એકમ–4

સંચાર પ્રણાલીના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો (Fundamentals of Communication Technology)

: માળખું :

4.0 હેતુઓ

4.1 પરિચય

4.2 સંચારતંત્ર

4.2.1 વિદ્યુતીય સંચાર

4.2.2 પ્રકાશકીય સંચાર

4.2.3 રેડિયો સંચાર

4.2.4 ઉપગ્રહીય સંચાર

4.3 સિગ્નલ (મોજાં) અવાજનો ઘટાડો

4.3.1 સિગ્નલ (મોજો)

4.3.2 શુદ્ધ તરંગો

4.3.3 જટિલ મોજાઓ

4.3.4 અવાજ

4.3.5 ઘટાડો કરવો

4.4 આંકડાકીય સંચાર

4.5 સંચારનાં કાર્યો

4.6 મુખ્ય મુદ્દાઓ

4.7 સ્વઅધ્યયનના જવાબો

4.8 શબ્દાર્થ

4.9 સંદર્ભો અને વિશેષ વાચન

4.0 હેતુઓ (OBJECTIVES)

માહિતીના વિશેષ સ્રોતને કારણે સંચારપ્રણાલીનો વિકાસ નવા યુગમાં પ્રવેશ પામ્યો છે. જેથી એ જરૂરી છે કે તમો તેના પાયાના સિદ્ધાંતો વિશે સારી રીતે પરિચિત બનો. આ વિભાગમાં આપણે સંચાર પ્રણાલીના મૂળભૂત સિદ્ધાંતોની ચર્ચા કરીશું.

આ પ્રકરણના અંતે આપ સમજવા અને તેનું યોગ્ય મૂલ્યાંકન કરવા માટે સક્ષમ બનશો.

- **માહિતી મોકલવાની પ્રક્રિયા**
  - વિવિધ પ્રકારની પ્રત્યાયન પ્રણાલીઓ
  - પ્રત્યાયનનાં મોજાં અને અવાજ
  - મોજાં અને અવાજની તીવ્રતાના પ્રમાણનું મહત્વ
  - શુદ્ધ તરંગ અને જટિલ તરંગ એટલે શું ?
  - આંકડાકીય પ્રત્યાયનનું મહત્વ
  - પ્રત્યાયન પ્રણાલીનાં વિવિધ કાર્યો

- ❖ વિવિધ હેતુઓની સંજ્ઞા
- ❖ આવર્તન એટલે શું ? તે શા માટે જરૂરી છે ?
- ❖ વિવિધ આવર્તન યોજનાઓ
- ❖ જટીલતા એટલે શું ?
- ❖ શા માટે સમન્વય અને તેની તક્નીકો ?

4.1 પરિચય (INTRODUCTION)

પ્રત્યાયન પ્રણાલીનો પ્રાથમિક હેતુ માહિતીના આવાગમનનો છે એટલે કે, માહિતીનું એક સ્થળેથી બીજા સ્થળ સુધી વહન. માહિતીનું આવાગમન કોઈપણ સ્વરૂપે ઉત્પન્ન થયું હોય છે. માનવ ભાષા, સ્થિર ચિત્ર, ક્રિયા છબી, વ્યાખ્યાન, સંદેશ અને દસ્તાવેજ એ માહિતીના મૂળભૂત ઉદાહરણ છે. માહિતીના મૂળભૂત સ્વરૂપને ભાગ્યે જ પ્રત્યાયન પ્રણાલી દ્વારા હેરફેર કરી શકાય છે. આ માહિતીને એવા તરંગોના સ્વરૂપોમાં ફેરવવી પડે છે કે જેને પ્રત્યાયન પ્રણાલી વહન કરી શકે. આજની ટેકનોલોજીમાં પ્રત્યાયન પ્રણાલી આ સંકેતોને વિદ્યુતીય, પ્રકાશીય અને વીજચુંબકીય શક્તિ દ્વારા વહન કરી શકે છે. જેથી આપણે કોઈપણ માહિતીને પ્રત્યાયન પ્રણાલી દ્વારા વહન કરી શકે છીએ. આપણે કોઈપણ માહિતીને પ્રત્યાયન પ્રણાલી દ્વારા વહન કરવા માંગતા હોય તો ઉપર ત્રણ પૈકીના કોઈ એક સ્વરૂપના તરંગો હોવા જોઈએ. પ્રત્યાયન પ્રણાલી આ ત્રણ પૈકીના કોઈપણ તરંગોને કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનીયતાથી ચોક્કસ ગંતવ્ય સ્થાન સુધી પહોંચાડે છે અને તરંગોને મૂળ સ્વરૂપમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

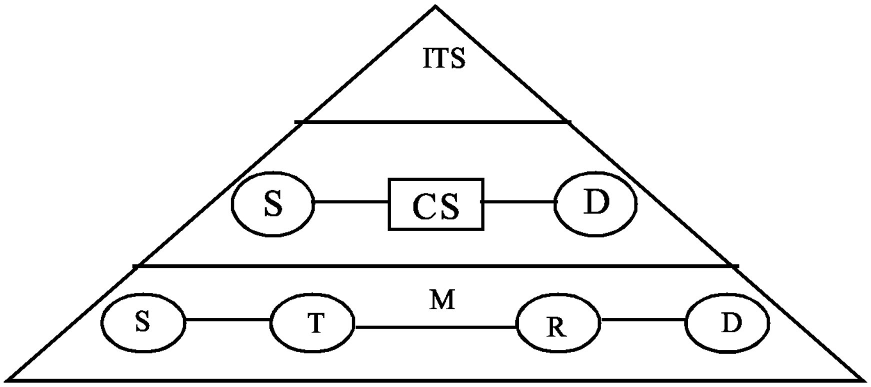
માહિતીના કાર્યક્ષમ આવાગમન સાથે ચાર વસ્તુ સંકળાયેલી છે. (1) ઓછા પાવરનો વપરાશ (2) ઓછામાં ઓછી તરંગ આવૃત્તિનો વપરાશ (3) ઝડપી આવાગમન (4) ઓછો ખર્ચ. વિશ્વાસુ આવાગમન એટલે તરંગોના અવાજમાં ઘટાડા સાથે ક્ષતિરહિત આવાગમન. અવાજ એટલે કે બિનજરૂરી અડચણ કેવું તરંગને વિકૃત બનાવે. ઘટાડો કરવો એટલે અહીં પ્રત્યાયન માધ્યમ દ્વારા તરંગની શક્તિમાં ઘટાડો. વિશ્વાસુ પ્રત્યાયન એટલે ચોક્કસ સ્થળે ખાતરીપૂર્વક માહિતીનું પહોંચવું.

તરગોનું સીધું જ આવાગમન એટલે કે, પ્રત્યાયનના માધ્યમ દ્વારા તરંગો માહિતી રજૂ કરે છે જે હંમેશા કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય હોતું નથી છતાં પ્રત્યાયન પ્રણાલી સીધી જ તરંગોના ઉદ્ગમસ્થાનથી વહન થતી નથી. તેના સ્થાને વિશ્વસનીય અને કાર્યક્ષમ રીતે માહિતીના પ્રત્યાયન માટે પ્રાપ્ત તરંગોને કેટલીક ગાણિતીક ક્રિયાવિધિથી બીજા તરંગો પર સવાર કરે છે. પ્રાપ્ત તરંગો તેમની જાતને બે મૂળભૂત સ્વરૂપે પ્રસ્તુત કરે છે. સમરૂપ (એનાલોગ) અને આંકડાકીય (ડીજીટલ), પ્રત્યાયન પ્રણાલિ (એનાલોગ), અથવા આંકડાકીય પધ્ધતિથી તરંગો પર પ્રક્રિયા કરે છે. વર્તમાન સમયે ડિજીટલ તરંગ અને ડિજીટલ પ્રત્યાયન પ્રણાલીનો ઉપયોગ પ્રચલિત છે. જ્યારથી પ્રાપ્ત તરંગ ચલાવવા માટે વસ્તુને અંતે ગાણિતીક ક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે, ત્યારે સરખી ઉલટી ક્રિયાઓ બહાર લાવવા માટે મુખ્ય તરંગોને મેળવવામાં આવે છે. પ્રત્યાયન પ્રણાલી પરિભાષામાં આ કાર્યો ખાસ નામથી ઓળખવામાં આવે છે જેમ કે કોડિંગ, અનેક ઘટકો અને આવર્તનમાં ફેરફાર કરવો. આદાનપ્રદાનના ઉલટા કાર્યો પ્રાપ્તિને અંતે અસાંકેતિક ભાષા, અનેક ઘટકો ન હોય તેવા અને આવર્તનમાં ફેરફાર ન થાય તેવા જણાય છે.

પ્રત્યાયનનું જોડાણ બે સ્ટેશન વચ્ચેનું પોઈન્ટ ટુ પોઈન્ટ પુરું પાડે છે. પ્રત્યાયનના વાતાવરણમાં વખતોવખત મોટી સંખ્યામાં સ્ટેશન આદાન પ્રદાન કરે છે. આ હેતુથી દરેક સ્ટેશને બધા સ્ટેશનને સુધી પહોંચવાની જરૂર છે. અલગ પ્રત્યાયન જોડાણ સ્થાપવાથી એક સ્ટેશનથી બીજા સ્ટેશનને જોડવું ખૂબ ખર્ચાળ અને થઈ શકે તેમ નથી. દરેક કેન્દ્રમાંથી એક જોડાણ કેન્દ્રીય સ્વીચ સાથે જોડવામાં આવે છે. જે સંમયાતરે કેન્દ્રોની જોડી સાથે સંપર્ક પ્રસ્થાપિત કરવા સક્ષમ હોય છે. કેન્દ્રો વચ્ચે સંપર્ક પ્રસ્થાપિત કરવા કેટલાય કેન્દ્રોને આંતરિક રીતે જોડવામાં આવે છે આંતરિક રીતે જોડાયેલા સ્વિચ સેન્ટર ટેલિફોનના માળખાનું ઝૂમખું ધરાવે છે. આ વિભાગમાં આપણે પ્રત્યાયન જોડાણને લગતું જ્ઞાન મેળવ્યું. પાંચમા પ્રકરણમાં આપણે નેટવર્ક સંબંધિત બાબતો વિશે જ્ઞાન મેળવીશું.

4.2 સંચારતંત્ર (COMMUNICATION SYSTEMS)

માહિતી આવાગમન પ્રણાલીનાં ઘટકોનાં કાર્યોનું રહસ્ય નીચેના કોઠા મુજબ હોય છે.



ITS = માહિતી આવાગમન પ્રણાલી

S = સ્રોત CS = પ્રત્યાયન પ્રણાલી D = અંતિમ સ્થાન

T = માહિતી મોકલનાર R = માહિતી પ્રાપ્ત કરનાર M = માધ્યમ

આકૃતિ 4.1 માહિતી આવાગમન પ્રણાલીના ઘટકો

માહિતી આવાગમન એ મુખ્યત્વે માહિતીના સ્રોત અને માહિતીના અંતિમ સ્થાનને પ્રત્યાયન પ્રણાલી દ્વારા જોડેય છે. પ્રત્યાયન પ્રણાલીના મુખ્ય ત્રણ ઘટકો છે, મોકલનાર, પ્રાપ્ત કરનાર અને પ્રત્યાયન માધ્યમ. માહિતી મોકલનાર વિવિધ કાર્યોથી માહિતી મોકલાય છે અને તેના વિપરીત ક્રમમાં કાર્યો કરી મેળવવામાં આવે છે. હાલ ચાર માધ્યમનો ઉપયોગ પ્રત્યાયન પ્રણાલીમાં પ્રચલિત છે. પ્રત્યાયન પ્રણાલી, ઊર્જા સ્રોત અને આનુસંગિક પ્રત્યાયન માધ્યમ નીચેના કોઠા 4.1 માં દર્શાવેલ છે.

4.2.1 વિદ્યુતીય સંચાર (Electrical Communication)

વર્તમાન સમયે મુખ્યત્વે શક્તિનો ઉપયોગ કરીને માહિતીનું પરિવહન કરવામાં આવે છે. પરંપરાગત રીતે તાંબાના વાયરનો ઉપયોગ વિદ્યુતીય પ્રત્યાયનમાં કરવામાં આવે છે. મૂળભૂત રીતે ત્રણ પ્રકારના તાંબાના વાયરો હોય છે.

- UTP ખુલ્લી ઉલટ-સુલટ જોડી (Unshielded Twistedpair)
- STP બંધ ઉલટ-સુલટ (Shielded Twistedpair)
- સંયુક્ત ધરીવાળા વાયર (Co-axials Cabels)

ટેબલ 4.14 પ્રત્યાયન પ્રકાર, ઊર્જા અને માધ્યમ

પ્રત્યાયન પ્રકાર	ઊર્જા	માધ્યમ
વિદ્યુતીય	વિદ્યુત	ધાતુના સુવાહક
પ્રકાશીય	પ્રકાશ	પ્રકાશીય તાતણા અથવા શૂન્યાવકાશ
રેડિયો	વીજ-ચુંબકીય	શૂન્યાવકાશ
ઉપગ્રહ	વીજ-ચુંબકીય	ઉપગ્રહ અને શૂન્યાવકાશ સંયુક્ત રીતે

તારની ઉલટ સુલટ અને બંધ જોડીથી માહિતી આવાગમનની વિશ્વસનીયતા વધે છે ઓછી તીવ્રતાએ ઉલટ સુલટ પધ્ધતિથી વિજ ચુંબકીય ઘર્ષણ ઘટે છે. વધુ તીવ્રતાએ તારની જોડીની ધાતુ સાથે ગૂંથણી કરવાથી અવાજ અને વીજચુંબકીય દાખલ ઘટે છે. નજીકના અંતર માટે અને ઓછી ક્ષમતાવાળી ક્રિયા માટે ઉલટ - સુલટ વાયર આદર્શ છે જ્યારે વધુ ક્ષમતા અને દૂરના અંતરે માહિતીના પ્રત્યાયન માટે સંયુક્ત ધરીવાળા વાયર આદર્શ છે. પડ વગરની ઉલટ સુલટ જોડીના વાયર મુખ્યત્વે માહિતીના આવાગમન માટે જ્યારે સંયુક્ત ધરીના વાયર સચિત્ર (વિડીયો) માહિતીના આવાગમન માટે વપરાય છે. ઉદાહરણ તરીકે સ્થાનિક વિસ્તારના માળખા માટે (UTP) અને કેબલ ટીવીના સંચાલકો સંયુક્ત

ધરીવાળા વાયરનો ઉપયોગ કરે છે. 1 થી 6 શ્રેણીના (UTP) વાયર વિકસાવવામાં આવ્યાં છે. હાલ શ્રેણી 1 અને 2 ઉપયોગમાં લેવાતી નથી. બીજી શ્રેણીની ઝડપ નીચેના કોઠા 4.2 પ્રમાણે છે.

ટેબલ 4.2 UTP વાયર ઝડપ ક્ષમતા

શ્રેણી	ઝડપ	ક્રિયા
શ્રેણી 3	10 Mbps	ટેલિફોન, 10 Mbps LAN
શ્રેણી 4	16 Mbps	16 Mbps LAN
શ્રેણી 5	100 Mbps	100 Mbps LAN
સમૃદ્ધ શ્રેણી 5	155 Mbps	ATM
શ્રેણી 6	1 Gbps	GBps LAN

LAN = સ્થાનિક વિસ્તારનું માળખું ATM = એસીક્રીનાઈઝ ટ્રાન્સફર મોડ

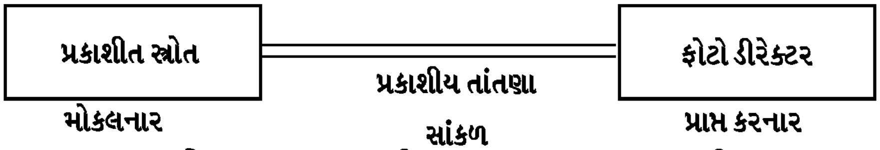
MBPS = મેગા બાઈટ પ્રતિ સેકન્ડ BGps = ગીગા બાઈટ પ્રતિ સેકન્ડ

4.2.2 પ્રકાશકીય સંચાર (Optical Communication)

પ્રકાશનો પ્રવેશ પ્રકાશીય તાંતણા અથવા શૂન્યાવકાશમાં થાય છે. પ્રકાશીય તાંતણા કાચ અથવા પ્લાસ્ટીકના બનેલ હોય છે જેમાંથી પ્રકાશ પ્રવાસ કરે છે. પ્રકાશીય તાંતણા બોગદાની જેમ વર્તે છે. પ્રકાશને તાંતણાના એક છેડે મૂકતા બીજા છેડા સુધી પહોંચે છે. વિદ્યુતીય શક્તિ કરતા પ્રકાશીય શક્તિમાં વધુ માહિતી વહનની ક્ષમતા હોય છે. એ જ પ્રમાણે તાંબાના વાયર કરતા પ્રકાશીય તાંતણામાં વધુ માહિતીને વધારે માત્રામાં વહનની ક્ષમતા હોય છે. એ જ પ્રમાણે તાંબાના વાયર કરતા પ્રકાશીય તાંતણામાં માહિતીને વધારે માત્રામાં વહન કરવાની ક્ષમતા હોય છે. વિદ્યુતીય વાયર કરતા પ્રકાશીય તાંતણામાં થોડા વધુ લાભ રહેલા છે પરંતુ તેમાં પણ પ્રશ્નો રહેલા છે. મુખ્યત્વે પ્રકાશીય તાંતણાનો મુખ્ય પ્રશ્ન તેનું નાજુક માળખું છે. વિદ્યુતીય વાયર ધાતુના સુવાહક પથ એન્ટેના તરીકે કાર્ય કરે છે અને રેડિયો તરંગોના વીજ ચુંબકીય વિકિરણ પેદા કરે છે. જેની સાથે રહેલા વાયરમાં વાતો ભળી જાય છે. વિદ્યુતીય માર્ગમાં ધાતુ સુવાહકો હોવાથી વીજળી પસાર થઈ શકે છે. જે અનેક રીતે નુકશાન કરી શકે છે.

પ્રકાશીય તાંતણામાં માહિતીનું આવાગમન ફોટોનના ઝુમખા સ્વરૂપે થાય છે. જેમાં વિદ્યુતભાર ન હોવાથી વિદ્યુતીય શક્તિ ઉદ્‌ભવતી નથી. જેથી પ્રકાશીય તાંતણા કપાય ત્યારે શોર્ટ સર્કીટ થતી નથી. પ્રકાશીય તાંતણામાં પસાર થતી સંજ્ઞાઓ તેમની અંદર જ રહેલી હોવાથી બહાર તેમનું વિકિરણ થતું નથી. જેથી ઉલટું અધાત્વીક પ્રકાશીય તાંતણાવાળા વાયર રેડિયો તરંગો અને વીજચુંબકીય અવરોધોથી મુક્ત હોય છે.

પ્રકાશીય તાંતણા મનુષ્યના વાળ જેટલી જાડાઈ ધરાવે છે. તેમાં જો કોઈ કચરો હોય તો આવાગમન નબળું પડે છે. પાતળા હોવાને કારણે તે વિદ્યુત વાયર કરતા હળવા હોય છે. જો વિદ્યુતીય તાણ સામે રક્ષણ મળે છે પરંતુ સીધી આંખે તેમાં જોવાથી આંખોને નુકશાન થાય છે. પ્રકાશીય સ્રોતને તાંતણાના માધ્યમથી મોકલી પ્રકાશીય પ્રાપ્તિ સ્થાન દ્વારા પ્રાપ્ત કરવાની સાદી પ્રકાશિય પ્રત્યાયન પ્રણાલી આકૃતિ - 4.2 માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 4.2 મૂળભૂત પ્રકાશીય તાંતણાયુક્ત પ્રત્યાયન પ્રણાલી

પ્રકાશીય તાંતણા પ્રત્યાયન પ્રણાલીમાં મુખ્ય બે પ્રકાશ સ્રોતનો ઉપયોગ થાય છે. ILDs (લાઈટ એમીટીગ ડાયોડ) અને ILDS ઈન્જેક્શન લેસર ડાયોડ ટૂંકમાં લેસર ડાયોડ, LED એ ઓછા ખર્ચે કામ આપતી સંરચના છે પરંતુ LED ના પ્રકાશીય કિરણ ઘણી જુદી જુદી તીવ્રતાના હોય છે અને દરેક દિશામાં ફેલાય છે. લેસર નામ એ 'લાઈટ એમ્પ્લીફીકેશન બાય સ્ટીમુલેટેટ એમીશન ઓફ રેડિયેશન' નું ટૂંકુ નામ છે. પ્રકાશ વિકીરણ ફોટોનના સ્વરૂપમાં હોય છે. ફોટોનના વિકીરણોને ઉત્તેજીત કરવાથી પ્રકાશીય તરંગોનું વિસ્તૃતીકરણ થાય છે. આ મૂળભૂત સિદ્ધાંતનો લેસરમાં ઉપયોગ થાય છે. લેસરમાંથી

બહાર નીકળતો પ્રકાશ એ તીક્ષ્ણ અને એક પ્રકારની તીવ્રતામાં કેન્દ્રીત હોય છે. પ્રકાશીય તાંતણામાં ગ્રહણ કરનાર ભાગ. પ્રકાશીય શોધક અથવા ફોટોશોધક હોય છે. જે પ્રકાશ આપનાર શક્તિના સ્રોત અનુભવીને આનુંષાંગિક વિદ્યુતીય પ્રવાહમાં રૂપાતંર કરે છે. જો કે ઘણા ફોટોડીરેક્ટર જાણીતા છે તેમ છતાં પ્રકાશીય તાંતણા પ્રણાલીમાં અર્ધવાહકના ફોટાડાયોડ ફોટો ડીરેક્ટર તરીકે વપરાય છે. તેમનું નાનું કદ, ઉચ્ચ સંવેદના તથા ઝડપી પ્રતિભાવને કારણે તે પ્રકાશીય તાંતણા સાથે યોગ્ય જોડી બનાવે છે. મુખ્યત્વે બે પ્રકારના અર્ધવાહક ફોટો ડાયેટડ છે. PIN ફોટો ડાયોડ અને APD અપલેન્સ ફોટો ડાયોડ LED, ILD અને અર્ધવાહકોવાળા ફોટો ડાયોડ નીચેના કારણોથી પ્રકાશીય તાંતણા પ્રણાલી સાથે ઉપર્યુક્ત છે.

(1) તેમનું ભૌતિક કદ પ્રકાશીય તાંતણા સાથે અનુરૂપ છે.

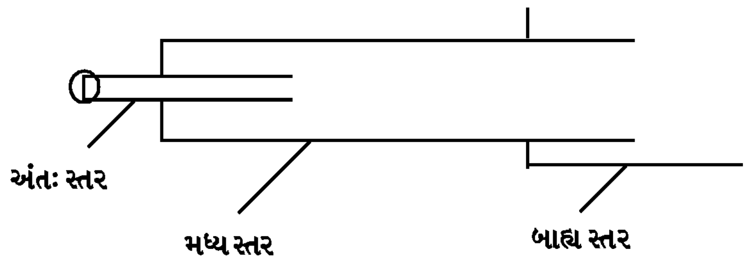
(2) પ્રતિનિધિત્વ અને માહિતીને પુનઃ મેળવવાનું આસાન છે.

(3) તેઓ પ્રકાશીય તાંતણાની ટૂંકી જગ્યામાં કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરે છે.

(4) તેઓ વિશાળ શ્રેણીની ક્રિયાઓને સહાય કરે છે.

(5) તેની પ્રચલન અને તાંતણાના જોડાણની ક્ષમતા વધુ છે.

શારીરિક રીતે, પ્રકાશીય તાંતણા ત્રણ સ્તર ધરાવે છે. અંતઃ સ્તર, મધ્ય સ્તર અને બાહ્ય આવરણ. જે આકૃતિ 4.3 માં બતાવેલ છે.



આકૃતિ 4.3 પ્રકાશીય તાંતણાનું માળખું

અંતઃસ્તર કાચ અથવા પ્લાસ્ટીકમાંથી બનેલું હોય છે. જ્યારે તાંતણાનો ઘટાડો કરવો હોય ત્યારે કાચ વપરાય છે. જ્યારે અંતઃસ્તર કાચ હોય ત્યારે મધ્ય સ્તર કાં તો કાચ અથવા પ્લાસ્ટીક હોય છે. જે તાંતણામાં પ્લાસ્ટીકનો ઉપયોગ થાય છે તે ખૂબ જ પાતળા બને છે પરંતુ તે કાચ અથવા પ્લાસ્ટીક હોય છે. જે તાંતણામાં પ્લાસ્ટીકનો ઉપયોગ થાય છે તે ખૂબ જ પાતળા બને છે પરંતુ તે સસ્તા હોય છે. આર્થિક રીતે સસ્તા પ્લાસ્ટીકના અંતઃ અને મધ્ય સ્તર ધરાવતા તાંતણા વિવિધ રીતે ઉપયોગી છે. મધ્યસ્તરથી બે હેતુઓ સિદ્ધ થાય છે. (1) મધ્ય સ્તર નિયંત્રિત પર્યાવરણમાં ઉત્પાદિત થતો હોવાથી આખાં વાયરમાં અંતઃ અને મધ્યસ્તર વચ્ચે સમાન વળાંક હોય છે. (2) મધ્યસ્તર એ અંતઃસ્તરને બહારના ચેપથી બચાવે છે. બાહ્યસ્તર એ તાંતણાને યાંત્રિક મજબૂતી આપે છે.

મધ્યસ્તરના વળાંકો અંતઃસ્તર કરતા ઓછા હોય છે.બનાવટમાં ઉપયોગ કરેલ પદાર્થને અનુલક્ષીને અંતઃસ્તરના વળાંકો સમાન અથવા ધીરે ધીરે ઘટતા સ્વરૂપના હોય છે. જો અંતઃસ્તરના વળાંક સમાન હોય તો અંતઃસ્તરથી મધ્યસ્તર તે તેથી વિપરીત પ્રકાશના વર્કીભવનમાં અસમાન ફેરફાર થાય છે. આ સમયે આ તાંતણા ‘સ્ટેપ ઈન્ડેક્ષ’ તરીકે ઓળખાય છે. મધ્યસ્તરને સામાન્ય રીતે સમાન વળાંકો હોય છે.

તાંતણામાં પ્રકાશનો ફેલાવો એ રીતે સમજાવી શકાય કે તે માર્ગદર્શન કરેલ વીજ ચુંબકીય તરંગોનો પ્રકાશીય તાંતણામાં ફેલાવો છે. તાંતણાના ભૂમિતિય બંધારણના આધારે અમુક ચોક્કસ એકના તરંગો જ તાંતણામાં ફેલાવો કરે છે. તાંતણાને ‘સિંગલ મોડ’ અને ‘મલ્ટીમોડ’ તાંતણા એવા બે વિભાગો છે. તેઓ સંયુક્ત રીતે કુલ ચાર પ્રકારના તાંતણા બનાવે છે. જે કોઠા 4.3 માં આપવામાં આવેલ છે. ‘સીંગલ મોડ’ નો ફેલાવો અટકાવવા માટે એ જરૂરી છે કે આનુષાંગિક અંતઃ સ્તર નાનુ હોય ત્યારે ‘ગ્રેડ ઈન્ડેક્ષ’નો ઉપયોગ અઘરો બને છે. જેથી કરીને સિંગર મોડ તાતણાનો વ્યવહારિક ઉપયોગ હાલ યાંત્રિક રીતે વપરાશમાં નથી.

ટેબલ 4.3 તાંતણાનો પ્રકાર

તાંતણા	સીંગલ મોડ	મલ્ટીમોડ
સ્ટેપ ઈન્ડેક્ષ	હા	હા
ગ્રેડેડ ઈન્ડેક્ષ	ના	હા

હાલ વિશ્વમાં ટેલિફોન અને ડેટા ટ્રાન્સફર માળખું એ પ્રકાશીય તાંતણા દ્વારા જુદી જુદી ક્રિયાઓ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. મહત્ત્વની ટેલિફોનિક સેવાઓ માટે સમ અક્ષીય અને ઉચ્ચ આવર્તન વાયરની જોડીના વિકલ્પ તરીકે પ્રકાશીય તાંતણાનું જોડાણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. કેટલીક વર્તમાન ક્રિયાઓ નીચે મુજબ છે.

- ❖ સમુદ્રની અંદર વાયર
- ❖ શહેરો વચ્ચેના આંતરિક જોડાણો
- ❖ મહાનગરોમાં કચેરીઓ વચ્ચેનું જોડાણ
- ❖ ટેલિવિઝન સામૂહિક એન્ટેના જોડાણ
- ❖ અત્યંત ઝડપી માહિતીનું આવાગમન
- ❖ મહાનગર વિસ્તાર અવાજ/માહિતીનું માળખું
- ❖ સ્થાનિક વિસ્તારનું માળખું

વધારાના પ્રકાશીય પ્રત્યાયનમાં શૂન્યાવકાશનો માધ્યમ તરીકે ઉપયોગ થાય છે. જ્યારે ખુલ્લા ભાગમાં પ્રકાશ કિરણ મોકલવામાં આવે અને અડચણ ન હોય તો અંતીમ સુધી પહોંચે છે. એ માટે જરૂરી છે કે પ્રત્યાયન કરનાર બંને એકબીજાને જોઈ શકે અને વચ્ચે અડચણ ન હોય. આ પ્રકારના પ્રત્યાયનને LOS (લાઈન ઓફ સાઈટ) કહે છે. એવું બને કે બંને લોકો એકબીજાને ખુલ્લી આંખે ન જોઈ શકતા હોય પરંતુ તેમની વચ્ચે અવરોધ ન હોવો જોઈએ જેને આપણે LOS ને વીજચુંબકીય LOS કહી શકીએ.

4.2.3 રેડિયો પ્રત્યાયન (Radio Communication)

મોજાંના સ્વરૂપે વીજચુંબકીય શક્તિનું વિકીરણ વાતાવરણના માધ્યમથી સામાન્ય રીતે ખુલ્લી આંખે જોઈ શકાતું નથી અને મનુષ્યના કાન વડે સાંભળી શકાતા નથી. રેડિયો અને ઉપગ્રહ બંને પ્રત્યાયનમાં માહિતીના આદાન પ્રદાન માટે વીજ ચુંબકીય તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે. રેડિયો પ્રસારણ અને મોબાઈલ ટેલિફોન એ રેડિયો પ્રત્યાયનનાં ઉદાહરણ છે. રેડિયો તરંગોની ... થી ... ની તરંગ લંબાઈમાં રેડિયો તરંગો એક સ્થળેથી બીજા સ્થળે માહિતી પ્રત્યાયન કરવા વપરાય છે. જરૂરિયાત મુજબ કુલ અર બેન્ડ શ્રેણીમાં રેડિયો તરંગોનું વિભાજન કરવામાં આવ્યું છે.

- ❖ ગ્રાઉન્ડ વેવઝ
- ❖ ટ્રોયોસ્કેટર વેવઝ
- ❖ સ્કાય વેવઝ
- ❖ લાઈન ઓફ સાઈટ વેવઝ

રેડિયોની તીવ્રતાના સૌથી નીચેના તરંગો મેદાની તરંગો છે. તે તેના ફેલાવા વખતે ભૂમિ ભાગને અનુસરે છે. અવકાશમાં 500 કિમી સુધી ફેલાયેલું વાતાવરણ ત્રણ પડ ધરાવે છે. ટ્રાપોસ્ફીયર નીચે, સ્ટ્રેટોસ્ફીયર મધ્યમાં અને આયનો સ્ફીયર સૌથી ઉપર. ચોક્કસ શ્રેણીના રેડિયો તરંગોને ટ્રાપોસ્ફીયરમાં વિખેરાય છે અને પરિણામે ત્યાં ફેલાય છે. તેમને ટ્રાંપોસ્ફીયર મોજાઓ કહે છે. ઉચ્ચ તીવ્રતાવાળા તરંગોની બીજી શ્રેણી આયનોસ્ફીયર દ્વારા પૃથ્વી તરફ પરત મોકલવામાં આવે છે જે આકાશી મોજા તરીકે ઓળખાય છે. આકાશી મોજાની ઉપરના રેડિયો તરંગો ઉપર વાતાવરણની અસર થતી નથી અને તે તેમાંથી પસાર થઈ જાય છે. તે પ્રત્યાયન માટે LOS ની જરૂર પડે છે. 3HGZ to 30 GHZ ની શ્રેણીની તીવ્રતા માઈક્રોવેવ તીવ્રતા ગણાય છે. આ શ્રેણીમાં ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રત્યાયન પ્રણાલી માઈક્રોવેવ રેડિયો કહેવાય છે. માઈક્રોવેવ રેડિયોને LOS ની જરૂર પડે છે. જેથી બે માઈક્રોવેવ ટાવરને પૃથ્વીની ગોળાઈ ધ્યાનમાં રાખી યોગ્ય અંતરે મૂકવામાં આવે છે. રેડિયો પ્રત્યાયન પ્રણાલીમાં બે માપદંડ અગત્યના હોય છે. મોકલવામાં આવતી શક્તિ (પાવર) અને પ્રાપ્ત કરનારની મહત્તમ

સંવેદનશક્તિ એટલે ઓછી તીવ્રતાવાળા સંકેતોને શોધી કાઢવામાં રહેલ છે. ઉદાહરણ તરીકે જો મોબાઈલના સાધનમાં ઉચ્ચ સંવેદનશીલતા હોય તો વધુ અંતર સુધી સારી રીતે તરંગો ઝડપી લે છે.

મોકલનાર યંત્રમાં જ્યાં સુધી સંજ્ઞા હોય છે ત્યાં સુધી મોટેભાગે વિદ્યુત શક્તિ સ્વરૂપે હોય છે. રેડિયો ટ્રાન્સમીશન માટે આ વીજ તરંગોને વિજ ચુંબકીય તરંગોમાં ફેરવવા આવશ્યક છે. આ ક્રિયા યોગ્ય રીતે બનાવેલા એન્ટેના કે એરીયલ દ્વારા કરવામાં આવે છે. જ્યારે ઉચ્ચ તીવ્રતાવાળા વિદ્યુતીય તરંગો મોકલવા માટેના તરંગોનું વિકીરણ કરે છે જે વીજતરંગો જેવા જ દેખાવે હોય છે. આ તરંગો જ્યારે પ્રાપ્ત કરનાર એન્ટેના મેળવે છે ત્યારે તે વીજચુંબકીય તરંગોનું રૂપાંતર વીજતરંગોમાં થઈને રીસીવર સેટના જોડેલ દોરડા પ્રાપ્ત કરે છે. એન્ટેના વિવિધ પ્રકારના હોય છે. દા.ત. ડીશ, ડાઈપૌલ, રહોમ્બીક અને ઓમ્ની ડાઈરેકેશનલ એન્ટેના.

4.2.4 ઉપગ્રહીય સંચાર (Satellite Communication)

ઉપગ્રહ પ્રત્યાયનમાં પણ સ્ત્રોત સંજ્ઞાના વાહક તરીકે માઈક્રોવેવઝનો ઉપયોગ થાય છે. માઈક્રોવેવ વાહકનો ઉપયોગ કરી મેદાની કેન્દ્ર પરના ઉપગ્રહ પર સંજ્ઞાને મોકલવામાં આવે છે. જેને અપલીંક કેરીયર કહે છે. ડાઉનલીંગ કેરીયરની મદદથી ઉપગ્રહ પ્રાપ્ત કરેલ સંજ્ઞાને પુનઃ મેદાન (પૃથ્વી) તરફ જુદા જુદા વાહકની મદદથી મોકલે છે. ઉપગ્રહ પ્રત્યાયન ટીવી, રેડિયોના પ્રસારણમાં અને ટેલિફોનની સેવામાં ઉપયોગી છે. ટીવીના સ્ટુડીયોમાંથી અપલીંક દ્વારા ઉપગ્રહને જે માહિતી મોકલાય તે ડાઉનલોડ ટ્રાન્સમીશન દ્વારા કેબલ સંચાલકો ઝડપે છે અને ટીવીના યંત્રોને વહેંચે છે. ઉપગ્રહ એક મોટા માઈક્રોવેવ રીપીટર તરીકે આકાશમાં વર્તે છે. તે અપલીંગ સંકેતોને મેળવે છે, તેના અવાજને ગાળે છે, શુદ્ધ સંકેતોને વિસ્તૃત કરે છે અને પૃથ્વી પર યોગ્ય તીવ્રતામાં પરત મોકલે છે. ઉપગ્રહમાં રહેલ ટ્રાન્સપોન્ડર દ્વારા અવાજ ગાળવાની, સંજ્ઞા વિસ્તૃત કરવાની અને તીવ્રતા પરત કરવાની ક્રિયા કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે વિવિધ કાર્યક્ષમતાવાળા ઘણા ટ્રાન્સપોન્ડર ઉપગ્રહમાં હોય છે. (ભારતીય રાષ્ટ્રીય ઉપગ્રહ પ્રણાલી - 2) ની શ્રેણીના ઉપગ્રહમાં 18 ટ્રાન્સપોન્ડર છે. દરેક ક્ષણે આ દરેક ટ્રાન્સપોન્ડર 10,600 ટેલિફોન કોલ વહન કરી શકે છે. કોઠા 4.4 માં બતાવ્યા પ્રમાણે હાલ 3 તીવ્રતાવાળા બેન્ડ ઉપગ્રહ પ્રત્યાયનમાં વપરાય છે. બેન્ડમાં ઉચ્ચ તીવ્રતા અપલીંક અને નીચી તીવર્તા ડાઉનલીંક માટે વપરાય છે.

કોઠો 4.4 ઉપગ્રહ તીવ્રતા બેન્ડ અને શ્રેણી

નામ	અપલીંક શ્રેણી	ડાઉનલીક શ્રેણી
C - બેન્ડ	**5.9-6.5 HGz**	**3.7-4.2 HGz**
Ku - બેન્ડ	**10.4-14.5 GHz**	**10.9-11.7 GHz**
La - બેન્ડ	**27.5 - 31.0 HGz**	**17.7 - 21.2 HGz**

ઉપગ્રહના Line of Sight સાથેના બધા જ પ્રાપ્ત સ્ટેશનો અને ઉપગ્રહ થકી આ બધા જ સ્ટેશનો ડાઉનલીંક સીગ્નલ મેળવી શકે છે. પ્રસારણ સંચાર પધ્ધતિની જેમ ઉપગ્રહ કુદરતી રીતે કાર્ય કરે છે. ઉપગ્રહ અને પૃથ્વીના સ્ટેશનો વચ્ચે LOS મેળવવા તે જરૂરી છે કે ઉપગ્રહ 24 કલાક પૃથ્વીના વિભાગ ઉપરથી વિદ્યુત ચુંબકીય રીતે જોઈ શકાય. અવકાશ મંડળમાં પૃથ્વીની સપાટીથી 36000 કિ.મી. ઉપગ્રહને મોકલીને આ સિદ્ધિ પ્રાપ્ત કરી શકાય. આ પરિભ્રમણમાં ઉપગ્રહ અને પૃથ્વીની વચ્ચેની સંબંધિત ગતિ શૂન્ય અને જ્યારે ઉપગ્રહ પૃથ્વી ઉપરથી દેખાય છે ત્યારે તે સ્થિર લાગે છે. ઉપગ્રહ સંચારના રસપ્રદ દષ્ટિકોણ મુજબ સંચારનું મૂલ્ય સ્ત્રોત અને પહોંચના અંતર વચ્ચે તે સ્વતંત્ર હોય છે. એ ગૌણ બાબત છે કે પહોંચની જગ્યા 10 કિમી છે કે 5000 કિમી સ્ત્રોતથી દૂર હોય અને એક ઉપરની લીંક અને એક નીચેની લીંકની ફેરબદલમાં ઉપગ્રહના સંદર્ભમાં શું સામેલ હોય છે. માઈક્રોવેવ રેડિયો અથવા ઓપ્ટીકલ ફાઈબરના સંચારના સ્વરૂપમાં બીજા કયા છે તે જરૂરી નથી પણ તેની સાથેનું અંતરનું મૂલ્ય કેટલુ વધારે છે તે મહત્ત્વનુ છે. પરિણામે લાંબા અંતરના સંચાર માટે ઉપગ્રહ વધુ ખર્ચાળ છે. સમાંતર અંતરે દરિયાઈ સપાટીએ તરંગો બેવડાય છે. તેના કારણે ઉપગ્રહ સંચાર મોડા સામેલ થાય છે ઉપગ્રહને લગભગ 72000 કિમી મોકલવામાં આવે છે તો પણ તેના તરંગોમાં સ્ત્રોત અને નિર્દેશ સ્થાન વચ્ચે થોડા કિમીનું જ અંતર રહે છે. અવકાશ મંડળના ઉપગ્રહો જેવાં કે ચંદ્ર, સૂર્ય અને બીજા અવકાશી ગ્રહોના આકર્ષણને કારણે ઉપગ્રહના પરિભ્રમણમાં ઘણી વખતે મુશ્કેલી ઊભી થાય છે અને તેના આવા પ્રવાહોને કારણે પૃથ્વી ઉપર આની અસરો થાય છે. આ બાબતની અસરોમાંથી બહાર આવવા માટે ઉપગ્રહના બોર્ડ ઉપર Attitude and orbit control system (AOCS) કાર્યમાં ઈંધણના વપરાશ અને જે ઈંધણ તેમાં હોય તે ઉપગ્રહના જીવનકાળ માટે આ બે પાસાંઓ તેનો જીવનકાળ નક્કી કરે છે. આ સિવાય તેમાં બીજા કારણો જેવા કે બેટરી લાઈફ અને સૌર ઊર્જા વિગેરે

પણ જવાબદાર છે. દરેક તત્કાળ સમયે તે ઈંધણના વપરાશમાં તે બંને ખર્ચાળ સાબિત થાય છે. તેમાં તે ચોક્કસ ઉપગ્રહની સપાટીને ભ્રમણની જગ્યાએ દરેક સમયે સામેલ થાય છે. ઉપગ્રહને જમીનના તટ અને વિષવવૃત્તના તટ તરફ નમેલું રાખીને કે જે પૃથ્વીના વિષવવૃતના ખૂણે ઢળેલું રાખીને અને તે તેના મૂળ સ્થાનથી અંતરે થાય છે. ઈંધણનો સંગ્રહ દ્વારા ઉપગ્રહના જીવનકાળને વધારવામાં આવે છે અને આ માટે તે ઉપયોગી પુરવાર થાય છે. આ બાબતમાં ઉપગ્રહ geosynchronous તરીકે ઓળખાય છે. દા.ત. પૃથ્વીની જેમ જ આ તેની પરિભ્રમણની કક્ષા હોય છે પણ એમાં શૂન્ય વગરની ગતિ હોવાની શક્યતાઓ રહેલી છે પણ તે સાચી રીતે સ્થિર નથી હોતું સ્થિર. હોય તેવા ઉપગ્રહ હંમેશા geosynchronous હોય પણ તેનાથી ઉલટું હંમેશા સત્ય હોય તે જરૂરી નથી. ભારતીય ઉપગ્રહ INSAT-IC નું કાર્ય એવી રીતે કરવામાં આવે છે. જેથી તેના ઈંધણને બચાવી શકાય. geosynchronous ઉપગ્રહોની બાબતમાં જમીન સ્ટેશનોના એન્ટેના પાસે એવી ક્ષમતા હોવી જોઈએ કે જેથી તેને સાધારણ રીતે ઉપગ્રહ તરફ વાળી શકાય.

◆ **સ્વ - અધ્યયન**

1. કોઈ એક દૂરસંચાર પ્રત્યાયન પદ્ધતિમાં ઉપગ્રહની લીકનો ખર્ચ રૂા. 2.50 એક મિનીટના એપ્લીકેશન બનાવવા માટે થાય છે અને આવી જ એપ્લીકેશન માટે ઓપ્ટીકલ ફાઈબર પદ્ધતિમાં રૂા. 0 પ્રતિ કિ.મી. પ્રતિ મિનિટના થાય છે. આ બાબતે સ્રોત પહોંચ અને તેનાં અંતર વડે નક્કી કરો કે કઈ ઉપગ્રહ પ્રત્યાયન પદ્ધતિ ઓછી ખર્ચાળ છે.

જવાબ :

(1) ઉપગ્રહ પ્રત્યાયનનો ખર્ચ સ્રોત અને પહોંચથી સ્વતંત્ર હોય છે. જ્યારે ઓપ્ટીકલ ફાઈબર પ્રત્યાયનમાં સીધી રીતે અંતરને ધ્યાનમાં રાખવામાં આવે છે.
આપણે break even ના અંતર માટે × કિમી. ગણીએ તો આપણને 2.5 બરાબર = 0.0005 × મળે.
× 2.5/0.0005 = 500 કિમી

આથી ઉપગ્રહ પ્રત્યાયન ઓછો ખર્ચાળ 500 કિમી ના અંતર માટે સાબિત થાય છે.

4.3 સિગ્નલ (મોજાં) અવાજનો ઘટાડો (SIGNAL, NOISE AND ATTEN)

સીગ્નલ, અવાજ અને ઘટાડો એ ત્રણેય પ્રત્યાયન પધ્ધતિના પાયાના તત્ત્વો છે. પ્રત્યાયનના સંદર્ભમાં આપણે આ વિભાગમાં ત્રણેય તત્ત્વોની ચર્ચા કરીશું જે મહત્વપૂર્ણ ભાગ ભજવે છે.

4.3.1 સિગ્નલ (મોજાં) (Signal)

સીગ્નલ એટલે એક વીજકીય અને ચુંબકીય માત્રા છે જે સમય સાથે બદલાય છે. X-axis નો ગ્રાફ સમય બતાવે છે સીગ્નલ જેવા ચિત્રમાં દેખાય છે એવી રીતે આપેલ છે. સીગ્નલએ સમય સાથે છે અથવા તો ન પણ બદલાય. સમય સીગ્નલના તરંગો થોડાક સમય પછી ફરીવાર આવે છે. પ્રત્યાયન હંમેશા એક સમયથી બીજા સમયના તરંગ માટે સરખા છે. t ની સંખ્યા આપે છે ફરીથી એક સેકન્ડમાં થાય છે. સમય એ સેકન્ડમાં છે. આ વસ્તુને આવૃત્તિ તરંગ કહેવામાં આવે છે. 1 આવૃત્તિ એટલે કે એક પરિભ્રમણ કરતા એક સેકન્ડ લાગે. તેનો એકમ Hertz કહેવાય કારણ કે તે Hertz નામના જર્મન વૈજ્ઞાનિક જે પ્રત્યાયન વૈજ્ઞાનિક હતા તે શોધ્યું હતું.

સીગ્નલને પ્રત્યાયનમાં પૂરતુ કરવા માટે પૂરતો સમય લાગે છે. જે પૂરતો સમય લેવામાં આવે તેને Hertz કહેવાય. વધારાનો સમય જે ઓછો હોય તેને Propagation dely કહેવાય. પ્રત્યાયનમાં dely ની જરૂર પડે અને ના પણ પડે. Max well નામના બ્રિટીશ મનોવૈજ્ઞાનિકે સૌ પ્રથમ શોધ્યું હતું કે તરંગ પ્રકાશની ગતિએ અંતર કાપે છે. આ સમજવા તરંગને આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

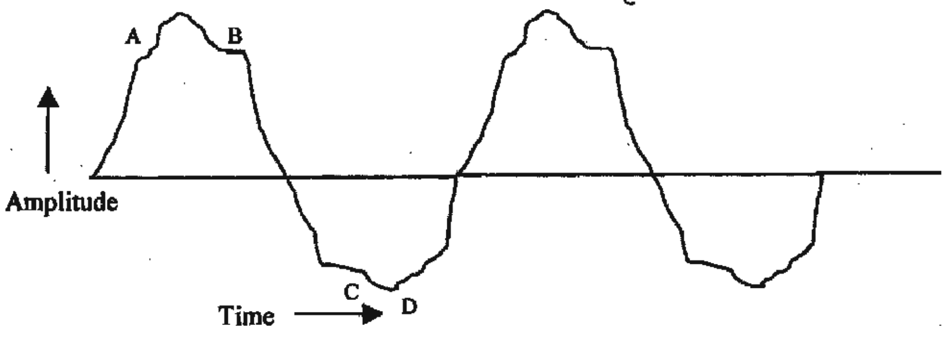


Fig. 4.2 : A periodic signal

A,B,C,D સીગ્નલ દર્શાવેલ છે પહેલા Point A આવે પછી B આવે C અને D આવે. Point P ને આ આકૃતિમાં ધારી આ સીગ્નલ આકૃતિ દર્શાવેલ છે. જ્યારે પણ A point P સુધી પહોંચે ત્યાં સુધીમાં B,C and D એ થોડુક અંતર કાપ્યુ હશે અને ગમે તે જગ્યાએ અવકાશમાં ઉત્પન્ન જથ્થાથી P ની વચ્ચે હશે. જો આપણે આ બધા point એક સીગ્નલમાં ધારીએ તો તરંગ અવકાશની અંદર થોડીક જગ્યા લેશે અને આપણે તરંગ લંબાઈ કહીશું. સીગ્નલ લંબાઈ અને આવૃત્તિ એ ગતિનો સંબંધ ધરાવે છે એવું દર્શાવે છે.

Fx = C માં C એ પ્રકાશની ગતિ છે તેની અચળ કિંમત 3.108 મીટર/સેકન્ડ છે. આ સમીકરણમાં દર્શાવેલ છે. આવૃત્તિ અને તરંગ લંબાઈ એકબીજાના વ્યક્ત પ્રમાણમાં છે જો આવૃત્તિ વધારે તો તરંગ લંબાઈ નાની હોય અને તે જ પ્રમાણે ઉલ્ટાવી શકાય.

4.3.2 શુદ્ધ તરંગો (Pure Waves)

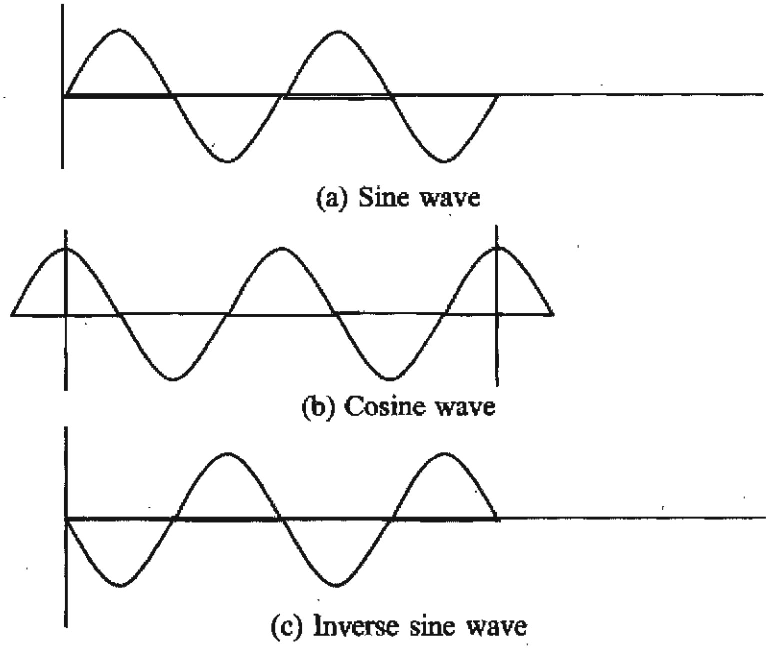
કોઈ ચોક્કસ પ્રકારના તરંગો કે જેના માપનમાં વિવિધતાનું લક્ષણ છે જે sin અને Cos જેવા ત્રિકોણમીતિ કાર્યોમાં બદલાય છે. આ પ્રકારના તરંગોને શુદ્ધ તરંગો કહેવાય છે તે ગાણિતીય રીતે રજૂ કરી શકાય છે. લગભગ બધા પ્રત્યાયનમાં આ પ્રકારના તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે. દા.ત. Carrier Singal ઉપયોગમાં આવે છે ત્યારે શુદ્ધ તરંગોના સ્વરૂપમાં હોય છે. અત્યારે લાંબા સમયથી વિદ્યુત સરકીટમાં આ પ્રકારના તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે. એસીલેટર, ફિલ્ટર, એમ્પ્લીફાયર આ પ્રકારના તરંગો ઉપર કામ કરવા માટે તૈયાર કરવામાં આવે છે. પ્રકાશ ઊર્જા કોઈપણ આવેલી આવૃત્તિ એ શુદ્ધ તરંગો છે આ પ્રકારના શુદ્ધ તરંગો પ્રત્યાયનમાં મહત્વનો ભાગ ભજવે છે.

$V = Vm \, Sin\,(2\pi ft)$

VATION

$V = Vm \, Cos\,(2\pi ft)$

Sin and Cos ના કાર્યોને degree તરીકે ચર્ચામાં લેવાય છે તેની માત્રા રેડિયનમા હોય છે F = 1/T આ પ્રકારે બધા જ શુદ્ધ તરંગો પોતાની રીતે દરેક 2π રેડિયને બદલે છે અને સમયને અનુરૂપ હોય છે. Sin કાર્યની રેન્જ 0 થી π અને Cosin કાર્યની રેન્જ 0 થી $\pi/2$ અને $3\pi/2$ થી 2π . Sin અને Cosine વચ્ચેના સંબંધ જુદા જુદા હોય છે. જે આકૃતિ 4.3 માં દર્શાવેલ છે.



(a) Sine wave

(b) Cosine wave

(c) Inverse sine wave

Fig. 4.3 Sine, Cosine and Inverse sine wave paltern

Sine અને ઉલટ Sin વચ્ચે or 180^0 તરંગો છે અલગ અલગ મૂલ્યના તબક્કા દ્વારા રજૂ તરંગોનો જથ્થો Sine તરંગમાં ફેરબદલ થાય. હવે આપણે કહી શકીએ કે શુદ્ધ તરંગો માપનના લક્ષણો ધરાવે છે જેવા કે વધારેમાં વધારે વિશાળતા, આવૃત્તિ અને તબક્કા.

Table 4.5 Some sine and cosine Function values

Time	Degrees	Randoms, x	Sin x	Cos x
0	0	0	0	1
T/12	30	$\pi/6$	0.5	0.866
T/8	45	$\pi/4$	0.707	0.707
T/6	60	$\pi/3$	0.866	0.5
T/4	90	$\pi/2$	1	0
T/3	120	$2\pi/3$	0.866	-0.5
3T/8	135	$3\pi/4$	0.707	-0.707
5T/12	150	$5\pi/6$	0.5	-0.866
T/2	180	π	0	-1
3T/4	270	$3\pi/2$	-1	0
T	360	2π	0	1

4.3.3 જટિલ મોજાઓ (Complex Signals)

જટિલ સીગ્નલ એટલે એવા પ્રકારનું કે જેમાં સરળ કાર્યો ન થઈ શકે. હવે આપજો ગાણિતીક વિચારણા જટિલ સામાયિક સીગ્નલના સંદર્ભમાં જોઈશું. આ વિચારસરણી મૂળભૂત રીતે પ્રત્યાયન પદ્ધતિમાં મહત્ત્વની છે. ફ્રેન્ચ ગણીતશાસ્ત્રી Fourier ના કારણે ગણિતમાં Fourier anlyasis જાણીતું છે. Fourier બતાવે છે કે કોઈપણ સામયિક તરંગો નિયંત્રિત રીતે વર્તી g (t) રજૂ કરે છે શરૂઆતની શૃંખલા દ્વારા અને તે સૂચિ A બનાવે છે અને Sine અને Cosine શબ્દના sum દર્શાવે છે જે આકૃતિ 4.4 દર્શાવેલ છે.

$$g(t) = A + \sum a_n \text{Cos}(2\Pi nft) + \sum b_n \sin(2\Pi nft)$$

A, a_n and b_n $\sum a_n$ Fourier Coefficents કહેવાય છે. f એ તરંગોની મૂળભૂત આવૃત્તિ છે અને nf એ તરંગોની આવૃત્તિ n-th સાથે સુમેળ સાધે છે : સુમેળ આવૃત્તિએ મૂળભૂત આવૃત્તિના સંપૂર્ણ ગુણો છે. Fourier પરિણામરૂપી કહે છે કે કોઈપણ જટિલ સીગ્નલ એ બે અથવા બે થી વધારે શુદ્ધ તરંગોનું જોડાણ છે. Fourier analysis દર્શાવે છે કે કોઈ પણ જટિલ તરંગો શુદ્ધ તરંગોનો તત્ત્વોના મૂલ્યાકંનથી સરળ રીતે અભ્યાસ કરી શકાય. જટિલ પ્રત્યાયન પધ્ધતિમાં મોટાભાગના પ્રત્યક્ષ તરંગો નાશ પામે છે અને તે માટે Fourier analysis ની મદદ વગર તેને ટકવું કે ચલાવવું શક્ય નથી.

4.3.4 અવાજ (Noise)

દરેક પ્રત્યાયન પદ્ધતિમાં બાહ્ય અને આંતરિક બંને સ્રોતો તરફથી ખલેલની શક્યતા છે. દા.ત. જયારે બે વ્યક્તિ વાત કરતા હોય અને વિમાન ત્યાંથી પસાર થાય તો તેની વાત પર અસર થાય છે. આને બાહ્ય ખલેલ કહે છે, અને જો વ્યક્તિ બોલતો હોય અને ખાંસી આવે અને તેના બોલવામાં અંતરાશ આવે તો તેને આંતરીક ખલેલ કહેવાય છે. કોઈપણ સીગ્નલમાં ખલેલ અને આંતરિક હોય કે બાહ્ય તેને અવાજ કહે છે. પરમાણુ સ્તરે વિશ્વ સતત ઉશ્કેરાટમાં હોય છે. આ ઉશ્કેરાટ કે ઉત્તેજના એ એવો સ્રોત છે જેને અવાજ સાથે ખાસ વિદ્યુત અને ઈલેટ્રોનીક પ્રત્યાયન સાધનોનો સુમેળ હોય છે. તેથી એવું કહી શકાય કે જ્યારે સીગ્નલ પ્રત્યાયન પધ્ધતિ દ્વારા એક છેડે થી બીજો છેડે જતું હોય, તો તેને અવાજની અસર થાય છે. કાં તો પોતાના મોંએ ઉત્પન્ન થયેલ અવાજ અથવા બહારની પધ્ધતિમાંથી ઉદ્ભવેલ અવાજની અસર થતી હોય છે. અવાજને અલગ અલગ શક્તિ સ્વરૂપમાં દર્શાવી શકાય સર્વ સામાન્ય અવાજના સ્વરૂપને ધ્વનિ શક્તિ સ્વરૂપમાં ગણતરીમાં લઈ શકાય. સીગ્નલની અસરમાં

અવાજએ સીગ્નલમાં સમાન શક્તિ સ્વરૂપે છે. દા.ત. વિદ્યુત સીગ્નલને માત્ર વિદ્યુત અવાજથી જ અસર થતી હોય છે નહીં કે Optical Noise અસર થતી હોય. તેવી જ રીતે ઓપ્ટીકલ અને વિદ્યુત ચુંબકીય સીગ્નલમાં પણ એ જ પ્રકારે થતું હોય.

અવાજ વિશ્વાસપાત્ર સીગ્નલમાં ફેરબદલને અસર કરે છે સીગ્નલ પાવર એ અવાજ પાવર કરતા વધારે પ્રબળ હોય તો અવાજની કોઈ યોગ્ય સીગ્નલ પર અસર નથી થતી એ સારો પ્રત્યાયન પધ્ધતિનો દાખલો છે. સિગ્નલ પાવર P_s ની અવાજ પાવર P_n માં સરેરાશ હોય તો પ્રત્યાયન પદ્ધતિમાં ઉત્તમ સૂચિ કાર્ય કરી શકે. જ્યારથી સિગ્નલ પાવરના મૂલ્ય મુજબ તેની માત્રા Noise પાવર કરતાં વધારે હોય છે. આ સરેરાશ SNR ના સ્વરૂપમાં સૂચવે છે અને તેને લઘુગુણક માપના આધારે અને તેના ઉપયોગ દ્વારા નીચે મુજબ નક્કી કરી શકાય.

SNR = 10 log (P_s/PN) decibles (dB)

SNR સરેરાશ લાવે છે. એ ફક્ત આંકડો છે અને તેનું કોઈ માપ જેમ કે લંબાઈ કે સમય હોતા નથી. આમ છતાં આ માપવા માટેના એકમને Bell or Alexander Graham Bell એ આપેલો છે કે જેણે સૌ પ્રથમ વખત ટેલિફોનનું ડેમોસ્ટ્રેશન કરેલ પ્રત્યાયન પદ્ધતિમાં આ દ્વારા સિગ્નલ અને અવાજના પાવરને માપી શકાય છે. bel એક એકમ ગણી શકાય. decible, (1 Bel = 10 Decibles) ને SNR ને માપવા માટે માનાંક એકમ તરીકે માન્ય રાખેલ.

4.3.5 ઘટાડો કરવો (Attenuation)

જ્યારે સિગ્નલોને કોઈ માધ્યમ દ્વારા ફેરવવામાં આવે છે ત્યારે સિગ્નલ માટેની શક્તિ વપરાય છે અને ત્યારે સિગ્નલનો પાવર ઓછા થાય છે. દા.ત. કોઈની વાત આપણે ત્યારે જ સાંભળી શકીએ જ્યારે અમુક નક્કી અંતરે જ્યારે બોલવાની શક્તિનો હવામાં બદલાવ થાય આમ સિગ્નલમા ઘટાડાને કે તેની શક્તિના ઘટાડા કે જેની ફેરબદલ કોઈ માધ્યમ કે સાધનો વડે થાય છે તે ઘટાડો કે attenuation કહેવાય છે. લગભગ દરેક પ્રત્યાયન માધ્યમના ગુણધર્મોમાં ઘટાડો જે સિગ્નલો લઈ જવામાં આવે છે તેમાં કરવામાં આવે છે. બીજા શબ્દોમાં માધ્યમો સ્વાભાવિક રીતે તેના ગુણધર્મ પ્રમાણે નુકશાનકારક હોય છે. નફાકારક માધ્યમો આજના સમયમાં જાણીતા નથી. આના પરિણામે અંતર મર્યાદા આવી જાય છે. જ્યારે સિગ્નલ કે આપેલી શક્તિ તેનો ફેરબદલ કોઈ માધ્યમમાં કરે છે. આનાથી વધારે કહીએ તો આ અંતરમાં સિગ્નલ પાવર ઘણો જ ઓછો છે. તેથી તે સિગ્નલની ઉપસ્થિતિ શોધી શકતા નથી. કદાચ સિગ્નલોને આનાથી વધારે અંતર ઉપર લઈ જવાવનામાં આવે તો તે અતિ જરૂરી છે કે આવા સમયે સિગ્નલને વધુ શક્તિશાળી બનાવવા જોઈએ. ઉદા. કોઈ બોલીને કે વાત ને લાંબા અંતરે પહોંચાડવા માનવ સાંકળ દ્વારા એક એક ને યોગ્ય જગ્યાએ મુકીને મોકલી શકાય. એક છેડે શું બોલાય છે તે વચ્ચેના લોકો થકી આગળ જાય છે અને જ્યાં સુધી બીજા મેળવનારના સ્થાન સુધી પહોંચે ત્યાં સુધી આ પ્રમાણે ચાલે છે. આ બાબતમાં વચ્ચેના લોકોનું કાર્ય શક્તિનું કે જે નાના પણ શોધી શકાય તેવા સિગ્નલો કે જે તેમના સુધી પહોંચાડે છે. જ્યારે સિગ્નલ વચ્ચેના લોકો પણ નોઈસને તેમાંથી બાદ કરીને કે જે આવનારા સિગ્નલ હોય છે તેમાંથી બાદ કરીને આગળ શુદ્ધ અને ચોખ્ખા સિગ્નલને બીજા વચ્ચેના માણસ સુધી પહોંચાડે છે. ઈલેટ્રોનીક્સ પ્રત્યાયનમાં આવા વચ્ચેના લોકોને repeaters કહેવામાં આવે છે.

વિભાગ 4.3.4 માં આપણે શીખ્યા કે decible (dB) તેનુ પ્રતિનિધિત્વ 10 વખત લઘુગુણક તેના સરેરાશ સિગ્નલ પાવરની નોઈસ પાવર સુધીનો હોય છે. ગણિતશાસ્ત્રમાં કહીએ તો dB તેનું પ્રતિનિધિત્વ કોઈ બે પ્રકારના પાવરની સરેરાશ મુજબ હોય છે અને આ માટે જરૂરી નથી કે તે સિગ્નલ અને નોઈસ હોય. આ સત્યને ઘટાડાને માપવા માટે પણ dB નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ઘટાડો A dB આ પ્રમાણે નીચે મુજબ કરી શકાય.

A= 10 log (PR/PT) dB

જ્યારે PR = સિગ્નલ પાવર મેળવનાર માટે અને PT = સિગ્નલ પાવરને મોકલનાર માટે વપરાય છે. ઘટાડાના પ્રમાણમાં PT કરતાં PR પ્રમાણમાં નાના હોય છે. PR/PTમાં એકતા નથી હોતી અને તેના લઘુગુણક પણ નકારાત્મક હોય છે. આની બનાવટ પ્રત્યાયન માધ્યમના ઘટાડાની જેમ જ હોય છે અને આને શક્તિશાળી બનાવવાનું કામ પણ dB દ્વારા કરવામાં આવે છે. આથી dB એ પ્રત્યાયન માટે તેના માપન માટે ખૂબ જ મહત્વનું પુરવાર થાય છે.

◆ **સ્વ અધ્યયન**

(2) સીગ્નલની 200 KHz જેમ મૂળભૂત આવૃત્તિ આપેલ છે તો તેના સમય, તરંગો લંબાઈ, તેની 5 મી સુમેળ આવૃત્તિની ગણતરી કરો.

(3) SNR નાનું કે મોટું હોવું જોઈએ ? સારી પ્રત્યાયન પદ્ધતિ માટે તે બાબત તમારો જવાબ કારણસહિત આપો.

(4) પ્રત્યાયન પધ્ધતિ માટે અવાજનો પાવર 0.1 અને સીગ્નલ પાવર 1w SNR ને dB માં જણાવો.

4.4 આંકડાકીય સંચાર (DIGITAL COMMUNICATION)

પ્રત્યાયન પધ્ધતિ ડિજીટલ અથવા એનાલોગ હોઈ શકે. એનાલોગ પધ્ધતિ એનાલોગ સીગ્નલને સ્વીકારી કાર્ય કરે છે અને ડિઝીટલ પધ્ધતિ ડિઝીટલ સિગ્નલ સ્વીકારીને કાર્ય કરે છે. એનાલોગ પ્રત્યાયન ઘણા સમયથી લગભગ 100 વર્ષ કે તેથી વધારે સમયથી જાણીતું છે. જ્યારે ડિઝીટલ ટેક્નોલોજી તેની તુલનામાં નવુ ગણી શકાય લગભગ 40-50 વર્ષથી અસ્તિત્વમાં છે. પહેલાં ટેલિફોનની નેટવર્ક એનાલોગ સિગ્નલનો ઉપયોગ કરતું હતું અને આજે પણ ટેલિફોન નેટવર્કનો મોટાભાગ analog થી કાર્યરત છે. એનાલોગ અને ડિઝીટલ પધ્ધતિના અલગ અલગ ભાગ હોય છે અને બંન્નેની રચના એકબીજા સાથે મળીને કામ કરે તેવી છે ડિજીટલ પ્રત્યાયન કાર્યદક્ષતા અને જવાબદારીના કારણથી analogue પ્રત્યાયનને સૂચવે છે. લગભગ બધી જ પ્રત્યાયન પધ્ધતિ ડિઝીટલ ટેક્નોલોજીમાં ફેરબદલ થઈ છે. હાલમાં ટીવી અને રેડિયો મુજબ પ્રસારણ એનાલોગમાં રહ્યું છે. છતાં પણ ડિઝીટલ પ્રસારણનો પ્રવાહ હજુ પણ છે.

એનાલોગ અને ડિઝીટલ માહિતીની પ્રસ્તુતિ એકબીજી રીતે સરખી જ છે. એનાલોગ સીગ્નલ માહિતીને સતત ચાલતા વિવિધ તરંગો તરીકે પ્રસ્તુત કરે છે. દા.ત. શુદ્ધ તરંગો વિશે એકમ 4.3.2 એનાલોગ સીગ્નલ વિશે ચર્ચા કરી. બીજી બાજુ ડિઝીટલ અલગ જથ્થામાં માહિતીને પ્રસ્તુત કરે છે આ અલગ માહિતીના જથ્થાને સંખ્યાત્મક રીતે તો 4.7 v (volts) 5.2A (ampress) and 34.5^0 C ગણી શકાય. જ્યારે point મુખ્ય વક્રરેખામાંથી જોઈ શકાય. તે સંખ્યા પણ હોય અને જથ્થો પણ. જ્યારે જથ્થામાં મુખ્ય સંખ્યા જોવાય ત્યારે તે બંને વચ્ચે સફળ કેન્દ્ર અથવા વક્રરેખા ઊભી થાય છે આ પ્રમાણેની ફેરબદલની વારંવાર જરૂર પડે છે આ ફેરબદલના સાધનને analog to digital converter (ADC) and digital to analog converter (DAC) તરીકે ઓળખી શકાય.

ડિઝીટલ માહિતીની પ્રસ્તુતિનો મહત્વનો ભાગ Sampling theorem and Coding theory છે. આ દૃષ્ટિકોણથી Unit 8, Block 2 of MLI-101 માં ડિઝીટલ માહિતી માટે ચર્ચા કરી ગયા. ટૂંકમાં, એન ધ્રુવ નમૂનાના મુખ્ય દ્વારા મોટા મૂળ તરંગો analog તરંગોમાંથી ફરી રચાઈને બની શકે છે. પછીથી પ્રતિરૂપ માત્ર પ્રત્યાયન માટે મંજૂરી આપે છે. આ પ્રતિરૂપ મુખ્ય કે જેને અલગ જથ્થામાં કોડનો ઉપયોગ કરીને દ્વિવર્તી સંખ્યાત્મક પદ્ધતિ કે જેને માત્ર બે ડિઝીટ 0 અને 1 હોય છે આવા કોડ મૂલ્યને ડિજીટલ જથ્થો કહે છે. નમૂના મુખ્ય ધબકારાના જેવું દેખાય છે. હજુ સુધી પલ્સને દ્વિવર્તી પદ્ધતિમાં કોડ કરવામાં આવ્યું છે. સંપૂર્ણ Digitalisation પ્રક્રિયાને pulse code modulation (PCM) કહે છે જ્યારે ઉપરની કોઈપણ પદ્ધતિ અપનાવવામાં આવી, કોઈપણ સીગ્નલ, વિડિયો, ઓડિયો, લખાણ, ચિત્ર જે દરેક 1 અને 0 દ્વારા પ્રસ્તુત કરવામાં આવતું અને તે આધારે માત્ર વ્યવસ્થિત પધ્ધતિની જ જરૂર રહી કે જે પ્રત્યાયન માટે 0 અને 1 થી કાર્ય કરી શકે. માત્ર બે સીગ્નલ મૂલ્યો દ્વારા તેની વિશ્વાસપાત્રતા હોઈ શકે જે ડિજીટલ પ્રત્યાયન માટે યોગ્ય છે.

પ્રત્યાયન પદ્ધતિના સીગ્નલ વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં હોય છે. થોડો ડિજીટલ જથ્થો બે અલગ અલગ Voltage Value સાથે જેવા કે OV and 5V પ્રત્યાયન પધ્ધતિમાં પ્રસ્તુત થાય છે. એક Voltage દ્વિવર્તી '1' પ્રસ્તુત કરે છે અને બીજા દ્વિવર્તી '0' પ્રસ્તુત કરે છે. જો ડિઝીટલ Voltage સ્તર સરખા હોય, દા.ત. બંને હકારાત્મક કે બંને નકારાત્મક ત્યારે તે પ્રસ્તુતિ 'unipolar' તરીકે ઓળખાય છે. બંનેનું ધ્રુવતાને આધારે સ્તર પસંદ કરવું ઈચ્છનીય છે. જેમ કે -2.5 w and +2.5 v તેમની આશરે Voltage સ્તર શૂન્ય થાય. આ પ્રકારની પ્રસ્તુતીને Bipolar (દ્વિધ્રુવીય) કહી શકાય જે વધારેમાં વધારે ઉપયોગમાં આવે છે.

ડિઝીટલ સિગ્નલને અવાજની ઓછી અસર હોય છે તેથી તે વિશ્વાસપાત્ર પ્રત્યાયન રાખી શકે છે. આજ કારણે ડિઝીટલ પ્રત્યાયનને analog પ્રત્યાયન કરતા વધારે માન્યના રખાય છે. સામાન્ય રીતે કહેવાય છે કે અવાજ એ પોતે જ analog ના મુખ્ય અવાજના આધારે ફેરબદલ થતો હોય અને તે કારણો એકમો મેળવેલ સિગ્નલ ભૂલ ભરેલા હોય છે. મહત્વની ભૂલ પ્રમાણસર રીતે ગોઠવી શકાય છે. noise level ની તુલનામાં સિગ્નલ level માટે નાની સિગ્નલ value ઘણી વધારે વાર અસર કરે છે જ્યારે બીજી બાજુ ડિઝીટલ સિગ્નલને બે અલગ અલગ સ્તર હોય છે. એકમાત્ર સીગ્નલમાં ભૂલ ઉદ્ભવતી હોય છે. જ્યારે અવાજનું સ્તર Voltage સ્તરને એકમાંથી બીજામાં બદલી શકે તેટલું તાકાતવાળું હોય. આને કોઈ ઊંચા સ્તરની જરૂર નથી. તેથી ડિઝીટલ સિગ્નલ વધારે ખરબચડું અને અવાજની ઓછી અસરવાળું છે.

◆ **તમારી પ્રગતિ ચકાસો**

(5) ડિઝીટલ પ્રત્યાયન પદ્ધતિ +2.5v and -2.5v એ દ્વિવર્તી 1 અને 0 દર્શાવવા ઉપયોગ થાય છે. ક્યાં અવાજમાં આંદોલન સ્તરની પધ્ધતિની ભૂલનું કારણ બને છે ?

નોંધ : (1) નીચે આપેલી જગ્યામાં તમારા જવાબ લખો

(2) આ એકમને અંતે આપેલા જવાબો સાથે તમારા જવાબો તપાસો.

....

....

....

....

....

....

4.5 સંચારનાં કાર્યો (COMMNICATION FUNCTIONS)

આગળ દર્શાવ્યા મુજબ માહિતીની ફેરબદલમાં સરળતા અને વિશ્વાસપાત્રતા માટે પ્રત્યાયન પધ્ધતિ ઘણા કાર્યો દર્શાવે છે. પ્રત્યાયન પદ્ધતિનું કાર્ય ફેરબદલના અંતે અને તેને અનુરૂપ ઉલ્ટુ કાર્ય મેળવનારના છેડે કરવામાં આવે છે. જે 4.6 માં દર્શાવેલ છે. જે ફેરબદલના છેડે કાર્ય કરવામાં આવે છે તે જાણીતી રીતે 'signal detection' કહેવામાં આવે છે અને જે મેળવનારના છેડે છે તેને 'signal detection' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

ટેબલ 4.6 પ્રત્યાયન પદ્ધતિના કાર્યો (Functions of a Communication System)

	Transmitting and functions	Recieving End Function
-	Singal Generation	Singal Recovery
-	Encoding	decoding
-	Modulation	Demoduclain
-	Multiplexis	Demyltiplexing
-	Time Refenenall Indication	Time reference locking
-	Transmission	Reception

Signal generation એટલે જેમ કે જે માહિતીને ફેરબદલ કરવાની છે તે સિગ્નલના સ્વરૂપમાં ફેરવવામાં આવે છે. સૌથી પહેલાં પગલારૂપી પ્રત્યાયન પધ્ધતિ છે. ડિઝીટલ પ્રત્યાયનએ એનાલોગ પ્રત્યાયન કરતા વધારે ચઢિયાતુ છે. તે તેના ગુણો અને વિશ્વસનીયતા થકી ડીજીટલ સ્વરૂપ માહિતીનું એ વિશ્વવ્યાપીરૂપ છે. વાચકોને સલાહ છે કે તેઓ એકમ - 8 વિભાગ - 2 ML - II 101 નો સંપર્ક કરે અને તેમાં માહિતીના ડિજીટલ સ્વરૂપને વિગતે જોઈ શકાશે.

Encoding or Coding તે એવી પ્રક્રિયા છે કે જે સિગ્નલને જરૂર મુજબ બદલે છે જેથી તેની વિશ્વસનીયતા અને કાર્યક્ષમતા જળવાઈ રહે. coding દ્વારા આખી પ્રત્યાયન પદ્ધતિ દરમિયાન જાળવણી કરવામાં આવે છે અને તે અલગ અલગ તબક્કે તેનું કાર્ય કરે છે.

(1) Source Coding
(2) Media Coding
(3) Channel Coding
(4) Line Coding

Source Coding એ એક એવી લાક્ષણિકતા છે કે જે સ્રોતની પ્રાપ્યતાને સરળ બનાવે છે. દા.ત. માનવીય વાત અટકે છે અને ટેલિફોનમાં વાતચીત અર્ધભાગીય હોય છે એટલે i.e. માત્ર એક વ્યક્તિ જે તે સમયે બોલી શકે છે. આ પ્રકારની બાબત ઘણી ઉપયોગી થાય છે ખાસ તો લાંબા સ્તરના ઉપયોગમાં Media Coding માટે recording માટે audio, video, text and picture ડિજીટલ સ્વરૂપમાં ફેરબદલ કરવા માટે ધોરણો બનાવે છે. Channel coding એ error ઊભી થાય કે error સુધારવાના સંદર્ભમાં ઉપયોગી થાય છે જે દ્વારા માહિતીની ફેરબદલ error free થઈ શકે અને line coding એ ફેરબદલ અને પ્રાપ્તિ એક સમય સરખા વેડાથી થાય છે. તેની માટે ખાતરીપૂર્વક ઉપયોગમાં લેવાય છે. સરકીટ ટેકનોલોજી આગળ પડતા સંકલન અને chip નો વિકાસ કરવામાં આવ્યો જે દ્વારા ચોક્કસ coding and decoding પધ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો, અને તે જ પ્રકારની chip ને Codec chips કહે છે. codec, coder and decoder માટે કામ કરે છે. Modulation (અધિમિશ્રણ) એ Source singnal મુજબ યોગ્ય અને એક અથવા વધારે લાક્ષણિકતા માટેની પસંદગીની પ્રક્રિયા છે. Demodulation એ Carrier Signal ની વૈવિધ્ય લાક્ષણિકતામાંથી source ને ખેંચી લાવવાની પ્રક્રિયા છે. Source signal ના સંદર્ભમાં signal ને ઘણીવાર baseband signal કહે છે. પ્રસારણ માટે બે સામાન્ય modulation ના સ્વરૂપ ઉપયોગી થાય છે. amplitude Modulation and Frequency Modulation ના ઘણા જાણીતા છે તેની ટૂંકાવારી તરીકે જેમ કે AM and PM. Carrier signal ની આવૃત્તિ baseband signal કરતા ઘણી ઊંચી છે. ઉપર મુજબ Modulation ને આવૃત્તિ ભાષાંતર Frequency translation ની પ્રક્રિયાની જેમ વર્ણવી શકાય.

Modulation ના ભાગની જરૂરિયાત આપમેળે જ ઉદ્ભવે છે. આવૃત્તિનો વર્ણપટ એ વિશાળ અંતર 1Hz to 10^{22} Hz માંથી રજૂ થાય છે. માનવ કર્ણ એ આવૃતિના સ્તર માટે ઘણા સંવેદનશીલ હોય છે. 20 Hz to 20kHz આ આવૃત્તિના સ્તરને audio spectrum (અવાજ વર્તાયા) તરીકે જાણી શકાય. કોઈપણ આવૃતિ જે 20HZ થી ઓછી અથવા 20KHZ થી વધારે એ માનવીય કર્ણ દ્વારા સાંભળી શકાતી નથી. રેડિયો પ્રસારણ અવાજ આવૃત્તિના ફેરબદલ જે લાંબા અંતરની હોય તે સંદર્ભમાં રજૂ કરે છે. baseband signal આ બાબતમાં i.e. audio signal થોડા સો મીટરથી વધારે આગળ વધી શકતુ નથી. બીજી બાજુ જોઈએ તો આવૃત્તિઓ AM પ્રસારવા માટે ઉપયોગી હોય છે, 550 kHz to 1600 kHz ફેરબદલ ની છૂટ હોય છે કે જે પૃથ્વીના નીચલા સ્તર અંતર કે જે 50km હોય તેનું મૂલ્ય ઘટાડ્યા વગર ફેરબદલની છૂટ હોય છે આ મુજબ carrier signal ના આંદોલનને AM પ્રસારવાના અંતરમાં modula કરવા માટે અને Module carrier ને અવકાશ આપવા માટે baseband નો ઉપયોગ થાય છે. રેડિયો પ્રાપ્તિકારને carrier આવૃત્તિમાં બંધબેસતુ ઈલેક્ટ્રોનીક પ્રાપ્તિકાર એ carrier માંથી ઉદાહરણ આપવા માટે જોઈએ તો દિલ્હી... રેડિયો સ્ટેશન... આવૃત્તિ... નો ઉપયોગ કરે છે. ડિજીટલ પ્રત્યાયનમાં 0 અને 1 ની ફેરબદલમાં નિયંત્રણની જરૂર હોય છે. ડિઝીટલ પદ્ધતિઓમાં 1 અને 0 બે અલગ અલગ વોલ્ટેઝના સ્તર દ્વારા પ્રસ્તુત થાય છે. આ વોલ્ટેઝ સ્તરોને સીધી રીતે ટેબલ ઉપર ફેરબદલ કરવા. નથી બીજી બાજુએ શુદ્ધ તરંગો ફેરબદલી માટેની ટેકનોલોજી ઘણી વિકસીત અને વિશ્વસનીય અને કાર્યક્ષમ છે. તેથી ડિઝીટલ નિયંત્રણ પદ્ધતિઓ 1 અને 0 ને બે અલગ અલગ શુદ્ધ તરંગો દ્વારા પ્રસ્તુત કરે ચે. જેના વિભાગ 4.3.2 માં જોઈ ગયા, શુદ્ધ તરંગોની ત્રણ માપી શકાય તેવી લાક્ષણિકતાઓ છે. એક અથવા વધારે માપન, અલગ અલગ મૂલ્યોની પસંદગી દ્વારા અલગ અલગ શુદ્ધ તરંગો લઈ શકાય. આ મુજબ અહીં ત્રણ ડિજીટલ નિયંત્રિત પધ્ધતિઓ નીચે મુજબ છે.

(1) Amptitude shift keying (ASK)
(2) Frequency shift keying (FSK)
(3) Phase shift keying (PSK)

ASK માં બે શુદ્ધ તરંગો સમાન આવૃત્તિ અને વિકાસના તબકકા હોય પરંતુ વધારે આંદોલનનો ઉપયોગથી અલગ હોય છે. એક આંદોલન દ્વિગુણી 1 અને બીજો દ્વિગુણી 0માંથી મળે છે. FSK એ

શુદ્ધ તરંગોની બે અલગ અલગ આવૃત્તિ સાથે અને સમાન વધુમાં વધુ આંદોલન અને વિકાસના તબક્કાનો ઉપયોગ થતો હોય છે. PSK માં બે શુદ્ધ તરંગોને સમાન આંદોલન અને આવૃત્તિ હોય છે પરંતુ અલગ વિકાસના તબક્કાનો ઉપયોગ થયો હોય છે. IC Chips and Circuits નિયંત્રિત અને અનિયંત્રિત કાર્યોને અમલમાં મૂકી વિકસીત કરે છે. આવી સરકીટને મોડમ સરકીટ અથવા માત્ર મોડેમ કહેવાય છે. પ્રત્યાયન સંચાર સ્રોતના અસરકારક અને પૂર્વ ઉપયોગી બાબત એ મૂલ્યમાં ઘટાડો છે. માહિતીને પ્રત્યાયન માધ્યમમાં લઈ જવાની ક્ષમતા સિગ્નલ માહિતી ફેરબદલ માધ્યમ કરતા ઓપ્ટીકલ કે કોપરના કેબલમાં ઘણી વધારે હોય છે. પ્રત્યાયન માધ્યમ પર, તો માધ્યમની ક્ષમતામાંનો સારો ઉપયોગ થઈ શકે. ગુણાંકન પદ્ધતિ કે જે એક સાથે એક કરતા વધારે માહિતીના ફેરબદલને એક જ સાધન વડે કરે કરે છે અને આમાં બે આધારભૂત રસ્તાઓ છે જેમાં ગુણાંકન એકવાર આવૃત્તિના ક્ષેત્રમાં અને બીજામાં ટાઈમ ક્ષેત્રમાં થાય છે. Freuency Division Multipleting (FDM) અને Time Devision Multiplexing (TDM) આ પ્રમાણે છે. ઓપ્ટીકલ સિગ્નલોને ધ્યાનમાં રાખીને એક એવી પધ્ધતિ કે જે (FDM) જેવી જ છે તે Wave Division Multiplexing (WDM) તરીકે જાણીતી છે અને ઉપયોગમાં છે. ગુણાંકન એક કરતા વધારેના ઉદાહરણ મુજબ આપણા ઘરોમાં કોએક્સીબલ કેબલનો ઉપયોગ કેબલ ટી.વી. માં કરવામાં આવે છે. તે એક ગુણાંકન કે બહુમાર્ગીયનું ઉદાહરણ છે. ફક્ત એક જ કેબલ દશ્યના સિગ્નલો ઘણી બધી ચેનલો ઉપર FDM જેવી જ છે. તે Frequence Division Multiplexing (WDM) તરીકે જાણીતી છે અને ઉપયોગમાં આવે છે. ગુણાંકન એક કરતા વધારેના ઉદાહરણ મુજબ કે જે આપમા ઘરોમાં કોએક્સીલ કેબલનો ઉપયોગ કેબલ ટી.વી.માં કરવામાં આવે છે. તે એક ગુણાંકન કે બહુમાર્ગીયનું ઉદાહરણ છે ફક્ત એક જ કેબલ દશ્યના સિગ્નલો ઘણી બધી ચેનલો ઉપર Multiplexe mode દ્વારા થઈ જાય છે.

કોઈપણ પ્રત્યાયન પદ્ધતિઓમાં ફેરબદલ કરવાવાળા અને મેળવવા વાળાએ સમય ને સમકાલીન થઈને કાર્ય કરવું પડે છે. દા.ત. જે પ્રમાણે કાર્યક્રમને આપણે ટી.વી. કે રેડિયો ઉપર જે તે સમયે આપણા ટી.વી. કે રેડિયોની ટ્યુનને તે જ્યારે કાર્યક્રમ પ્રસારીત થવાનો છે ત્યારે ફેરવવું પડે છે. બીજી બાજુ એ જોઈએ તો ફેરબદલ કરવાવાળા અને સિગ્નલ મેળવવાવાળા બંનેએ એક જ સમયે કાર્યરત રહેવું પડે છે અને ત્યારે જ માહિતીની ફેરબદલ શક્ય બને છે. આ માટે ફેરબદલ કરવાવાળા એ માહિતીના ફેરબદલ પહેલા સમય નક્કી કરવો પડે છે અને મેળવનાર તે નક્કી સમયને સિગ્નલો મેળવવા માટે લોક કરે છે. પ્રત્યાયન પદ્ધતિ એ પેરબદલ અને પ્રાપ્તિકારની વચ્ચે સમય સંદર્ભ બે પ્રકારે સ્થાપે છે. asychronounus અને Synchrounous પ્રત્યાયન પ્રક્રિયાનો મહત્ત્વનું અને છેલ્લુ કાર્ય એ માહિતી સિગ્નલની ખરેખર ફેરબદલ છે. ઈલેક્ટ્રોનીકલ અથવા ઓપ્ટીકલ કેબલ દ્વારા એક સરખું સીધુ પ્રસારણ થાય છે. સિગ્નલનો પ્રવાહ તેને શક્ય બનાવે છે. આની ફેરબદલ લાઈટ સ્વીચની જેમ સરળ હોય છે. રેડિયો અને સેટેલાઈટ પ્રત્યાયનમાં એવી પ્રક્રિયા હોય છે. જેમાં વિદ્યુત શક્તિ સિગ્નલ વિદ્યુત ચુંબકીય શક્તિ સીગ્નલમાં ધ્વનિજાળ દ્વારા સમાવિષ્ટ થાય છે.

◆ **તમારી પ્રગતિ ચકાસો.**

(6) Co axial કેબલને 200 MHz બેન્ડવિથ છે. જો વિડિયો ચેનલ 5MHz બેન્ડની જરૂર હોય તો આ વિડિયો ચેનલ કેટલીકવાર કેબલ પર ગુણાંકિત કરી શકાય છે.

નોંધ : (1) નીચે આપેલી જગ્યામાં તમારા જવાબ લખો

(2) આ એકમને અંતે આપેલા જવાબો સાથે તમારા જવાબો તપાસો

....

....

....

....

....

....

4.6 સારાંશ (SUMMARY)

આ એકમમાં પ્રત્યાયન પદ્ધતિના મૂળભૂત દૃષ્ટિકોણની ચર્ચા કરી. પહેલા આધુનિક પ્રત્યાયન પધ્ધતિનું યથાદર્શન પ્રસ્તુત કર્યું. આધુનિક પ્રત્યાન પદ્ધતિનો મુખ્ય હેતુ દા.ત. માહિતીની ફેરબદલ છે. ચાર પ્રકારની પ્રત્યાયન પધ્ધતિ જેવી કે electrical, redio, optical and setellite પ્રત્યાયન પદ્ધતિની ચર્ચા થયેલ છે. સિગ્નલ, અવાજ અને ઘટાડોના મૂળભૂત દૃષ્ટિકોણ બતાવવામાં આવ્યા. સિગ્નલ એ શુદ્ધ તરંગો અને જટિલ તરંગો તરીકે સમજાવેલ છે. ચાર પક્ષ જટિલ સામયિક તરંગોનું મૂલ્યાંકન રજૂ કરેલ છે. સિગ્નલ પર અવાજની અસર અને મહત્વપૂર્ણ સિગ્નલમાં અવાજની સરેરાશ બતાવેલ છે. ડિજીટલ પ્રત્યાયનનું મહત્વ દર્શાવવામાં આવેલ છે. અંતમાં ફેરબદલ કરનાર પ્રાપ્તિકાર છે. આ કાર્યો ચિન્હો, ધ્વનિના નિયમન અને ગુણાંકન પદ્ધતિને ફેરબદલ છેડા સુધી ઉમેરે છે અને પ્રાપ્તિકારના છેડા સુધી પહોંચાડે છે.

4.7 'તમારી પ્રગતિ ચકાસો'ના જવાબ (ANSWERS TO SELF CHECK EXERCISE)

(1) સેટેલાઈટ પ્રત્યાયનનું મુખ્ય સ્વતંત્ર સમાંતર સ્રોત અને અંતે સુધી હોય જ્યારે ફાઈબર ઓપ્ટીક પ્રત્યાયન સીધી રીતે સપ્રમાણ અંતરથી હોય.

આમ જોઈએ તો તૂટેલ અંતર X km પછી આપણી પાસે

$2.5 = 0.005x$ હોય

$X = 2.5/0.005 = 500$ km

તેથી સેટેલાઈટ પ્રત્યાયન 500 km ના અંતર માટે સસ્તુ છે.

(2) મૂળભૂત આવૃત્તિ f = 200 kHz

સમય $T = 1/f$

$= 1/200$ kHz

$= 0.5 \text{ X km} \times 10^{5}$

$= 5 \times 10^{-6}$

= 5us

તરંગોની લંબાઈ દા.ત. (4.1)

$r = c/f = 3 \times 10^{8}/200 \times 10^{3}$

$= 15 \times 10^{3}$ m

= 15 km

(3) SNR ને વિશાળ મુખ્ય જોઈએ. SNR એ સિગ્નલ પાવરનું ધ્વનિ પાવરનું સરેરાશ છે. સારી પ્રત્યાયન પદ્ધતિ માટે સિગ્નલ પાવર વિશાળ હોવું જોઈએ અને ધ્વનિ પાવર ઓછું હોવું જોઈએ. તેથી SNR ઊંચુ હોવું જોઈએ.

(4) SNR માં dB = 10 log (Ps/PN)

= 10 log (1000/0.1)

= 10 log (10000)

$= 10 \times 4 = 40$dB

(5) દ્વિગુણી 1 = +2.5 V દ્વિગુણી '0' = 2.5 v point = 0v

કોઈપણ વોલ્ટેઝ સ્તર જે 0 ની ઉપર હોય અને પ્રાપ્તિકાર દ્વારા દ્વિગુણી 1 ની જેમ દેખાય છે અને કોઈપણ વોલ્ટેઝ સ્તર જે 0 ની નીચે હોય તે દ્વિગુણી 0 દેખાય છે. ચોક્કસ 0 સ્તરએ અચોક્કસ બાબત છે તેને રસ્તા તરીકે સમજી શકાય. ભૂલ, મુશ્કેલી એટલે 1 એ 0 તરીકે પ્રાપ્ત કરી શકાય. આવુ ત્યારે જ બની શકે કે જો - +2.5 V વધારે ધ્વનિ સ્તર પર અસર પામતું હોય તો તેનું પરિણામી વોલ્ટેઝ એ 0 નીચે હોય અને તેથી તેને 0 તરીકે સમજી

શકાય. તેવી જ રીતે ધ્વનિ સ્તર એ કરતાં +2.5 V કરતા વધારે હોય તો તે 0 ને 1 માં ફેરબદલ કરી શકે. (+ve value) તેથી ઓછામાં ઓછા ધ્વનિ સ્તરની જરૂર આવી error +2.5 V 0 માટે અને -2.5 V 1 માટે કારણભૂત છે.

(6) વિડિયો લેન્ડવિથ = 5MHz

કુલ ઉપલબ્ધ બેન્ડવિથ = 200 MHz

તેથી ચેનલની સંખ્યા = 200/5 = 40 Channels પ્રમાણે મોકલવામાં આવે છે.

બે નજીકની ચેનલની દખલગીરી દૂર કરવા, આવૃત્તિ અંતરને Gaurd Band કહેવાય છે જે બંને વચ્ચે અપાયેલ છે જો આપણે ધારીએ કે gaurd band એ MHz પછી સંખ્યાત્મક ચેનલ 200/6 ગુણાંકન કરી શકે દા.ત. 33 ચેનલો.

4.8 ચાવીરૂપ શબ્દો (KEY WORDS)

Attenuation : સંચાર માધ્યમોને કારણે સિગ્નલ શક્તિને નુકશાન

બાઈપોલર : વિવિઝ પોલારિટીઝ (ધ્રુવાભિમુખતા) ના વોલ્ટેજની મદદથી ડિજીટલ સંકેતોની રજૂઆત.

વાહક (carrier) : હાઈ ફ્રિકવન્સી સિગ્નલ કે જે માહિતી સંકેતોનું વહન કરે છે.

કો-એક્સીઅલ વાયર : સમાન સાથે કેન્દ્રીત સિલિન્ડરોના સ્વરૂપમાં મૂકવામાં આવતી વાહકની જોડ.

સંદેશાવ્યવહાર માધ્યમો : ટેલિકોમ્યુનિકેશનનાં ઉપયોગમાં આવતાં કોપર અને ઓપ્ટિકલ વાયર જેવા મીડિયા.

કોમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ (સંચાર પદ્ધતિ) : કોઈપણ ટેલિકોમ્યુનિકેશન પદ્ધતિ જેવી કે વિદ્યુત કે ઉપગ્રહ સંચાર પધ્ધતિ.

ડિકોડીંગ : કોડેડ સંકેતો પર ગાણિતીક કામગીરી કરી જો કોઈ સંભવત ભૂલો શોધે છે.

ડીમોડ્યુલેશન : ઉચ્ચ આવૃત્તિના વાહક આધાર સંકેતોનુ એક્સ્ટ્રેક્શન

ડિજીટલ પ્લેડવીંગ : મલ્ટીપ્લેક્સ પ્રવાહના સંકેતોને અલગ માહિતીનાં સંકેતો તરીકે બહાર લાવવા.

ડિજિટલ સંચાર : પ્રત્યાયનનું એક સ્વરૂપ છે જેમાં માહિતી એક અને શૂન્ય દ્વારા રજૂ થાય છે.

એન્કોડિંગ (કોડીંગ) : વિશ્વસનીયતા અને કાર્યક્ષમતા વધારવા માટે ડિઝીટલ સંકેતો પર નિર્ધારીત ગાણિતીક પ્રક્રિયા.

ઊર્જા સ્વરૂપ (એનર્જી ફોર્મ) : ઈલેક્ટ્રીકલ ઓપ્ટીકલ અથવા ઈલેક્ટ્રોમેઝોટીક ઊર્જા.

કોરિયર વિશ્લેષણ (એનાલીસીસ) : સરળ શુદ્ધ તરંગોના સંદર્ભમાં જટીલ તરંગસ્વરૂપનું પૃથક્કરણ.

ફ્રિકવન્સી સ્પેક્ટ્રમ : દૂર સંચાર (ટેલિકોમ્યુનિકેશન) સિસ્ટમોની આવૃત્તિઓની શ્રેણી

જીયોસ્ટેશનરી સેટેલાઈટ (ઉપગ્રહ) : એક એવો ઉપગ્રહ કે જેનો તત્કાલ કોણીય વેલોસીટી અને મીન પરિભ્રમણ સમય પૃથ્વી જેટલો જ છે.

જીયોસિંક્રન્સ ઉપગ્રહ : એક એવો ઉપગ્રહ કે જેનો સરેરાશ પરિભ્રમણ સમય પૃથ્વીના રિવોલ્યુશન સમયગાળા તરીકે જ છે, પરંતુ તેની તત્કાલ કોણીય વેલોસીટી પૃથ્વીની પરિભ્રમણ ગતિ કરતાં સહેજ અલગ હોઈ શકે.

ઈન્જેક્શન લેસર ડાયોટ (ILD) : જ્યારે કરંટ ચાલુ થાય છે ત્યારે ઓપ્ટિકલ સ્રોત તીવ્ર પ્રકાશ બીન પેદા કરે છે.

લાઈટ એમિટીંગ ડાયોડ (LED) : ઈલેક્ટ્રીક કરંટ ચાલુ થાય છે ત્યારે નીચા ખર્ચે ઓપ્ટિકલ સ્રોત પ્રકાશ પેદા કરે છે.

મોડ્યુલેશન : ઉચ્ચ આવૃત્તિ વાહકોમાં એમ્બેડિંગ આધાર સંકેતો

મલ્ટીપ્લેક્સીંગ : એક જ સંચાર માધ્યમ પર એક કરતાં વધુ માહિતી સંકેત મોકલે છે.

નોઈઝ (અવાજ) : એક જ સંચાર વ્યવસ્થામાં ખલેલ

ફોટો ડિરેક્ટર - એક ઉપકરણ કે જે પ્રકાશને ઈનપુટ તરીકે સ્વીકારે છે અને ઈલેક્ટ્રીક કરંટને આઉટપુટ તરીકે પેદા કરે છે.

રીપીટર : આ ઉપકરણ માઈક્રોવેવ રેડિયો સંચારમાં ઉપયોગમાં આવે છે કે જે સિગ્નલથી આવતાં ફિલ્ટર અવાજને આગામી સ્ટેશન સુધી અનેકગણો વધારો કરી તે જ આવૃત્તિમાં ફરી પહોંચાડે છે.

શિલ્ડેડ ટ્વીસ્ટેડ પેર (STP) : વાયરની શીલ્ડેડ જોડી કે જે વળ ચડાવેલ (ટ્વીસ્ટેડ) હોય.

સંકેત (સિગ્નલ) : એક જ સમયે વિવિધ વિદ્યુત, ઓપ્ટિકલ અથવા ઈલેક્ટ્રોનીક્સ જથ્થો માહિતી, સ્પીચ, વિડિયો વગેરે રજૂ કરે છે.

ટ્રાન્સપોન્ડર : સેટેલાઈટની અંદરનું એવું સાધન કે જે સંકેતો મેળવે છે. અવાજને બહાર ફિલ્ટર કરે છે. આવૃતિ પર અનેકગણો વધારો કરી ફરીથી પ્રસારણ મેળવે છે.

યુનીપોલર : સમાન પોલેટીરી ઓફ વોલ્ટેજની મદદથી ડિજીટલ સંકેતોની રજૂઆત.

અનચીલ્ડેડ ટ્વિસ્ટેડ પેર (UTP) : અનશીલ્ડેડ વાયરની જોડી કે જે વાળ ચઢાવેલ (ટ્વીસ્ટેડ) જોડી છે.

વેવ લેન્થ (તરંગ લંબાઈ) : સંકેત તરંગચક્ર દ્વારા કબજે ભૌતિક અંતરની મુક્ત જગ્યામાં પ્રચાર.

4.9 સંદર્ભો અને વિશેષ વાચન (REFERENCES AND FURTHER READING)

Brewster, R.L. (1986). Telecommunications technology. New Delhi: Affiliated East-West Press.

Came, Bryan. E. (1987). Modern telecommunication. New York: Plenum Press. Cherin, A.M. (1983). An introduction to optical fibers. Tokyo: McGraw Hill.

Couch, Leon W. (1998). Modern communication systems: principles and applications. New Delhi: Prentice Hall of India.

Viswanathan, Thiagarajan. (2004). Telecommunications switching systems and networks. New Delhi: Prentice Hall of India.