొంతకాలం హర్వర్డు మరియు మినిసోటా మరియు నావల్ ఆర్డినెన్సు ప్రయోగశాలల్లో పనిచేసిన తరువాత బెల్ ప్రయోగశాలలోని విలియం షాక్లీ పరిశోధకుల బృందంతో చేరాడు. వాల్టర్ బ్రట్టైన్ (Wolter Brattain) తో కలసి మొట్టమొదటి ట్రాన్సిస్టర్ ను రూపకల్పన చేసాడు. దానికి బర్డీన్ (Bardeen), బ్రటైన్ (Brattain) మరియు షాక్లీ (Shakley) లకు 1956 లో భౌతిక శాస్త్రంలో నోబెల్ బహుమతి ప్రధానం చేయబడింది.

బర్డీన్ లియాన్ సి కూపర్ (Leon C Cooper) మరియు R. షైఫర్ (R.Schieffer) లతో కలసి అతివాహకత (Super conductivity) పై చేసిన పరిశోధనకు గాను 1972 లో రెండవసారి భౌతికశాస్త్రంలో బర్డీన్ నోబెల్ బహుమతి పొందాడు.

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 29.2

1. CE విన్యాసంగల వర్ధకానికి $V_i = 20$ mV మరియు $V_0 = 1$ ఓల్టు అయిన ఓల్టేజి వృద్ధి గణించండి.

జ : ....

2. ఒక వర్ధకానికి P_0, విలువ P_i కంటె 200 రెట్లు ఎక్కువ అయినచో సామర్థ్య వృద్ధిని గణించండి.

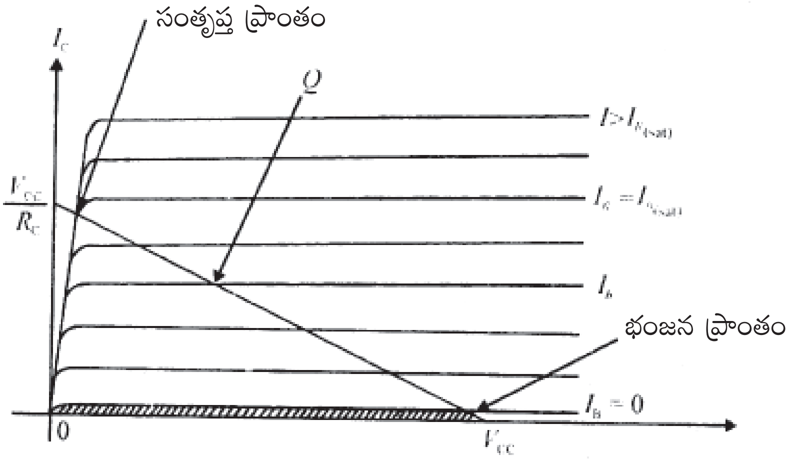
జ : ....

3. CE వర్ధకానికి $R_L = 2000\ \Omega$, మరియు $r_1 = 500\,\Omega$ మరియు $\beta = 50$ అయిన ఓల్టేజి వృద్ధి, సామర్థ్య వృద్ధి లను గణించండి.

జ : ....

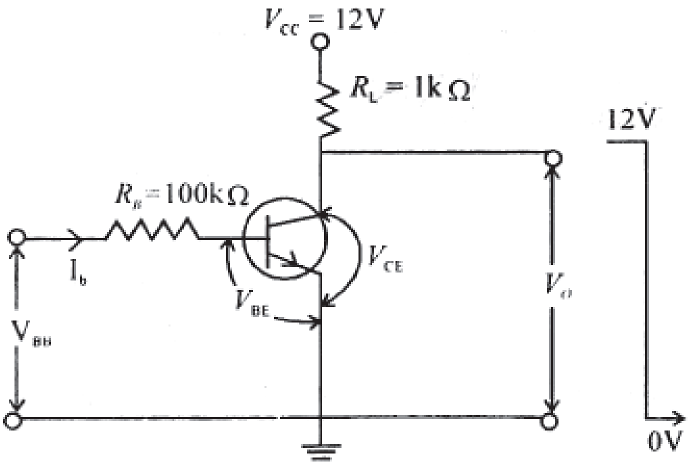
29.2.2 'స్విచ్' గా ట్రాన్సిస్టర్ ఉపయోగం

నిత్య జీవితంలో విద్యుత్ ఉపకరణాలయిన విద్యుత్ దీపాలు, ఫంకాలు, ఇంకా యంత్రాలను పని చేయించడానికి మరియు ఆపడానికి 'స్విచ్' (switch) లను ఉపయోగిస్తాం. స్విచ్ లకు ఆన్ (on) మరియు ఆఫ్ (off) అనే రెండు ప్రత్యేక స్థితులు ఉంటాయి. ఎలక్ట్రానిక్స్‌లో వివిధ ఉపకరణాలకు విద్యుత్తును వేరు వేరు ఓల్టేజి స్థాయిలలో ఇవ్వవలసి వస్తుంది. దానినే 'స్విచ్' గా పరిగణిస్తాం. స్విచ్ ను ఆన్‌లో(on) ఉంచినపుడు ఒక ఓల్టేజి స్థాయి మరియు ఆఫ్‌లో (off) ఉంచినపుడు వేరొక ఓల్టేజి స్థాయి అనువర్తించబడతాయి. అట్టి ఓల్టేజిలను కంప్యూటర్లలో ఉపయోగిస్తారు. ఇందులో డిజిటల్ సంకేతాలు వినియోగిస్తారు (saturation) ఇట్టి ప్రక్రియలను చేయడానికి ట్రాన్సిస్టర్ల ను ఉపయోగిస్తారు. పటం 29.11 లో చూపిన ట్రాన్సిస్టర్ అభిలక్షణాలలో భంజన (cut off) ప్రాంతం మరియు సంతృప్త ప్రాంతం అని రెండు అంత్యప్రాంతాలు చూస్తాము. కింది పటంలో గీతలు గీచిన ప్రాంతం ఆధార విద్యుత్తు శూన్యం ($I_B = 0$) కలిగినదై భంజన (Cut off) ప్రాంతంను సూచిస్తుంది. ఈ స్థితిలో ట్రాన్సిస్టర్ విద్యుత్తును తన గుండా వెళ్లనీయక, నివేశ ఓల్టేజి (V_{CC}) అంతయు ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క సేకరిణి మరియు ఉద్గారిణిల నడుమ(V_{CE}) కన్పిస్తుంది. అనగా సేకరిణి వద్ద నిర్గమ ఓల్టేజి (V_{CC}) అవుతుంది.



పటం 29.11 : ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క నిర్గమ అభిలక్షణాలు

ట్రాన్సిస్టర్ లో ఆధార విద్యుత్తు (I_B) సంతృప్త విలువ కన్నా ఎక్కువగా ఉన్నపుడు ట్రాన్సిస్టరు గుండా పూర్తి విద్యుత్తు ప్రవహించి సేకరిణి, ఉద్గారకాల మధ్య ఓల్టేజి (V_{CE}) దాదాపు శూన్యం అవుతుంది. అట్టి సందర్భంలో సేకరిణి, ఎర్త్‌ల మధ్య నిర్గమ వోల్టేజి శూన్యం అవుతుంది. మొత్తం భార నిరోధం R_L వద్దనే పూర్తి వోల్టేజి డ్రాప్ కనిపిస్తుంది. అనగా సేకరిణి విద్యుత్తు $I_C = \frac{V_{CC}}{R_L}$ అవుతుంది.



పటం 29.12 : స్విచ్‌గా ట్రాన్సిస్టర్

ట్రాన్సిస్టర్ స్విచ్ గా పనిచేసే వలయం పటం 29.12 చూపబడుతుంది. ట్రాన్సిస్టర్ ను స్విచ్ గా పనిచేయించడానికి అదుపు సంకేతాలను V_{BB} రూపంలో అందజేస్తారు. నిర్గమ వలయానికి మనం కింది విధంగా వ్రాయవచ్చును.

$$I_B R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0$$

$V_{BB} = 0$ అయినపుడు కింది విధంగా వస్తుంది.

$$I_B = -\frac{V_{BE}}{R_B} \qquad \ldots\ldots\ (29.20)$$

I_B విలువ శూన్యం కంటే తక్కువ కనుక ట్రాన్సిస్టర్ భంజన ప్రాంతంలో పనిచేస్తుంది.

మరియు $V_0 = V_{CC}$ అవుతుంది ...... (29.21)

$V_{BB} = 5$ V మరియు $V_{BE} = 0.7$ V అయినపుడు, ఎంచుకున్న ట్రాన్సిస్టర్‌కు

సమీకరణం 29.20 నుండి కింది విధంగా వ్రాయవచ్చు

$$I_B(100\,k\Omega) + 0.7V - 5V = 0$$

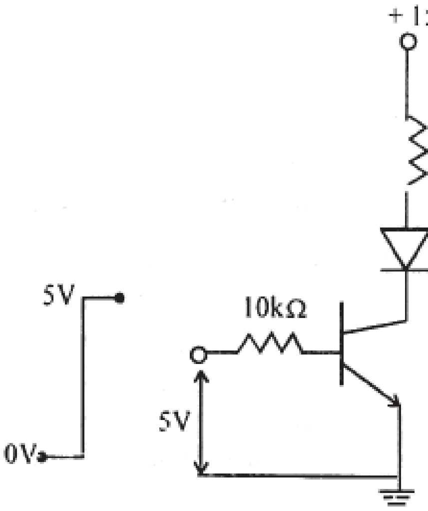
$$\therefore I_B = \frac{5V - 0.7V}{100\,k\Omega} = 43\,\mu A$$

సాధారణ ట్రాన్సిస్టర్‌లు పూర్తిగా సంతృప్తం కావడానికి ఈ ఆధార విద్యుత్తు సరిపోతుంది. ఈ సందర్భంలో

$$V_0 = V_{CE_{sat}} = 0$$

మరియు సేకరిణి విద్యుత్తు $= I_C = \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{12V}{1\,k\Omega} = 12mA$

ఈ రకం స్విచ్ లను దృశ్య సంకేతాలు ఇచ్చే పరికరాలలో సూచికగా ఉపయోగించవచ్చు. ఉదాహరణకు సేకరిణికి శ్రేణిలో ఒక L E D ను పటం 29.13 లో చూపినట్లు గా సంధానం చేశాం అనుకుందాం. సేకరిణి విద్యుత్తు LED గుండా (+ 5V) హెచ్చునివేశితం అయితే LED వెలుగును. నివేశితం శూన్యం అయినపుడు సేకరిణి విద్యుత్తు ఆగిపోయి LED వెలుగదు.



పటం 29.13 : ట్రాన్సిస్టర్‌ను స్విచ్ గా ఉపయోగించుకుంటున్న LED సూచిక

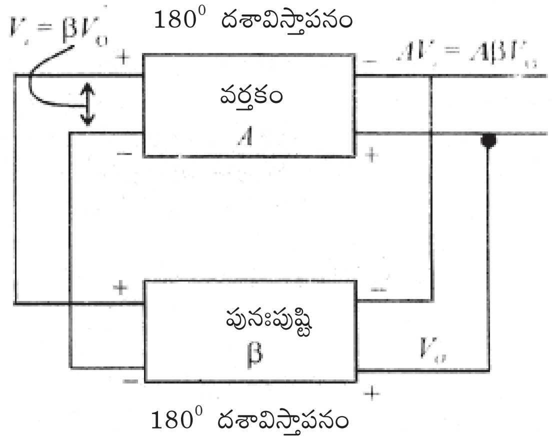
ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క మరియొక ముఖ్యమైన అనువర్తనం మనకు కావలసిన పౌనఃపున్యంలో డోలక సంకేతాలు ఉత్పత్తి చేయడం. డోలకం (oscillator) అనే ప్రత్యేక వలయంలో ఇది సాధ్యమవుతుంది. ఈ డోలకాలు ముఖ్యంగా రేడియో ట్రాన్సిమీటర్‌లలో కారియర్ తరంగ పౌనఃపున్యం ఉత్పత్తి చేయడానికి వినియోగిస్తారు. ఎలక్ట్రానిక్ గడియారాలు మరియు కంప్యూటర్లలో కూడ వీటిని ఉపయోగిస్తారు. డోలక వలయాలలో చాల రకాలు ఉన్నాయి. మనం ట్రాన్సిస్టర్‌ను ఉపయోగించి పనిచేసే విలక్షణమైన డోలక వలయాన్ని ఇచట చర్చిద్దాం.

29.2.3 డోలకంగా ట్రాన్సిస్టర్

అవిచ్ఛిన్నంగా డోలన విద్యుత్ సంకేతాలు ఇచ్చే పరికరాన్ని విద్యుత్ డోలకం అంటారు. సరళమైన డోలక వలయంలో అనునాద వలయంగా సమాంతర L C వలయాన్ని ఉపయోగిస్తారు. అనువాద వలయానికి శక్తిని ఇవ్వడానికి వర్ధక వలయాన్ని ఉపయోగిస్తారు. L మరియు C విలువలను బట్టి ఈ వలయం శ్రవణ పౌనఃపున్యాల నుండి రేడియో పౌనఃపున్యాల వ్యాప్తిలో కంపనాలను ఉత్పత్తి చేయగలుగుతుంది.

ఆవేశ పరచిన కండెన్సరును ప్రేరకానికి సమాంతరంగా సంధానం చేసినపుడు, ఆవేశం కంపిస్తుంది అని మనకు తెలుసు. కాని వికిరణం మరియు తీగలు వేడెక్కుట వలన శక్తి నష్టం జరిగి కాలంతో పాటు కంపన పరిమితి క్రమంగా క్షీణిస్తుంది. కంపనాల క్షీణించకుండా ఉండి ఒక సినుసాయిడల్ డోలకం నిర్మించాలంటే ధనాత్మక పునఃపుష్టి (feed back) కలిగిన వర్ధకాన్ని ఉపయోగించాలి. దీని ప్రాథమిక ఉద్దేశ్యం నిర్గమ సంకేతాలలో కొంత భాగాన్ని నివేశ సంకేతాలకు అందజేయుట. వలయంలోని వృద్ధిని మరియు వెనుకకు అందించిన సంకేతాల దశను సరి చేయుట ద్వారా ఒక్కొక్క

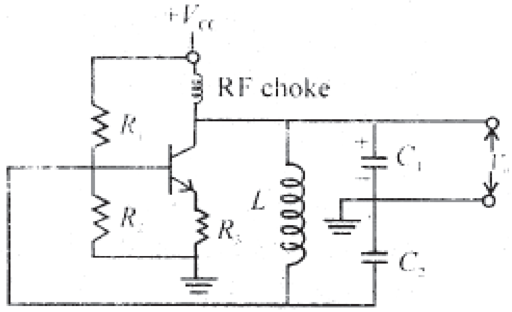
చక్రంలో దుర్వ్యం అయిన శక్తిని సమకూర్చుకుంటూ కావలసిన పౌనఃపున్యంలో డోలకాల కంపన పరిమితి తగ్గకుండా చేయబడును. డోలకాన్ని పథాత్మక చిత్రంగా రెండు ప్రధాన బ్లాక్‌ల ద్వారా చూపవచ్చును. వృద్ధిగల వర్ధకం A గాను, పునఃపుష్టికారకం β తో గల పునఃపుష్టివలయంగా పటం 29.14లో చూనిన విధంగా చూపవచ్చును.



పటం 29.14 : డోలక వలయం యొక్క పథాత్మక చిత్రం

$A\beta < 1$ అయినపుడు 'V_0' నిరంతరం తగ్గుతూ ఉంటుంది. అలా కాకుండా $A\beta > 1$ అయినపుడు 'V_0' విలువ క్రమంగా పెరుగుతుంది. కాని $A\beta = 1$ అయినపుడు V_0 విలువ స్థిరంగా ఉండి స్థిరమైన పౌనఃపున్యంతో నిలకడ డోలనాలు వస్తాయి. సెక్షన్ 29.2.1 లో చర్చించినట్లుగా CE వర్ధకాన్ని తీసుకుందాం. దానికి నివేశ మరియు నిర్గమాల మధ్య 180^0 దశా బేధం కలిగి ఉంటుంది. అంటే దానికి రుణ వృద్ధి (- A) ఉంటుంది. మొత్తం పునఃపుష్టి వృద్ధి $A\beta = 1$ గా ఉంచేందుకు 'β' కూడా రుణాత్మకంగా ఉండి '$-A^{-1}$' కు సమానంగా ఉండాలి.

అంటే పునఃపుష్టి వలయంలో 180^0 దశావిస్థాపనం కలుగజేయాల్సిన అవసరం ఉంది. పటం 29.15లో LC ట్యాంకు వలయం, CE విన్యాసంలో గల ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధకం ఉపయోగించిన డోలక వలయ చిత్రాన్ని చూపినాము. దీనినే కోల్‌పిట్ (Colpitt's) డోలకం అంటారు.



పటం 29.15 : కోల్‌పిట్ డోలకం

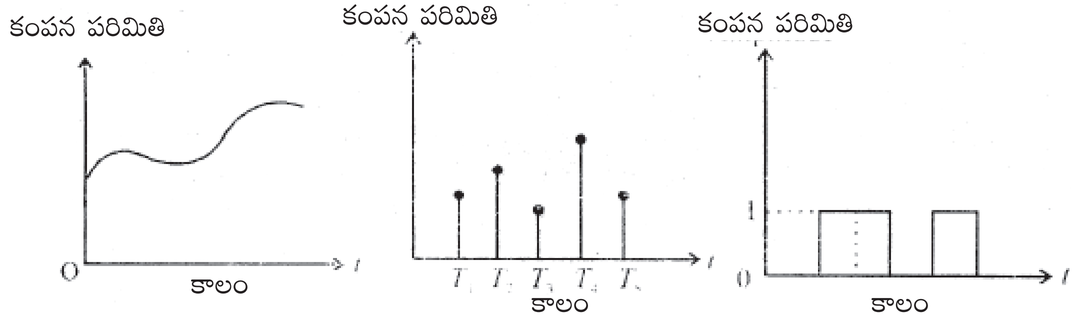
వలయంలో C_1, C_2 మరియు 'L' లు టాంక్ వలయంగా ఉంటాయి. ఈ వలయంలో అనునాద పౌనఃపన్యం తో డోలక విద్యుత్ ప్రవాహం ఉత్పత్తి అవుతుంది. CE విన్యాసంలో సంధానం చేసిన ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధనం యొక్క ఆధారానికి సంధానం చేసిన C_2 కండెన్సర్ వద్ద పునఃపుష్టి (feed back) మరియు C_1 వద్ద నిర్గమాన్ని పొందవచ్చు. ఈ సందర్భంలో

వర్ధకం 180^0 దశా విస్తాపాన్ని, మిగిలిన 180^0 దశావిస్తాపాన్ని ట్రాన్సిస్టర్ లో భూమికి మరియు ప్రేరణ వేష్టనం యొక్క రెండవ చివర సంధానం చేసిన 'C_2' కండెన్సరు ఇస్తాయి. కనుక మొత్తం లూప్ వృద్ధి ధనాత్మకం అవుతుంది. అనునాద పౌనఃపున్యం వద్ద ట్రాన్సిస్టర్ వర్ధనం యొక్క వృద్ధి సరిపడేటంత పెద్దదిగా ఉన్నపుడు నిర్గమంలో స్థిరమైన డోలనాలను పొందవచ్చు.

29.3 లాజిక్ ద్వారాలు (Logic gates)

ఎలక్ట్రానిక్సులో మనం రెండు రకాల తరంగాలను చూస్తాం. ఈ తరంగాలు కలిగి ఉండే సమాచారాన్ని సంకేతం అంటాం. తరంగ కంపన పరిమితి అవధిలో ఏ సమయంలో అయినను సంకేతాలు ఏ విలువనైనను తీసుకున్నపుడు దానిని అవిచ్ఛిన్న సంకేతం అంటాం. అలా కాకుండా సంకేతం కొన్ని ప్రత్యేక కాలాలలో మాత్రమే విలవలు తీసుకున్నపుడు దానిని విచ్ఛిన్న సంకేతం అంటారు. ప్రత్యేకమైన సంఖ్యలో మాత్రమే విలువలు తీసుకున్నపుడు దానిని సంఖ్యా సంకేతం (digital signal) అంటాం. (పటం 29.16) .

సంఖ్యా సంకేతాలు కొన్ని దశలవారీగా మారుతూ '0' మరియు '1' అనే రెండు విలక్షణ విలువలను మాత్రమే తీసుకుంటాయి. వీటిని 'బిట్'లు అంటారు. సాధారణంగా 0 ఓల్టులు '0' (Zero) బిట్ కు, మరియు 5 ఓల్టులు '1' బిట్‌కి అనురూపంగా ఉంటాయి. ఈ స్థాయిలు ఎక్కువగా వేరుపడి ఉన్నాయి కనుక 2 V (2 ఓల్టులు) అవధి లో స్థాయి 1 సంకేతాలలో చప్పుళ్ళ (noise) ఏర్పడవచ్చు. ('0' స్థాయికి 0 V - 2V మరియు 1 స్థాయికి 5 V - 2 V) కాని ఇవి సంకేత విలువను ప్రభావితం చేయలేవు. కనుక ఈ సంకేతాలు చప్పుళ్ళకు నిరోధకంగా ఉంటాయి. కంప్యూటర్లలో ఉపయోగించే సంకేతాలు డిజిటల్‌గా ఉంటాయి. అనేక బిట్ (bit) లను వేరు వేరు పద్ధతులలో అమర్చుట ద్వారా సమాచారాన్ని సంఖ్యా సంకేతాలుగా మార్చబడతాయి. ప్రతీ బిట్ స్థిరమైన కాల వ్యవధిలో గల ఒక పల్స్.



పటం 29.16 : (ఎ) అవిచ్ఛిన్న సంకేతం (బి) విచ్ఛిన్న సంకేతం (సి) డిజిటల్ సంకేతం

డిజిటల్ సంకేతాల తో వేరువేరు గణిత ప్రక్రియలను చేయవచ్చు. ఈ ప్రక్రియలను నడిపించే గణితశాస్త్రాన్ని బూలీన్ బీజ గణితం (Boolean Algebra) అంటారు.

బూలీన్ బీజ గణితంలో ముఖ్యమైన ప్రక్రియలు కూడికలు మరియు గుణకారాలు. డిజిటల్ దత్తాంశం '0' లేదా '1' విలువలు ఉన్నట్లయితే కింద చూపిన గుర్తింపులో సరిపడతాయి.

$A \times 0 = 0$ ...(29.22)

$A + 1 = 1$ ...(29.23)

పై ప్రక్రియలను అమలు జరిపే వలయాలను లాజిక్ ద్వారాలు అంటారు. ఇపుడు మనం లాజిక్ ద్వారాల గూర్చి నేర్చుకుందాం.

29.3.1 ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారాలు (Basic logic gates)

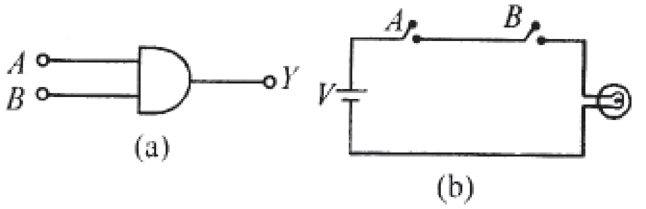
ఒకటి లేదా ఎక్కువ నివేశాలు మరియు ఒక నిర్గమం గల సాధనాలను లాజిక్ ద్వారాలు అంటారు. ఇవి నివేశ బిట్‌ల అమరికతో మారినపుడు భిన్న నిర్గమ విలువలు ఇస్తాయి. ఈ ద్వారాలు ఉత్పత్తిచేసే నిర్గమాలు బూలీన్ లాజిక్ (Boolean logic) నియమాలను పాటిస్తాయి. ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారాలు మూడు రకాలు. అవి

1. AND ద్వారం 2. OR ద్వారం 3. NOT ద్వారం

ఈ ద్వారాలు వరుసగా గుణకారం, కూడిక మరియు విలోమ ప్రక్రియలను వరుసగా చేస్తాయి. మనం ఇపుడు ఈ ద్వారాలు పనిచేసే విధం నేర్చుకుందాం.

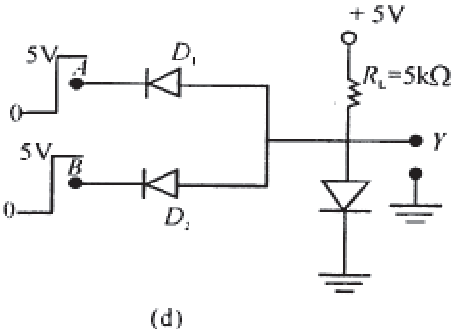
1. AND ద్వారం (AND gate)

AND ద్వారానికి రెండు లేదా ఎక్కువ నివేశాలు ఉండవచ్చు కాని, ఒకే ఒక నిర్గమం ఉంటుంది. రెండు నివేశాలు ఉండే AND ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం పటం 29.17(ఎ) లో చూపబడింది. అనేక విద్యుత్ స్విచ్‌లు శ్రేణిలో కలుపబడినవి తీసుకుని AND ద్వారం యొక్క ప్రవర్తనను అర్థం చేసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు A మరియు B స్విచ్‌లు ద్వారం యొక్క రెండు నివేశాలు మరియు Y బల్బు నిర్గమాన్ని ఇచ్చును. నివేశంలో ఆన్ (ON) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '1' ని, మరియు ఆఫ్ (off) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '0' ని తెలియజేస్తుంది. ఈ సందర్భంలో రెండు నివేశాలు ఓల్టేజి కి సంధానం చేసినపుడు మాత్రమే బల్బు వెలుగుతుంది. A మరియు B స్విచ్‌లు రెండు ఆన్‌లో (ON) ఉన్నపుడు (లేదా 1) మాత్రమే ఇది సంభవిస్తుంది. 'A' మరియు 'B' ల యొక్క వేరు వేరు నివేశ విలువలకు నిర్గమం 'Y' యొక్క ప్రవర్తన పటం 29.17(సి) లోని పట్టిక తెలియజేస్తుంది. ఈ పట్టికను సత్య పట్టిక అంటారు.



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(c)



పటం 29.17 : (ఎ) AND ద్వార సంకేతం. (బి) AND ద్వారానికి స్విచ్‌ల అమరిక (సి) AND ద్వారం యొక్క సత్య పట్టిక (డి) AND ద్వారానికి డయోడు రూపకల్పన

AND ప్రక్రియ బులీన్ సమాసం క్రింది విధంగా చూపవచ్చును.

$$Y = A.B = AB = A \times B$$

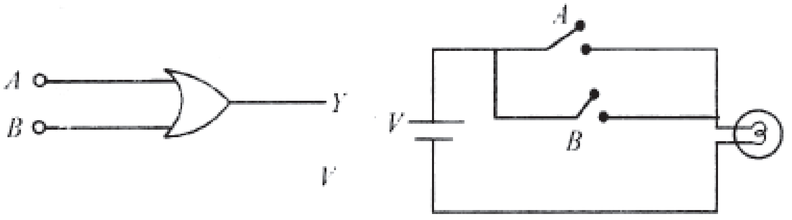
దీనిని A AND B అని చదువుతాం.

AND ద్వారాన్ని పొందడం

డయోడులు ఉపయోగించి పొందే లాజిక్ ద్వారాన్ని DDL ద్వారం (Diod - Diod logic gate) అంటారు. పటం 29.17(డి) లో రెండు డయోడులు నివేశంలో గల AND ద్వారం చూపబడినది. D_1 మరియు D_2 డయోడుల ఆనోడులను సమాంతరంగా సంధానం చేసి 5V బ్యాటరీ మరియు 5 K Ω ల నిరోధంతో పురోబయాస్‌లో ఉంచబడ్డాయి. ఆనోడుల నుండి నిర్గమం తీసుకుంటారు. A మరియు B కేథోడ్‌లను నివేశాలుగా తీసుకుంటారు. A లేదా B లేదా రెండు తీగలు ఎర్త్ చేసినపుడు సంబంధిత డయోడు గుండా విద్యుత్తు ప్రవహించి నిరోధం చివరల పొటెన్షియల్ లో తగ్గుదల ఏర్పడి నిర్గమం లో లాజిక్ విలువ '0' గా కలిగిన 0.7V ల పొటెన్షియల్ ఏర్పడును. రెండు తీగలు 5V లకు సంధానం (నివేశ విలువలు 1, 1) చేసినపుడు ఏ డయోడు విద్యుత్తును ప్రవహింపజేయక నిర్గమంలో 5V (లాజిక్ విలువ '1') ల పొటెన్షియల్ ఉంటుంది.

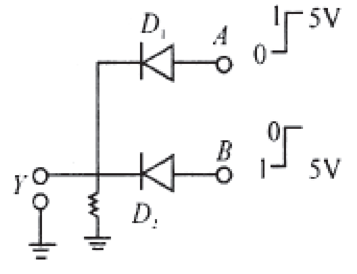
2. 'OR' ద్వారం (OR gate)

OR ద్వారానికి రెండు లేదా ఎక్కువ నివేశాలు ఒక నిర్గమం ఉంటాయి. రెండు నివేశాల OR ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం పటం 29.18(ఎ) లో చూపబడినది. OR ద్వారం యొక్క ప్రవర్తనను అనేక విద్యుత్ స్విచ్ లను సమాంతరంగా



(a) (b)

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



(c) (d)

పటం 29.18: (a) OR ద్వార సంకేతం (b) OR ద్వారాన్ని స్విచ్‌లతో చూపుట (c) OR ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక మరియు (d) డయోడ్ పరంగా OR ద్వారం ఆచరణలో చూపులు

సంధానం చేసి వాటి సహాయంతో వివరించవచ్చు. రెండు నివేశాలు గల OR ద్వారం లో రెండు స్విచ్‌లు పటం 29.18(b) లో చూపినట్లు సంధానం చేయబడి ఉంటాయి. A మరియు B లు రెండూ నివేశాలు గాను, విద్యుత్ బల్బు నిర్గమం 'Y' గాను ఉంటుంది. ఆన్ (ON) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '1' ని మరియు ఆఫ్ (off) స్విచ్ లాజిక్ విలువ '0' ని తెలుపుతాయి. దీప్తినిచ్చే బల్బు నిర్గమ లాజిక్ విలువ '1' ని, దీప్తి నివ్వని బల్బు నిర్గమ లాజిక్ విలువ '0' ని సూచిస్తాయిజ వెలిగే బల్బు లాజిక్ నిర్గమం '1', వెలగని బల్బు లాజిక్ నిర్గమం '0' ని సూచిస్తాయి. ఈ సందర్భంలో A లేదా B లేదా రెండు స్విచ్‌లు ఆన్ (ON) లో ఉన్నపుడు నివేశ ఓల్టేజి నిర్గమాన్ని చేరడంతో బల్బు వెలుగుతుంది. OR ద్వారం యొక్క నివేశ, నిర్గమాల అన్యోన్య సంబంధాన్ని పటం 29.18(సి) లో తెలిపిన సత్య పట్టిక చూపుతుంది.

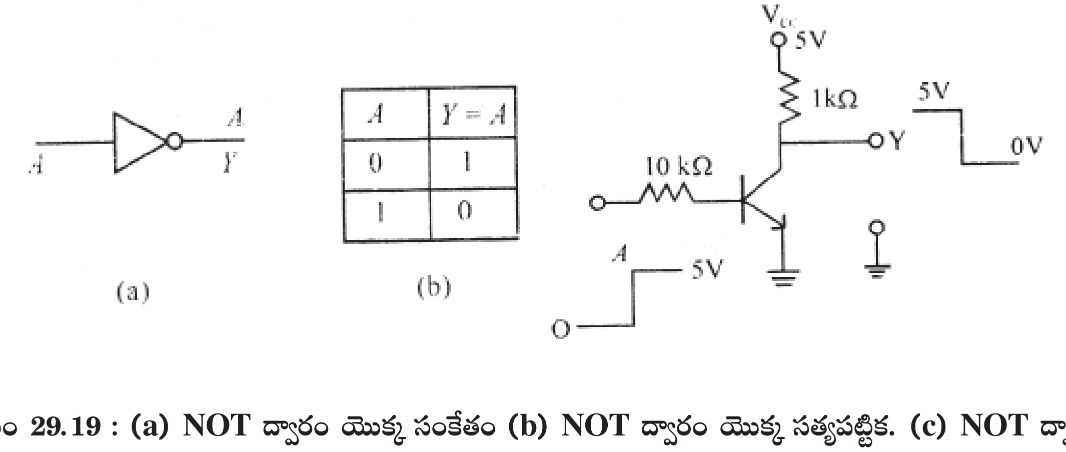
OR ప్రక్రియకు బులీన్ (boolean) సమాసం క్రింది విధంగా చూపవచ్చును.

$Y = A + B$ దీనిని A లేదా B అని చదువుతాం.

OR ద్వారాన్ని పొందడం :– ఆచరణలో డయోడ్‌ల పరంగా రెండు నివేశాలు గల OR ద్వారాన్ని పటం 29.18(డి) లో చూపబడింది. D_1 మరియు D_2 డయోడుల కేథోడ్‌లను సమాంతరంగా సంధానం చేసి $5K\Omega$ నిరోధం ద్వారా ఎర్త్ చేయబడ్డాయి. డయోడుల ఆనోడ్‌లు A మరియు B లు నివేశ టెర్మినల్స్‌గాను కేథోడ్‌ను నిర్గమంగాను తీసుకుంటారు. A లేదా B లేదా రెండింటిని 5V బ్యాటరీ యొక్క ధన టెర్మినల్ చివరలకు సంధానం చేసినపుడు, సంబంధిత డయోడు లేదా డయోడులు తమ ద్వారా ప్రవాహాన్ని పోనిచ్చి నిర్గమం వద్ద 5V పొటన్షియల్ వరకు ఉండేటట్లు చేస్తుంది. అనగా లాజిక్ విలువ '1' రెండు స్విచ్‌లు తెరచి ఉన్నప్పుడు అంటే OFF లో ఉంచినపుడు నిర్గమం 'O' V అవుతుంది. అనగా లాజిక్ విలువ '0'.

3. NOT ద్వారం (NOT Gate)

సంఖ్యాసంకేతాలలో (డిజిటాల్ సిగ్నలింగ్‌లో) ఉపయోగించే మరియొక ముఖ్యమైన ద్వారం NOT ద్వారం. ఇది సంకేతాలను విలోమం చేస్తుంది. అనగా NOT ద్వారం యొక్క నివేశ విలువ 'l' అయినపుడు నిర్గమ విలువ '0' అవుతుంది. అలాగే నివేశం '0' అయినపుడు నిర్గమం 'l' అవుతుంది. NOT ద్వారం యొక్క సంకేతాన్ని పటం 29.19(a) నందు చూపబడింది. NOT ద్వారం యొక్క సత్య పట్టిక పటం 29.19(b) లో ఇవ్వబడినది.



A	Y = Ā
0	1
1	0

పటం 29.19 : (a) NOT ద్వారం యొక్క సంకేతం (b) NOT ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక. (c) NOT ద్వారం వలయంతో ఆచరణలో చూపుట

NOT ద్వారం వలయంతో ఆచరణలో చూపులు ట్రాన్సిస్టర్ స్విచ్‌గా పనిచేయడానికి ఉపయోగించిన దానికి సర్వసమానంగా ఉంది. దీనిని పటం 29.19(c) లో చూపబడింది. నివేశం 'A' యొక్క విలువ '0' స్థాయి అయినపుడు ట్రాన్సిస్టర్ ఆఫ్‌లో (off) ఉండి V_{CC} ఓల్టేజి మొత్తం (5V) నిర్గమం Y వద&ద కన్పిస్తుంది. ఇట్లే నివేశం 'A', '1' (5V) అయినపుడు ట్రాన్సిస్టర్ ప్రవాహాన్ని అనుమతిస్తుంది. అప్పుడు నిర్గమం 'Y' విలువ '0' అవుతుంది.

విలోమ ప్రక్రియను నివేశ సంకేతం పైన గీత ద్వారా తెలియజేస్తారు. దీనిని సత్యపట్టిక లో $Y = NOT(A) = \bar{A}$ గా వ్రాస్తాం.

ఇంత వరకు మనం ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారాల గూర్చి చర్చించాం. ఈ ద్వారాలను జతచేసి వేరేలాజిక్ ద్వారాలుగా అభివృద్ధి చేయగలమా? అని మీరు అడుగవచ్చు. ఈ ప్రశ్నకు జవాబు తరువాతి పాఠంలో తెలుసుకుంటారు.

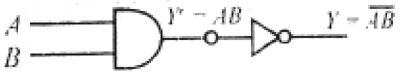
29.3.2. లాజిక్ ద్వారాలను జత చేయుట (Combnation of logic gates)

లాజిక్ ద్వారాలను జతచేయడం ద్వారా పొందే ముఖ్యమైన ద్వారాలు (1) NAND [NOT + AND] మరియు (2) NOR [NOT + OR]. డిజిటాల్ ఎలక్ట్రానిక్సులో NAND మరియు NOR ద్వారాలు ఉపయోగించి OR, AND మరియు NOT ద్వారాలను పొందవచ్చును. ఈ కారణం వలననే ఈ ద్వారాలను విశ్వద్వారాలు అంటారు. ఇపుడు మనం లాజిక్ ద్వారాలను జత చేయడం గూర్చి తెలుసుకుందాం.

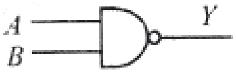
NAND ద్వారం :-

పటం 29.20 (a) చూపిన విధంగా AND ద్వారం మరియు NOT ద్వారాలను జతచేయడం వలన NAND ద్వారం పొందవచ్చు. ఇచ్చుట AND ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని Y ని NOT ద్వారం తో విలోమం చేసి తుది నిర్గమం Y ని పొందడం జరుగుతుంది. పటం 29.20 (b) లో NAND ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం పటం 29.20(b) లో NAND ద్వారం యొక్క సత్యపట్టికలు ఇవ్వబడినవి. వీటిని AND ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని విలోమం చేయడం ద్వారా పొంద వచ్చును. కనీసం ఒక నివేశ విలువ '0' ఉన్నప్పుడు నిర్గమం విలువ '1' ఇస్తుంది. అనే విషయం NAND ద్వారం యొక్క సత్య పట్టిక చూపుతుంది. NAND ప్రక్రియకు బులెన్ సమాసం కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$Y = A.B = A \times B = AB$



(a)



(b)

A	B	$Y' = AB$	$Y = \overline{AB}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

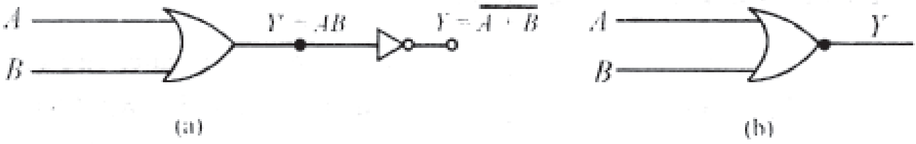
(c)

పటం 29.20:(a) లాజిక్ ద్వారం జతవల్ల NAND (b) NAND ద్వార సంకేతం (c) NAND ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక

2. NOR ద్వారం :

పటం 29.21(a) లో చూపినట్లుగా OR ద్వారం మరియు NOT ద్వారాలను జతచేయడం ద్వారా NOR ద్వారాన్ని పొందవచ్చు. ఇచట OR ద్వారం యొక్క నిర్గమం Y, NOT ద్వారం చేత విలోమం చేయబడి తుది నిర్గమం Y ని పొందుతాం. పటం 29.21(b) లో NOR ద్వారం యొక్క లాజిక్ సంకేతం ఇవ్వబడింది. NOR ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక పటం 29.21(c)లో ఇవ్వబడింది. OR ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని విలోమం చేయటం వలన దీనిని పొందగలం. NOR ద్వారం యొక్క నివేశాలు రెండూ '0' అయినపుడు మాత్రమే నిర్గమం '1' ఇస్తుందని సత్యపట్టిక నుండి తెలుస్తుంది. NOR ద్వారం ప్రక్రియకు బులీన్ సమాసం క్రింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$$Y = \overline{A + B}$$



A	B	Y' = A+B	Y = $\overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

(c)

పటం 29.21: (a) లాజిక్ ద్వారాలను జతగా NOR ద్వారం (b) NOR ద్వారం యొక్క సంకేతం మరియు (c) NOR ద్వారం యొక్క సత్యపట్టిక

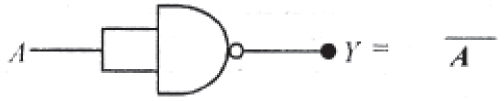
ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లుగా NAND మరియు NOR ద్వారాలు అన్ని లాజిక్ ద్వారాలకు ఆధార నిర్మాణ దిమ్మలు. ఇపుడు మనం AND, OR మరియు NOT ప్రాథమిక ద్వారాలను NAND ద్వారం ఉపయోగించి ఎలా పొందగలమో చూద్దాం.

29.3.4. NAND ద్వారం నుండి ప్రాథమిక ద్వారాలను రాబట్టడం :

NAND ద్వారం ఉపయోగించి అన్ని ఇతర ద్వారాలను రాబట్టవచ్చు కనుక దీనిని విశ్వ ద్వారంగా భావిస్తాం.

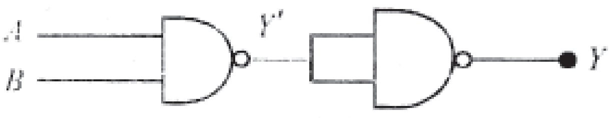
(a) NOT ద్వారం పొందడం : పటం 29.22 లో చూపినట్లు NAND ద్వారం యొక్క రెండు నివేశన టర్మినల్స్ కలపడం ద్వారా NOT ద్వారం పొందవచ్చు. దీని సత్యపట్టిను వ్రాస్తే దీనిని మీరే అంగీకరించగల్గుతారు.

ఇచట మనకు A = B



పటం 29.22: NOT ద్వారంగా NAND ద్వారం

b) AND ద్వారాన్ని పొందడం : రెండు NAND ద్వారాలను ఉపయోగించి AND ద్వారాన్ని పొందవచ్చు. పటం 29.23(a) లో చూపినట్లు ఒక NAND ద్వారం యొక్క నిర్గమాన్ని రెండవ NAND ద్వారంతో తలక్రిందులు చేసి NOT ద్వారం గా ఉపయోగించవచ్చు. పటం 29.23(b) లో చూపినట్లు సత్యపట్టిక ఈ జత AND ద్వారం గా పనిచేస్తుందని తెలుస్తుంది.



(a)

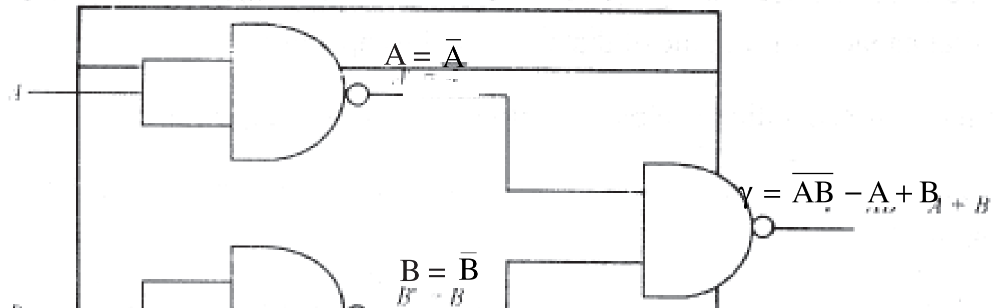
A	B	$Y' = \overline{AB}$	$Y = AB$
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

(b)

పటం 29.23: (a) AND ద్వారంగా మార్పుచేయడానికి సంధానం చేసిన NAND ద్వారాలు

(b) NAND ద్వారం ఉపయోగించి AND ద్వారం సత్యపట్టిక

(c) OR ద్వారాన్ని పొందడం : మూడు NAND ద్వారాలను ఉపయోగించి OR ద్వారాన్ని పొందవచ్చు. పటం 29.24 లో వలె రెండు NAND ద్వారాలను ఇన్వర్టర్‌లుగా కలిపి వాటి నిర్గమాలను మూడవ NAND ద్వారం యొక్క రెండు నివేశాల కు కలపాలి. ఈ జత OR ద్వారం గా పనిచేస్తుంది.



పటం 29.24: OR ద్వారంగా మూడు NAND ద్వారాలను సంధానం చేయడం

పాఠంలోని ప్రశ్నలు 29.3

క్రింద ఇవ్వబడిన పట్టికను OR ద్వారం అని ఋజువు చేయడానికి పటం 29.24 నుండి పూర్తి చేయండి.

A	B	A′	B′	Y
0	0	-	-	-
0	1	-	-	-
1	0	-	-	-
1	1	-	-	-

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- a c ని d c లోనికి మార్పుచేయడానికి p-n సంధి డయోడును ఏకధిక్కరిణి ఉపయోగించవచ్చు.
- పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరణం లో కంటే అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరణం dc లో ఎక్కువ ac అంశాలు కలిగి ఉంటుంది.
- జీనర్ డయోడు పవర్ సప్లై యొక్క నిర్గమాన్ని నియంత్రిస్తుంది.
- నియంత్రకంలో భారం తక్కువ విద్యుత్తును తీసుకున్నపుడు జీనర్ డయోడు ఎక్కువ సామర్థ్యాన్ని దుర్వయం చేస్తుంది.
- వర్ధకం గా పనిచేయడానికి ట్రాన్సిస్టర్ కు నివేశ విద్యుత్తు అవసరం.
- ట్రాన్సిస్టర్‌ను భంజన మరియు సంతృప్త ప్రాంతాలలో బయాస్ చేయుట ద్వారా స్విచ్‌గా ఉపయోగించవచ్చును.
- AND, OR మరియు NOT అనే మూడు ప్రాథమిక లాజిక్ ద్వారాలు ఉంటాయి.
- NAND ద్వారం విశ్వ ద్వారం ఎందుకంటే దీనిని ఉపయోగించి సులువుగా ఇతర ద్వారాలుగా మార్చవచ్చును.

ముగింపు అభ్యాసం

1. p-n సంధి డయోడు అర్ధతరంగ ఏకధిక్కరిణి గా పని చేయునపుడు ఫిల్టర్ వలయంలో కండెన్సరు లేనప్పటి కంటే, ఫిల్టర్ వలయంలో కండెన్సరు ఉన్నపుడు శిఖర విలోమ ఓల్టేజి (P|V) రెట్టింపు ఉంటుంది. ఎందువలన ?
2. భారం మారుతూ ఉన్నపుడు జీనర్ డయోడు d c ని ఏ విధంగా నియంత్రిస్తుందో వివరించండి.
3. వర్ధనం సక్రమంగా పని చేయాలంటే నివేశ సంకేతాల కంపన పరిమితి ఏ అవధుల మధ్య మారుతూ ఉండాలో వివరించండి?
4. డయోడులు, మరియు ట్రాన్సిస్టర్లను NOR ద్వారం గా ఉండేలా ఉండే వలయాన్ని గీయండి.

పాఠంలోని ప్రశ్నలకు సమాధానాలు

29.1

1. పటం 29.6 ను చూడండి.

2. పూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కరిణిలో D_1 మరియు D_2 డయోడులు ప్రతి ఏకాంతర అర్ధ తరగాలలోను కండెన్సరు 'C' ని గరిష్ట ఓల్టేజి V_{max} కి ఆవేశ పరుస్తుంది. కనుక డయోడు యొక్క PIV విలువ $2 \times V_{max}$ ఉండాలి.

3. $R_z = 100\,\Omega$, $R_S = 100\,\Omega$ మరియు $R = R_z + R_S = 200\,\Omega$ కనుక

$$I = \frac{21}{200} = 0.105 \text{ ఆంపియర్లు}$$

మరియు $V = 1R = 0.105 \times 100 = 10.5$ ఓల్టులు

29.2

1. $|A_V| = \dfrac{V_0}{V_i} = \dfrac{1V}{20\,mV} = 50$

2. $A_P = \dfrac{P_0}{P_i} = 200$

3. $|A_V| = \dfrac{\beta \times R_i}{r_i} = \dfrac{50 \times 2000\,\Omega}{500\,\Omega} = 200$

$A_P = \beta\, A_V = 50 \times 200 = 10000$

29.3

A	B	A′	B′	Y
0	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1

SENIOR SECONDARY COURSE

భౌతికశాస్త్రం

విద్యార్థి యొక్క అసైన్‌మెంట్ - 8

గరిష్ఠ మార్కులు : 50 | **సమయం : $1^1/_2$ గంటలు**

సూచనలు

- అన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానాలను జవాబు పత్రంలో రాయము.
- క్రింద ఇవ్వబడిన సమాచారాన్ని మీ సమాధాన పత్రంలో ఇవ్వండి.
  - పేరు
  - ఎన్‌రోల్‌మెంట్ సంఖ్య
  - సబ్జెక్ట్
  - అసైన్‌మెంట్ సంఖ్య
  - చిరునామా

- అభ్యాసాన్ని మీ అధ్యాపకునితో మూల్యాంకనం గావించుకొన్నచో, మీకు విషయం ఎంత వరకు బోధపడిందో తెలుస్తుంది.

మీ అసైన్‌మెంట్ పత్రాలను APOSS కు పంపకూడదు.

1. n-రకం అర్ధవాహకంలోని అధిక సంఖ్యాక ఆవేశ వాహకాలను పేర్కొనండి. (1)
2. n-p-n ట్రాన్సిస్టర్ సంకేతాన్ని గీయండి.
3. అర్ధవాహకాలలో మాదీకరణం అనే పదం యొక్క అర్థాన్ని వివరించండి.
4. p-n సంధికి పురోబయాన్‌ను అనువర్తించిన దానిలోని లేమిపొర మందంపై ఏ విధమైన ప్రభావం ఉంటుంది.
5. ట్రాన్సిస్టర్‌లోని సేకరణి (collector) మరియు ఉద్గారకం (emitter) లను మీరు ఎలా గుర్తిస్తారు.
6. NOR ద్వారం లాజిక్ గుర్తును గీయండి.
7. గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద సిలికాన్ మరియు జెర్మేనియంలలో ఏది ఎక్కువగా స్వేచ్ఛా ఆవేశ వాహక సాంద్రతను కలిగి ఉంటుంది. ఎందుకు?

8. ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసంలో ప్రవాహ వృద్ధి ఒకటి కంటే తక్కువయినా కాని వోల్టేజి వృద్ధిని (లాభంను) కలిగి ఉంటుంది. ఎలా?

9. LED మరియు సోలార్ ఘటంల మధ్య తేడాలను తెలపండి. వాటి పటములను గీయండి.

10. పురోబయాస్, తిరోబయాస్‌లలో pn సంధి డయోడ్ యొక్క అభిలక్షణాలను గీయండి.

11. ఒక అర్ధ తరంగ ఏకధిక్కారిలో నివేశ పౌనఃపున్యం 50 Hz. దాని నిర్గమ పౌనఃపున్యం ఎంత? అదే నివేశ పౌనః పున్యానికి సంపూర్ణ తరంగ ఏకధిక్కారిలో నిర్గమ పౌనఃపున్యం ఎంత?

12. రెండు వర్ధకాలు ఒకదాని తరువాత మరొకటి శ్రేణిలో కలపబడి ఉన్నాయి. మొదటి వర్ధకం వోల్టేజి లాభం 10, రెండవ వర్ధకం వోల్టేజి లాభం 20. నివేశ సంకేత వోల్టేజి 0.01 V అయితే నిర్గమ ac సంకేత వోల్టేజిని లెక్కించండి.

13. p-n సంధి డయోడ్‌ల సహాయంతో AND ద్వారాన్ని ఏ విధంగా మీరు రాబట్టగలరు. వలయాన్ని గీసి సత్య పట్టికను వివరించండి.

14. ఉమ్మడి ఉద్గారక వర్ధకంలో సేకరణి నిరోధం 5 kΩ గుండా సంకేత వోల్టేజి 5 V. ట్రాన్సిస్టర్ యొక్క ప్రవాహ వర్ధన గుణకం 100. ఆధార నిరోధం 1 KΩ అయితే నివేశ సంకేత వోల్టేజిని, ఆధార ప్రవాహాన్ని కనుక్కోండి.

15. ఉమ్మడి ఆధార విన్యాసంలో, ఉమ్మడి ఉద్గారక విన్యాసంలో విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధిని నిర్వచించండి. రెండింటి మధ్య గల సంబంధాన్ని రాబట్టండి.

16. తగిన పటముల సహాయంతో కింది వాటిని వివరించండి.

   (a) కాలంతో మారుతున్న a.c ని స్థిరమైన dc గా కెపాసిటర్ ఏ విధంగా మారుస్తుంది.

   (b) భారంలో ఒడిదుడుకులు ఉన్నప్పటికీ జీనర్ డయోడ్ dc నిర్గమన వోల్టేజిని ఎలా స్థిరీకరిస్తుంది.

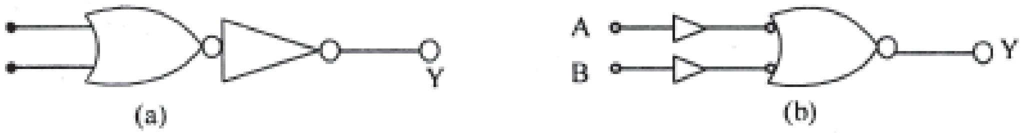
17. కింది వాటికి వివరించండి.

   (i) ట్రాన్సిస్టర్‌ను వర్ధకంగా ఉపయోగించాలంటే ఎందుకు దానిని బయాస్ చేయాలి.

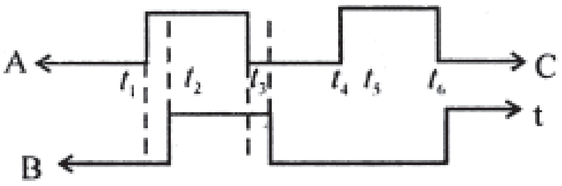
   (ii) ట్రాన్సిస్టర్ సరిగా పనిచేయుటకు కావలసిన నివేశ సంకేతం యొక్క కంపన పరిమితి వ్యాప్తిని ఏ విధంగా నిర్ణయిస్తారు.

   (iii) భార నిరోధాన్ని పెంచుతూ వర్ధకం యొక్క వోల్టేజి లాభాన్ని ఒక హద్దును దాటి ఎందుకు పెంచలేము.

18. ఈ కింది వలయాలు సూచించే లాజిక్ ద్వారాలను గుర్తించండి.



A, B వద్ద నివేశ సంకేతాలు కింద చూపబడినవి. ప్రతి వలయానికి నిర్గమ తరంగాలను గీయండి.



19. వలయంను గీసి దాని సహాయంతో ట్రాన్సిస్టర్‌ను వర్థకంలా ఏ విధంగా ఉపయోగిస్తారో వివరించండి.

20. ట్రాన్సిస్టర్ అభిలక్షణాలను అధ్యయనం చేయడానికి కావలసిన వలయంను గీయండి. నివేశన మరియు నిర్గమన అభిలక్షణాలను గీసి, విద్యుత్ ప్రవాహ వృద్ధిని వివరించండి.