

# Subject Name (Gujarati)

1333201 -- Winter 2024

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

## પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

મોડ્યુલેશનશું છે? તેની શું જરૂર છે?

### જવાબ

મોડ્યુલેશન એ એક પ્રક્રિયા છે જેમાં માહિતી ધરાવતા મોડ્યુલેટિંગ સિશલ દ્વારા ઉત્ત્ય આવૃત્તિના કેરિયર સિશલના એક અથવા વધુ ગુણધર્મોમાં ફેરફાર કરવામાં આવે છે.

Table 1: મોડ્યુલેશનની જરૂરિયાત

કારણ	સમજૂતી
એન્ટેના સાઇઝ	એન્ટેનાના કદની જરૂરિયાતો ઘટાડે છે ( $\square = c/f$ )
માલ્ટિપ્લેક્ષિસંગ	ધળા સિશલોને સ્પેક્ટ્રમ શેર કરવાની મંજૂરી આપે છે
રેન્જ	ટ્રાન્સમિશન અંતર વધારે છે
ઇન્ટરફેરન્સ	નોઇઝ ઇન્ટરફેરન્સ ઘટાડે છે

- વ્યવહાર ટ્રાન્સમિશન: ઓછી આવૃત્તિના માહિતી સિશલને વાયરલેસ ટ્રાન્સમિશન માટે યોગ્ય બનાવે છે
- સિશલ અલગીકરણ: વિવિધ સિશલોને એકસાથે ટ્રાન્સમિટ કરવા સક્ષમ બનાવે છે

### મેમરી ટ્રીક

"RARE Messages" (Range, Antenna, Reduce interference, Enable multiplexing)

## પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

AM અને FM ની સરખામણી કરો.

### જવાબ

Table 2: AM અને FM વર્ચેનો તફાવત

પરિમાણ	AM (એમ્પલિટ્યુડ મોડ્યુલેશન)	FM (ફિક્વન્સી મોડ્યુલેશન)
બદલાતો પરિમાણ	કેરિયરની એમ્પલિટ્યુડ	કેરિયરની આવૃત્તિ
બેન્ડવિદ્ધ	સાંકડી ( $2 \times fm$ )	વિશાળ ( $2 \times mf \times fm$ )
નોઇઝ પ્રતિરક્ષા	નબળી	ઉત્તમ
પાવર કાર્યક્ષમતા	ઓછી કાર્યક્ષમ	વધુ કાર્યક્ષમ
સર્કિટ જટિલતા	સરળ	જટિલ
ગુણવત્તા	મધ્યમ	ઉત્ત્ય
ઉપયોગો	મધ્યમ વેવ બ્રોડકાસ્ટિંગ	હાઈ-ફિડેલિટી બ્રોડકાસ્ટિંગ

### મેમરી ટ્રીક

"BANC-QA" (Bandwidth, Amplitude/frequency, Noise, Complexity, Quality, Applications)

## પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

AM મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ સાથે સમજાવો અને મોડ્યુલેટ સિશલ માટે વોલ્ટેજ સમીકરણ મેળવો. DSBFC AM ફિક્વન્સી સ્પેક્ટ્રમ દોરો.

## જવાબ

એમ્પલિટ્યૂડ મોડ્યુલેશન (AM) એ એક તકનીક છે જેમાં કેરિયર વેવની એમ્પલિટ્યૂડ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલની તત્કાલીન એમ્પલિટ્યૂડના પ્રમાણમાં બદલાય છે.

### વોલ્ટેજ સમીકરણ:

- કેરિયર સિગ્નલ:  $v_1(t) = A_1 \sin(ct)$
- મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ:  $v_2(t) = A_2 \sin(mt)$
- મોડ્યુલેટ સિગ્નલ:  $v(t) = A_1[1 + m \sin(mt)] \sin(ct)$
- જ્યાં  $m = A_2/A_1$

### આફ્ટિસ: AM વેવફોર્મ

#### DSBFC AM નું ફિલ્કવન્સી સ્પેક્ટ્રમ

- બેન્ડવિડ્યુથ: AM સિગ્નલની બેન્ડવિડ્યુથ  $2 \times fm$
- સાઇડબેન્ડ્સ: અપર સાઇડબેન્ડ (USB) fc+fm પર અને લોઓર સાઇડબેન્ડ (LSB) fc-fm પર
- પાવર વિતરણ: કેરિયર અને બેન્ડવિડ્યુથ પર આપુણી પાવર વિતરણ હોય

## મેમરી ટ્રીક

“CAM-SIP” (Carrier Amplitude Modified, Sidebands In Pair)

## પ્રશ્ન 1(ક) OR [7 ગુણ]

AM માં કુલ પાવર માટે સમીકરણ મેળવો, DSB અને SSB માં પાવર બચતની ટકાવારીની ગણતરી કરો.

## જવાબ

### AM માં કુલ પાવરનું વ્યુત્પાદન:

- AM સિગ્નલ:  $v(t) = A_1[1 + m \sin(mt)] \sin(ct)$
- કુલ પાવર:  $P = P_{(carrier)} + P_{(sidebands)}$
- $P_{(carrier)} = A_1^2/2$
- $P_{(sidebands)} = A_1^2 m^2 / 4$

Table 3: AM માં પાવર વિતરણ

ઘટક	પાવર સમીકરણ	કુલ પાવરની % (m=1)
કેરિયર	$P_{(C)} = A_1^2/2$	66.67%
સાઇડબેન્ડ્સ	$P_{(S)} = A_1^2 m^2 / 4$	33.33%
કુલ	$P_{(t)} = A_1^2(1 + m^2/2)/2$	100%

### પાવર બચત:

- DSB-SC:** 100% કેરિયર પાવર બચે (કુલ પાવરનો 66.67%)
  - માત્ર સાઇડબેન્ડ્સ ટ્રાન્સમિટ થાય છે
  - ટકાવારી બચત =  $(P_{(C)} / P_{(t)}) \times 100 = 66.67\%$
- SSB:** 50% સાઇડબેન્ડ પાવર + 100% કેરિયર પાવર બચે
  - એક સાઇડબેન્ડ + કેરિયર દૂર કરેલ છે
  - ટકાવારી બચત =  $(P_{(C)} + P_{(S)}/2) / P_{(t)} \times 100 = 83.33\%$

### આફ્ટિસ: પાવર વિતરણ

## મેમરી ટ્રીક

“CAST-83” (Carrier And Sideband Transmission, 83% saved in SSB)

## પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યાપિત કરો (1) AM માટે મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ (2) FM માટે મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ.

## જવાબ

Table 4: મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સની વ્યાખ્યાઓ

પરિમાણ	AM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ	FM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ
વાયા	મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલની મહત્તમ એમ્પલિટ્યુડનો કેરિયરની મહત્તમ એમ્પલિટ્યુડ સાથેનો ગુણોત્તર	ફિક્વન્સી વિચલનનો મોડ્યુલેટિંગ ફિક્વન્સી સાથેનો ગુણોત્તર
સૂત્ર	$m = Am/AC$	$mf = \Delta f/fm$
મર્યાદા	$0 \leq m \leq 1()$	કોઈ ચોક્કસ ઉપરી મર્યાદા નથી
અસર	એમ્પલિટ્યુડ વેરિએશન અને પાવર વિતરણ નિયંત્રિત કરે છે	બેન્ડવિડ્થ અને સિગ્નલ ગુણવત્તા નક્કી કરે છે
	<ul style="list-style-type: none"> <li>AM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: એમ્પલિટ્યુડ વેરિએશન અને પાવર વિતરણ નિયંત્રિત કરે છે</li> <li>FM મોડ્યુલેશન ઇન્ડેક્સ: બેન્ડવિડ્થ અને સિગ્નલ ગુણવત્તા નિર્ધારિત કરે છે</li> </ul>	

### મેમરી ટ્રીક

“ARM-FDM” (Amplitude Ratio for Modulation, Frequency Deviation for Modulation)

## પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

અન્વેલપ ડિટેક્ટર માટે બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

### જવાબ

આફ્ટિની: અન્વેલપ ડિટેક્ટર

Table 5: ઘટકો અને તેમના કાર્યો

ઘટક	કાર્ય
ડાયોડ	AM સિગ્નલનું રેકિટફિકેશન કરે છે (નકારાત્મક અર્ધ-ચકો દૂર કરે છે)
RC ફિલ્ટર	રેકિટફાઇડ સિગ્નલને સમૃદ્ધ કરીને અન્વેલપ રિકવર કરે છે
લોડ	આઉટપુટ સર્કિટ અને ઇમ્પ્રૈન્સ મેળિંગ પ્રદાન કરે છે

- કાર્યપ્રણાલી: ડાયોડ માત્ર પોઝિટિવ અર્ધ-ચકો દરમિયાન કન્ડક્ટ કરે છે
- સમય અચળાંક: RC એટલું મોટું હોવું જોઈએ કે રિપલ ન આવે પરંતુ મોડ્યુલેશનને અનુસરવા માટે પૂરતું નાનું હોવું જોઈએ
- શરત:  $RC >> 1/fc$  પરંતુ  $RC << 1/fm$

### મેમરી ટ્રીક

“DEER” (Diode Extracts Envelope Representation)

## પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

FM રેડિયો રીસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકની કામગીરી સમજાવો.

### જવાબ

આફ્ટિની: FM રેડિયો રીસીવર

Table 6: દરેક બ્લોકનાં કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
એટેના	ઇલેક્ટ્રોમેચેટિક તરંગો મેળવે છે
RF એમિલફાયર	નબળા RF સિગ્નલ (88-108 MHz) એમિલફાય કરે છે
મિક્સર	RF ને IF ફિક્વન્સી (10.7 MHz) માં કન્વર્ટ કરે છે
લોકલ ઓસિલેટર	મિક્સિંગ માટે ફિક્વન્સી જનરેટ કરે છે (RF+10.7 MHz)
IF એમિલફાયર	IF સિગ્નલને ફિક્સડ ગેઈન સાથે એમિલફાય કરે છે
લિમિટર	એમ્પલિટ્યુડ વેરિએશન્સ દૂર કરે છે
FM ડિસ્કમિનેટર	ફિક્વન્સી વેરિએશનને વોલ્ટેજમાં કન્વર્ટ કરે છે
ઓડિયો એમિલફાયર	રિકવર્ડ ઓડિયો એમિલફાય કરે છે
સ્પીકર	ઇલેક્ટ્રોકલ થી સાઉન્ડ વેબ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે

- સુપરહેટરોડાઈન પ્રિન્સિપલ: ફિક્સ્ડ IF પર સિગ્નલ પ્રોસેસ કરવા હિક્કવન્સી કન્વર્જન વાપરે છે
- વિશિષ્ટ FM ફીચર: લિમિટર ડિમોડ્યુલેશન પહેલા એમ્પલિટ્યૂડમાં નોઇઝ દૂર કરે છે

### મેમરી ટ્રીક

“RAMLIDASS” (RF, Amplifier, Mixer, Local oscillator, IF, Discriminator, Audio, Speaker System)

### પ્રશ્ન 2(અ) OR [3 ગુણ]

હિક્કવન્સી મોડ્યુલેશન અને ફેઝ મોડ્યુલેશન માટે માત્ર વેવફોર્મ દોરો.

#### જવાબ

આફ્ટિસ: FM અને PM વેવફોર્મ્સ

મુખ્ય લક્ષણો:

- FM: જ્યારે મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલ પોઝિટિવ હોય ત્યારે હિક્કવન્સી વધે છે
- PM: ફેઝ એમ્પલિટ્યૂડ પરિવર્તન સાથે તરત જ શિક્ષટ થાય છે

### મેમરી ટ્રીક

“FIP-PAF” (Frequency Increases with Positive signal, Phase Advances with Faster changes)

### પ્રશ્ન 2(બ) OR [4 ગુણ]

રેડિયો રીસીવરની કોઈ પણ ચાર લાક્ષણિકતાઓને વ્યાખ્યાયિત કરો.

#### જવાબ

Table 7: રેડિયો રીસીવરની લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વ્યાખ્યા
સેન્સિટિવિટી	નબળા સિગ્નલ મેળવવાની ક્ષમતા (0V અથવા dBm માં માપવામાં આવે છે)
સિલેક્ટિવિટી	ઇચ્છિત સિગ્નલને આસપાસના ચેનલોથી અલગ કરવાની ક્ષમતા
ફિડેલિટી	મૂળ મોડ્યુલેટિંગ સિગ્નલને સચોટતાથી પુનઃઉત્પત્ત કરવાની ક્ષમતા
ઇમેજ રિજેક્શન	ઇમેજ હિક્કવન્સી ઇન્ટરફેરનને અસ્વીકાર કરવાની ક્ષમતા

વધારાની લાક્ષણિકતાઓ:

- સિગ્નલ-ટૂ-નોઇઝ રેશિયો: સિગ્નલ પાવરનો નોઇઝ પાવર સાથેનો ગુણોત્તર
- બેન્ડવિડ્થ: મેળવી શકાય તેવી હિક્કવન્સીઓની રેન્જ
- સ્ટેબિલિટી: ટ્યૂન કરેલી હિક્કવન્સી જાળવી રાખવાની ક્ષમતા

### મેમરી ટ્રીક

“SFIS-BSS” (Sensitivity, Fidelity, Image rejection, Selectivity - Better Signal Stability)

### પ્રશ્ન 2(ક) OR [7 ગુણ]

AM રેડિયો રીસીવરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકની કામગીરી સમજાવો.

#### જવાબ

આફ્ટિસ: AM રેડિયો રીસીવર

Table 8: દરેક બ્લોકનાં કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
એન્ટેના	AM રેડિયો તરંગો પકડે છે

RF ટ્યૂનર & એમિલફાયર	ઇચ્છિત ફિક્વન્સી પસંદ કરે અને એમિલફાયર કરે છે
મિક્સર	RF સિગ્નલને IF (455 kHz) માં કન્વર્ટ કરે છે
લોકલ ઓસિલેટર	મિક્સિંગ માટે ફિક્વન્સી જનરેટ કરે છે (RF+455 kHz)
IF એમિલફાયર	ફિક્સડ સિલેક્ટિવિટી સાથે IF સિગ્નલ એમિલફાયર કરે છે
ડિટેક્ટર	AM એનેલપમાંથી ઓડિયો રિકવર કરે છે
AGC	ઓટોમેટિક ગેઈન કંટ્રોલ પ્રદાન કરે છે
ઓડિયો એમિલફાયર	ઓડિયો સિગ્નલ એમિલફાયર કરે છે
સ્પીકર	ઇલેક્ટ્રોકલ થી સાઉન્ડ વેટ્સમાં કન્વર્ટ કરે છે

- સુપરહેટરોડાઈન પ્રિન્સિપલ: બેટર સિલેક્ટિવિટી માટે ફિક્વન્સી કન્વર્જન વાપરે છે
- AGC ફિડબેક લૂપ: સિગ્નલ સ્ટ્રેન્થના ફેરફાર છતાં કોન્સ્ટન્ટ આઉટપુટ જાળવે છે

### મેમરી ટ્રીક

“ARMLESS” (Antenna, RF, Mixer, Local oscillator, Envelope detector, Sound System)

### પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

Quantization વ્યાખ્યાયિત કરો. Non uniform quantization સંક્ષિપ્તમાં સમજાવો.

#### જવાબ

કવોન્ટાઇઝેશન એ સતત એમ્પલિટ્યુડ મૂલ્યોને ડિજિટલ રજૂઆત માટે ડિસ્ક્રીટ લેવલમાં કન્વર્ટ કરવાની પ્રક્રિયા છે.

Table 9: નોન-યુનિફોર્મ કવોન્ટાઇઝેશન

પાસું	વર્ણન
વ્યાખ્યા	વિવિધ એમ્પલિટ્યુડ રેન્જ માટે વિવિધ સ્ટેપ સાઇડ ફાળવવી
ફિયદો	નાના એમ્પલિટ્યુડ સિગ્નલસ માટે કવોન્ટાઇઝેશન નોઇજ ઘટાડે છે
અમલીકરણ	કોમ્પોન્ડિંગ (કોમ્પોશન-એક્સપાન્શન) તકનીકોનો ઉપયોગ
ઉદાહરણ	ટેલિફોનીમાં વપરાતા □-law અને A-law કોમ્પોન્ડિંગ

- કાર્યસિદ્ધાંત: ઓછા એમ્પલિટ્યુડ માટે નાના સ્ટેપ સાઇડ, ઉચ્ચ એમ્પલિટ્યુડ માટે મોટા સ્ટેપ
- અસર: મજબૂત સિગ્નલસના ખર્ચે નબળા સિગ્નલ માટે SNR સુધારે છે

### મેમરી ટ્રીક

“QUEST-CS” (QUantization with Enhanced Steps - Compressing Small signals)

### પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

Sample and Hold સર્કિટ વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

#### જવાબ

આકૃતિ: સેમ્પલ અને હોલ્ડ સર્કિટ

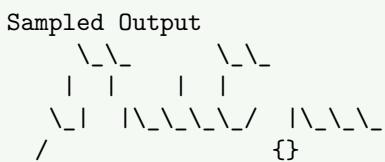
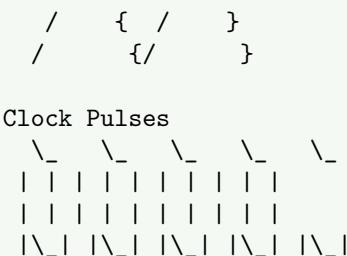
Analog Input	Sample \& Hold	Sampled
-----------------	-------------------	---------

Clock

આકૃતિ: સેમ્પલ અને હોલ્ડ વેવફોર્મ

Analog Signal

```
/{      /}
/ {    / }
```



#### સેમ્પલ અને હોલ્ડ ઓપરેશન:

- સેમ્પલિંગ મોડ: સ્વિચ બંધ થાય છે, કેપેસિટર ઇનપુટ વોલ્ટેજ પર ચાર્જ થાય છે
- હોલ્ડ મોડ: સ્વિચ ખુલે છે, કેપેસિટર વોલ્ટેજ જાળવે છે
- પરિમાણો: એક્વિજિશન ટાઇમ, એપર્ચર ટાઇમ, હોલ્ડ ટાઇમ, ડૂપ રેટ

#### મેમરી ટ્રીક

“CHASED” (Capacitor Holds Amplitude Samples for Extended Duration)

#### પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

સેમ્પલિંગ શું છે? સેમ્પલિંગ પ્રકારો સમજાવો.

#### જવાબ

સેમ્પલિંગ એ કન્ટિન્યુઅસ-ટાઇમ સિગ્નલને નિયમિત અંતરાલે માપ લઈને ડિસ્કીટ-ટાઇમ સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયા છે.

Table 10: સેમ્પલિંગના પ્રકારો

પ્રકાર	વર્ણન	લક્ષણો
નેચરલ સેમ્પલિંગ	સિગ્નલને રેક્ટેન્યુલર પલ્સ સાથે ગુણાકાર કરવામાં આવે છે	પલ્સ દરમિયાન મૂળ સિગ્નલની આકૃતિ જાળવે છે
ફલેટ-ટોપ સેમ્પલિંગ	સેમ્પલ મૂલ્ય સેમ્પલિંગ અંતરાલ દરમિયાન અચળ રહે છે	સ્ટેરેક્સ જેવો આઉટપુટ બનાવે છે
આદર્શ સેમ્પલિંગ	તાત્કાલિક નમૂનાઓ ઇમ્પલ્સ તરીકે રજૂ થાય છે	શૂન્ય પહોળાઈવાળા પલ્સ સાથે સૈદ્ધાંતિક ઘાલ
યુનિકોર્મ સેમ્પલિંગ	સમાન સમય અંતરાલે લેવાતા નમૂનાઓ	વ્યવહારમાં સૌથી સામાન્ય
નોન-યુનિકોર્મ	બદલાતા અંતરાલે લેવાતા નમૂનાઓ	વિશેષ ઉપયોગો માટે વપરાય છે
સેમ્પલિંગ		

## આફ્ટિસ: સેમ્પલિંગ પ્રકારો

Original Signal

```

    /{      /
   / {   / }
  /   { /   }
 /     {/   }

```

Natural Sampling

```

 \_ \_ \_
 | | | | | |
 | |/{ | | | | |}/|
 |/{| | | | |}

```

Flat{-top Sampling}

```

 \_\_\_ \_\_\_
 | | | |
 | | \_\_| | \_\_\

```

- નાયક્રિસ્ટ કાઇટેરિયા: સેમ્પલિંગ ફિક્વન્સી સિગ્નલમાં સર્વોચ્ચ ફિક્વન્સીના ઓછામાં ઓછી બે ગણી હોવી જોઈએ

## મેમરી ટ્રીક

“INFUN” (Ideal, Natural, Flat-top, Uniform, Non-uniform)

## પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

Quantization પ્રક્રિયા અને તેની આવશ્યકતા સમજાવો.

### જવાબ

કવોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા સતત એમ્પલિટ્યુડ મૂલ્યોને ડિજિટલ રજૂઆત માટે મર્યાદિત ડિસ્કીટ લેવલમાં મેપ કરે છે.

Table 11: કવોન્ટાઇઝેશન પ્રક્રિયા અને આવશ્યકતા

પાસું	વર્ણન
પ્રક્રિયા	એમ્પલિટ્યુડ રેન્જને ડિસ્કીટ લેવલમાં વિભાજીત કરવી
આવશ્યકતા	એનાલોગ-ડિજિટલ કન્વર્નન માટે જરૂરી
અસર	કવોન્ટાઇઝેશન એરર/નોઇઝ દાખલ કરે છે
પરિમાણો	સ્ટેપ સાઇઝ, લેવલની સંખ્યા ( $n$ -બિટ માટે $2^n$ )

- સ્ટેપ સાઇઝ ગણતરી: સ્ટેપ સાઇઝ =  $(V_{max} - V_{min})/2^n$
- કવોન્ટાઇઝેશન એરર: મહત્તમ એરર / 2 છે જ્યાં Q સ્ટેપ સાઇઝ છે
- ઉપયોગો: ડિજિટલ કોમ્પ્યુનિકેશન, ઓડિયો/વિડિઓ પ્રોસેસિંગ, ડેટા સ્ટોરેજ

## મેમરી ટ્રીક

“SEND” (Step-size Establishes Noise in Digitization)

## પ્રશ્ન 3(બ) OR [4 ગુણ]

સિગ્નલના નમૂના લેવા માટે Nyquist માપદંડ જણાવો અને સમજાવો.

### જવાબ

નાયક્રિસ્ટ સેમ્પલિંગ થિયરમ જણાવે છે કે બેન્ડલિમિટેડ સિગ્નલને સંપૂર્ણ રીતે પુનઃનિર્માણ કરવા માટે, સેમ્પલિંગ ફિક્વન્સી સિગ્નલમાં સર્વોચ્ચ ફિક્વન્સી ઘટકના ઓછામાં ઓછી બે ગણી હોવી જોઈએ.

Table 12: નાયક્રિસ્ટ માપદંડ

પરિમાણ	વર્ણન
માપદંડ	$fs \geq 2f_{max}$
નાયક્રિસ્ટ રેટ	$2f_{max}$ (લઘુતમ સેમ્પલિંગ ફિક્સન્સી)
નાયક્રિસ્ટ ઇન્ટરવલ	$1/(2f_{max})$ (મહતમ સેમ્પલિંગ પોરિયડ)
એલિયાસિંગ	જ્યારે $fs < 2f_{max}$ થાય ત્યારે ઉફ્ફ્ફે છે

### આકૃતિ: સેમ્પલિંગની અસરો

Proper Sampling ( $fs \geq 2f_{max}$ )

Original: /{///}

Samples: \* \* \* \* \* \*

Result: /{///}

Aliasing ( $fs < 2f_{max}$ )

Original: /{/////////}

Samples: \* \* \* \*

Result: /{/ (lower frequency)}

- અન્ડરસેમ્પલિંગના પરિણામો: એલિયાસિંગ (ફિક્સન્સી ફોલિંગ)
- વ્યવહારિક ઉપયોગ: સેમ્પલિંગ પહેલા એન્ટી-એલિયાસિંગ ફિલ્ટરનો ઉપયોગ

### મેમરી ટ્રીક

“TRAP-A” (Twice Rate Avoids Problematic Aliasing)

### પ્રશ્ન 3(ક) OR [7 ગુણ]

PAM, PWM અને PPM વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

#### જવાબ

Table 13: પદ્સ મોડ્યુલેશન તકનીકો

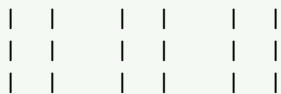
તકનીક	વર્ણન	બદલાતો પરિમાણ	ઉપયોગ
PAM	પદ્સ એમ્પલિટ્યુડ મોડ્યુલેશન	પદ્સની એમ્પલિટ્યુડ	સિમ્પલ ADC સિસ્ટમ્સ
PWM	પદ્સ વિદ્યુત મોડ્યુલેશન	પદ્સની પહોળાઈ/સમયગાળો	મોટર કંટ્રોલ, પાવર રેંગ્યુલેશન
PPM	પદ્સ પોઝિશન મોડ્યુલેશન	પદ્સની સ્થિતિ/ટાઇમિંગ	હાઈ નોઇઝ ઇમ્પ્યુનિટી સિસ્ટમ્સ

## આફ્ટિંગ: પલ્સ મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ્સ

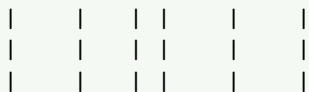
Modulating Signal

```
/{
 / {   /
 /   {   /
 /     {   / }
```

PAM



PWM



PPM



- PAM:** સૌથી સરળ સ્વરૂપ, નોઇજના સૌથી વધુ સંવેદનશીલ
- PWM:** બેહતર નોઇજ ઇમ્પ્યુનિટી, સરળ જનરેશન
- PPM:** શ્રેષ્ઠ નોઇજ ઇમ્પ્યુનિટી, ચોક્કસ ટાઇમિંગની જરૂર છે

## મેમરી ટ્રીક

“AWP-PAW” (Amplitude, Width, Position - Pulse Alteration Ways)

### પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન માટે સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલરનોઇજ એટલે શું?

#### જવાબ

Table 14: ડેલ્ટા મોડ્યુલેશનમાં નોઇજના પ્રકારો

નોઇજ પ્રકાર	વ્યાખ્યા	કારણ	ઉપાય
સ્લોપ ઓવરલોડ નોઇજ	જ્યારે સિશ્રલ સ્લોપ સ્ટેપ સાઈજ ક્ષમતાને ઓળંગો જાય ત્યારે થતી ભૂલ	ઝડપી બદલાતા સિશ્રલ માટે સ્ટેપ સાઈજ ખૂબ નાની	સ્ટેપ સાઈજ અથવા સેમ્પલિંગ ફિક્કવન્સી વધારવી
ગ્રેન્યુલર નોઇજ	ધીમી ગતિએ બદલાતા સિશ્રલોની આસપાસ સતત હંટિંગને કારણે થતી ભૂલ	ધીમી ગતિએ બદલાતા સિશ્રલો માટે સ્ટેપ સાઈજ ખૂબ મોટી	સ્ટેપ સાઈજ ઘટાડવી

### આફ્ટિંગ: DM નોઇઝ પ્રકારો

Slope Overload:

```

Actual   /
      /
      /
      \
      \_ \_ \_ /
      /
 /  DM Output (steps can't keep up)

```

Granular Noise:

```

Actual  \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_
      /
 / { / / /  DM Output (continuous zigzag)

```

### મેમરી ટ્રીક

“FAST-SLOW” (Fast signals cause Slope overload, SLOW signals cause Granular noise)

## પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

TDM ફેમ દ્વારા અને સમજાવો.

### જવાબ

#### આફ્ટિંગ: TDM ફેમ સ્ટ્રક્ચર

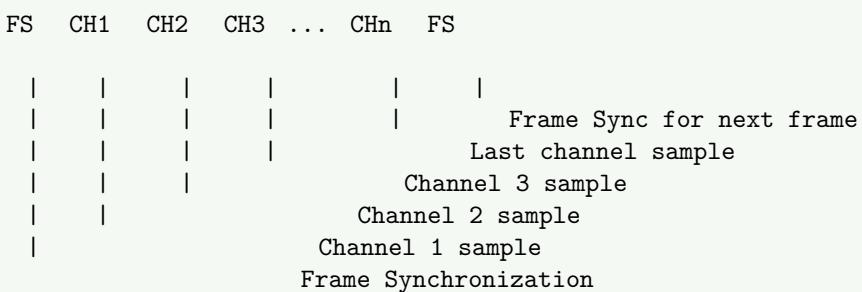


Table 15: TDM ફેમ ઘટકો

ઘટક	વર્ણન
ફેમ સિન્ક (FS)	ક્રેમની શરૂઆતને ચિહ્નિત કરતો પેટર્ન
ટાઇમ સ્લોટ	એક ચેનલને ફાળવેલો ભાગ
ચેનલ સેમ્પલ	ચોક્કસ ચેનલના ડેટા
ફેમ લંબાઈ	કુલ સમયગાળો (FS + બધી ચેનલો)

- કાર્યસિદ્ધાંત: વિવિધ ચેનલોને વિવિધ ટાઇમ સ્લોટ ફાળવે છે
- સિન્કોનાઇડેશન: યોગ્ય ડિમલિટ-લેક્સિંગ માટે આવશ્યક છે
- પ્રકારો: સિન્કોનિસ TDM (ફિક્સેડ સ્લોટ્સ) અને સ્ટેટિસ્ટિકલ TDM (ડાયનેમિક એલોકેશન)

### મેમરી ટ્રીક

“FAST-Ch” (Frame And Slots for Transmitting Channels)

## પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

PCM ટ્રાન્સમિટર અને રીસીવરના દરેક બ્લોકના કાર્યનું વર્ણન કરો, PCM સિસ્ટમનો ઉપયોગીતા, ફાયદા અને નુકસાન આપો.

## જવાબ

### આફ્ટિસ: PCM સિસ્ટમ

```

flowchart LR
    subgraph "PCM Transmitter"
        A[Sampler] --> B[Quantizer]
        B --> C[Encoder]
        C --> D[Line Coder]
    end
    subgraph "PCM Receiver"
        E[Line Decoder] --> F[Decoder]
        F --> G[Reconstruction Filter]
    end
    D --> E

```

Table 16: PCM બ્લોક કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
સેમ્પલર	એનાલોગ સિગ્નલને PAM સિગ્નલમાં રૂપાંતરિત કરે છે
કવોન્ટાઇડર	સેમ્પલ્સને ડિસ્કીટ લેવલ ફાળવે છે
એન્કોડર	કવોન્ટાઇડર લેવલને બાઇનરી કોડમાં રૂપાંતરિત કરે છે
લાઇન કોડર	બાઇનરીને ટ્રાન્સમિશન ફોર્મેટમાં કન્વર્ટ કરે છે
લાઇન ડિકોડર	મળેલા સિગ્નલમાંથી બાઇનરી પુનઃપ્રાપ્ત કરે છે
ડિકોડર	બાઇનરીને કવોન્ટાઇડર લેવલમાં પાણું કન્વર્ટ કરે છે
રિકન્સ્ટ્રક્શન ફિલ્ટર	ડિકોડેડ આઉટપુટને એનાલોગ સિગ્નલમાં સ્મૂધ કરે છે

એપ્લિકેશન્સ, ફાયદા અને ગેરફાયદા:

Table 17: PCM સિસ્ટમની લાક્ષણિકતાઓ

શ્રેણી	વર્ણન
એપ્લિકેશન્સ	ટેલિફોન સિસ્ટમ, CD ઓડિયો, ડિજિટલ TV, મોબાઇલ કોમ્યુનિકેશન
ફાયદા	નોઇજથી સુરક્ષિત, સિગ્નલ રિજનરેશન શક્ય, ડિજિટલ સિસ્ટમ સાથે સુસંગત
ગેરફાયદા	વધુ બેન્ડવિડ્થની જરૂર, વધુ જટિલતા, કવોન્ટાઇડેશન નોઇજ

## મેમરી ટ્રીક

"SEQUEL-DR" (Sample, Quantize, Encode - Line code, Decode, Reconstruct)

### પ્રશ્ન 4(અ) OR [3 ગુણ]

DM અને ADM મોડ્યુલેશન વચ્ચે તફાવત આપો.

## જવાબ

Table 18: DM અને ADM વચ્ચેની તુલના

પરિમાણ	ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (DM)	એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (ADM)
સ્ટેપ સાઈઝ	ફિક્સ્ડ	વેરિએબલ (સિગ્નલ સ્લોપને અનુકૂળ)
ટ્રેકિંગ ક્ષમતા	મર્યાદિત	બેહતર સિગ્નલ ટ્રેકિંગ
નોઇજ પરફોર્માન્સ	સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્ચુલર નોઇજથી પીડાય છે	ઓઝી નોઇજ સમસ્યાઓ
જટિલતા	સરળ	વધુ જટિલ

### આફ્ટિની દ્વારા એડમિનિસ્ટ્રેશન

Input Signal: / {}  
                   / {}  
                   / {}  
                   / {}

DM Output: / {/ / }  
                   / {/ / }

ADM Output: / {/ / }  
                   / { / }  
                   (larger steps for steep slopes)

### મેમરી ટ્રીક

“FAST-VAR” (Fixed And Simple Tracking vs Variable Adaptive Response)

### પ્રશ્ન 4(બ) OR [4 ગુણ]

મૂળભૂત PCM-TDM સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ સમજાવો.

#### જવાબ

##### આફ્ટિની પ્રથમ સિસ્ટમ

```
flowchart LR
    A[Input 1] --> B[Low-pass Filter]
    C[Input 2] --> D[Low-pass Filter]
    E[Input n] --> F[Low-pass Filter]
    B & D & F --> G[Multiplexer]
    G --> H[PCM Encoder]
    H --> I[Transmission Channel]
    I --> J[PCM Decoder]
    J --> K[Demultiplexer]
    K --> L[Output 1] & M[Output 2] & N[Output n]
```

Table 19: PCM-TDM સિસ્ટમ ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
લો-પાસ ફિલ્ટર	ઇનપુટ સિગલોની બેન્ડવિડ્યુ મર્યાદિત કરે છે
મલ્ટિપ્લેક્સર	ટાઇમ સ્લોટમાં ધણા સિગલો જોડે છે
PCM એન્કોડર	ડિજિટલમાં રૂપાંતરિત કરે છે (સેમ્પલ, કવોન્ટાઇઝ, એન્કોડ)
ટ્રાન્સમિશન ચેનલ	ડિજિટાઇઝડ, મલ્ટિપ્લેક્સડ સિગલ વહન કરે છે
PCM ડિકોડર	કવોન્ટાઇઝડ સેમ્પલ્સ પુનઃનિર્માણ કરે છે
ડિમલ્ટિપ્લેક્સર	ટાઇમ સ્લોટમાંથી ચેનલો અલગ કરે છે

- કાર્યસિદ્ધાંત: ટાઇમ ડિવિઝન મલ્ટિપ્લેક્સિંગને પદ્ધસ કોડ મોડ્યુલેશન સાથે જોડે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ડિજિટલ ટેલિફોની, ડિજિટલ ઓડિયો બ્રોડકાસ્ટિંગ, કોમ્પ્યુનિકેશન નેટવર્ક્સ

### મેમરી ટ્રીક

“FLIMPED” (Filter, Limit, Multiplex, PCM Encode, Decode)

### પ્રશ્ન 4(ક) OR [7 ગુણ]

DPCM મોડ્યુલેટરને સમીકરણ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

## જવાબ

ડિફરેન્શિયલ પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશન (DPCM) વર્તમાન સેમ્પલ અને અગાઉના સેમ્પલસના આધારે અનુમાનિત મૂલ્ય વર્ચેના તફાવતને એન્કોડ કરે છે.

### સમીકરણ:

- એર સિશ્લ:  $e(n) = x(n) - \hat{x}(n)$
- જ્યાં  $x(n)$  વર્તમાન સેમ્પલ છે,  $\hat{x}(n)$  અનુમાનિત સેમ્પલ છે
- અનુમાન:  $\hat{x}(n) = Q(a[n] \times x(n-i))$
- ટ્રાન્સમિટેડ સિશ્લ: DPCM આઉટપુટ =  $Q[e(n)]$

આફ્ટિની: DPCM મોડ્યુલેટર

```
flowchart LR
    A[Input x\_n] --> B[Add]
    B --> C[Quantizer]
    C --> D[Encoder]
    D --> E[Output]
    C --> F[Predictor]
    F --> G[Subtract]
    G --> B
```

આફ્ટિની: DPCM વેવફોર્મ

Original Samples:

*	*	*	*	*

Predicted Samples:

o	o	o	o

Difference (DPCM):

(smaller values)

Table 20: DPCM લાક્ષણીકતાઓ

ફીચર	વર્ણન
ફાયદો	ઘટાડેલો બિટ રેટ (PCMની તુલનામાં 30-50%)
અનુમાન	વર્તમાન અનુમાન માટે અગાઉના સેમ્પલ(સ)નો ઉપયોગ
જટિલતા	PCM કરતાં વધુ પરંતુ ADPCM કરતાં ઓછી
એપ્લિકેશન	સ્પીચ કોર્ડિંગ, ઇમેજ કોમ્પ્રેશન

## મેમરી ટ્રીક

“PQED” (Predict, Quantize Error, Encode Difference)

## પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

એન્ટેના, રેડિયેશનપેર્ટર્ન અને ધૂવીકરણ વ્યાખ્યાયિત કરો.

## જવાબ

Table 21: એન્ટેનાની વ્યાખ્યાઓ

શબ્દ	વ્યાખ્યા
એન્ટેના	એક ઉપકરણ જે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક તરંગમાં અને તેનાથી વિપરીત રૂપાંતરિત કરે છે
રેડિયેશન પેર્ટર્ન	અવકાશ કોઓર્ડિનેટ્સના ફંક્શન તરીકે એન્ટેનાના રેડિયેશન ગુણધર્મોનું ગ્રાફિકલ રજૂઆત

ધૂવીકરણ

એન્ટેના દ્વારા રેડિયેટ કરાયેલા ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક તરંગના ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ વેક્ટરની ઓરિએન્ટેશન

ધૂવીકરણના પ્રકારો:

- લિનિયર: ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ એક દિશામાં આંદોલિત થાય છે (વાર્ટિકલ, હોરિડોન્ટલ)
- સક્ર્યુલર: ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ અચળ એમ્પલિટ્યુડ સાથે ફરે છે (RHCP, LHCP)
- ઇલિપ્ટિકલ: ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડ બદલાતી એમ્પલિટ્યુડ સાથે ફરે છે

### મેમરી ટ્રીક

“WAVE-PRO” (Wireless Antenna Validates Electromagnetic Propagation, Radiation, Orientation)

### પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

માઇકોસ્ટ્રીપ એન્ટેના સ્કેચ સાથે સમજાવો.

#### જવાબ

આફ્ટિસ: માઇકોસ્ટ્રીપ પેચ એન્ટેના

(radiating element)

substrate

plane

Feed point

Table 22: માઇકોસ્ટ્રીપ એન્ટેના ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
પેચ	રેડિયેટિંગ એલિમેન્ટ (સામાન્ય રીતે કોપર)
સબસ્ટ્રેટ	પેચ અને ગ્રાઉન્ડ વર્ચ્યુલનું ડાઇલેક્ટ્રિક મટિરિયલ
ગ્રાઉન્ડ પ્લેન	તાલિયે મેટલ લેયર
ફીડ પોઇન્ટ	સિશ્વલ માટે કનેક્શન પોઇન્ટ

- કાર્યસિદ્ધાંત: ધારો પર ફિન્જિંગ ફીલ્ડ્સ રેડિયેશન ઉત્પત્ત કરે છે
- ફાયદા: લો પ્રોફાઇલ, હળવું વજન, સરળ ફેબ્રિકેશન, PCB સાથે સુસંગત
- એપ્લિકેશન્સ: મોબાઇલ ડિવાઇસ, સેટેલાઇટ, એરકાફ્ટ, RFID ટેગ્સ

### મેમરી ટ્રીક

“SPGF” (Substrate, Patch, Ground, Feed)

### પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન જરૂરી સ્કેચ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

#### જવાબ

ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (DM) એ ડિક્રેન્શિયલ પલ્સ કોડ મોડ્યુલેશનનું સૌથી સરળ સ્વરૂપ છે જ્યાં કમિક સેમ્પલ્સ વર્ચ્યેનો તફાવત એક બિટમાં એન્કોડ થાય છે.

આફ્ટિસ: ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર

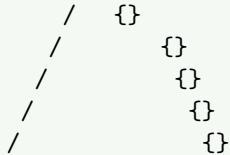
```

flowchart LR
    A[Input Signal] --> B((+))
    B --> C[1{-}bit Quantizer]
    C --> D[Output]
    C --> E[Delay]
    E --> F[Integrator]
    F --> G[Approximated Signal | G((+))]
    G --> B

```

### આફ્ટિનીંગ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન વેવફોર્મ

Input Signal:



Clock Pulses:



DM Output (bits):

1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0

Step Approximation:

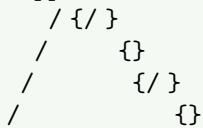


Table 23: ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
બિટ રેટ	પ્રતિ સેમ્પલ 1 બિટ
સ્ટેપ સાઇજ	ફિક્સ્ડ (મુખ્ય મર્યાદા)
સ્લોપ ઓવરલોડ	જ્યારે સિગ્નલ સ્ટેપ સાઇજ ટ્રેક કરી શકે તેના કરતાં ઝડપથી બદલાય ત્યારે
ગ્રેન્યુલર નોઇજ	ધીમી ગતિએ બદલાતા સિગ્નલમાં (સતત હંટિંગ)
ફાયદા	સરળતા, ઓછા બિટ રેટ
ગેરફાયદા	મર્યાદિત ડાયનમિક રેન્જ, નોઇજ સમસ્યાઓ

### મેમરી ટ્રીક

“SIGN-UP” (SInGle bit, Next step Up or down, Predict)

### પ્રશ્ન 5(અ) OR [3 ગુણ]

સ્માર્ટ એન્ટેના શું છે? સ્માર્ટ એન્ટેના એપ્લિકેશન આપો.

#### જવાબ

સ્માર્ટ એન્ટેના એ એક એડેપ્ટિવ એરે સિસ્ટમ છે જે કોમ્પ્યુનિકેશન પરફોર્મન્સ વધારવા માટે ડિજિટલ સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ અન્ગોરિધમનો ઉપયોગ કરીને ડાયનમિક રીતે તેની રેડિએશન પેટર્ન એડજર્સ કરે છે.

Table 24: સ્માર્ટ એન્ટેના એપ્લિકેશન્સ

એપ્લિકેશન	ફાયદો
સેલ્યુલર બેઝ સ્ટેશન્સ	વધેલી ક્ષમતા અને કવરેજ
વાયરલેસ LAN	સુધારેલું થૂપુટ અને ઘટેલું ઇન્ટરફેરન્સ
સેટેલાઇટ કોમ્પ્યુનિકેશન્સ	બેહતર સિગ્નલ કવોલિટી અને પાવર કાર્યક્ષમતા
મિલિટરી કોમ્પ્યુનિકેશન્સ	વધેલી સુરક્ષા અને જામ રેસિસ્ટન્સ

- કાર્યસિદ્ધાંત: ઇચ્છિત યુઝર્સ તરફ સિગ્નલ એનર્જી ફોકસ કરવા બીમફોર્મિંગનો ઉપયોગ કરે છે
- પ્રકારો: સ્વિચ બીમ સિસ્ટમ્સ અને એડેપ્ટિવ એરે સિસ્ટમ્સ

**મેમરી ટ્રીક**

“SWIM-CM” (Smart Wireless In Mobile-Cellular-Military)

**પ્રશ્ન 5(બ) OR [4 ગુણ]**

પેરાબોલિક રિફલેક્ટર એન્ટના સ્કેચ સાથે સમજાવો.

**જવાબ**

આકૃતિ: પેરાબોલિક રિફલેક્ટર એન્ટના

Feed  
Point

Table 25: પેરાબોલિક રિફલેક્ટર ઘટકો

ઘટક	કાર્ય
પેરાબોલિક ડિશન	સિગ્નલને પરાવર્તિત અને કેન્દ્રિત કરે છે
ફીડ હોર્ન	ફોકલ પોઇન્ટ પર સિગ્નલને રેડિયેટ/રિસીવ કરે છે
સપોર્ટિંગ સ્ટ્રક્ચર	જ્યોમેટ્રી અને સ્થિરતા જાળવે છે
વેવગાઇડ	ફીડ હોર્નને ટ્રાન્સમિટર/રિસીવર સાથે જોડે છે

- કાર્યસિદ્ધાંત: આવતા સમાંતર કિરણો ફોકલ પોઇન્ટ પર પરાવર્તિત થાય છે
- લાક્ષણિકતાઓ: ઉચ્ચ ગેઇન, દિશાત્મકતા, સાંકડી બીમવિદ્ધ
- એપ્લિકેશન્સ: સેટેલાઇટ કોમ્પ્યુનિકેશન, રેડિયો એસ્ટ્રોનોમી, રડાર, માઇકોવેવ લિંક્સ

**મેમરી ટ્રીક**

“PFGH” (Parabolic Focus Gives High-gain)

**પ્રશ્ન 5(ક) OR [7 ગુણ]**

એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન જરૂરી સ્કેચ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

**જવાબ**

એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેશન (ADM) ઇનપુટ સિગ્નલની લાક્ષણિકતાઓ અનુસાર સ્ટેપ સાઇજને ડાયનેમિક રીતે એડજસ્ટ કરીને સ્ટાન્ડર્ડ DMમાં સુધારો કરે છે.

આકૃતિ: એડેપ્ટિવ ડેલ્ટા મોડ્યુલેટર

flowchart LR

```
A[Input Signal] {--> B((+))} 
B {--> C[1{-}bit Quantizer]}
```

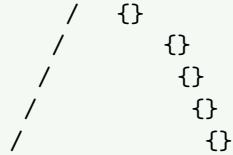
```

C {-{-} D[Output]}
C {-{-} E[Step Size Control]}
E {-{-} F[Integrator]}
F {-{-}|Approximated Signal| G((-))}
G {-{-} B}

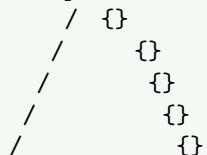
```

### આકૃતિ: ADM વેવફોર્મ

Input Signal:



ADM Output (variable step):



(larger steps for steep slopes)

Table 26: ADM લાક્ષણિકતાઓ

પાસું	વર્ણન
સ્ટેપ સાઇઝ	વેરિએબલ (સિગ્નલ સ્લોપને અનુકૂળ)
કંટ્રોલ લોજિક	ક્રમિક સમાન બિટ્સ માટે સ્ટેપ સાઇઝ વધારે છે
ફાયદા	ઘટાડેલ સ્લોપ ઓવરલોડ અને ગ્રેન્યુલર નોઇજ
ગેરફાયદા	DM કરતાં વધુ જટિલ
એપ્લિકેશન્સ	સ્પીચ કોડિંગ, ટેલિમેટ્રી, ડિજિટલ ટેલિફોની
પરફોર્મન્સ	સમાન બિટ રેટ પર DM કરતાં વધુ સારું SNR

- સ્ટેપ સાઇઝ એડજસ્ટમેન્ટ:  $\Delta(n) = \Delta(n-1) \times K$
- સ્ટેપ સાઇઝ એડજસ્ટમેન્ટ:  $\Delta(n) = \Delta(n-1) / K$  જો ક્રમિક બિટ્સ બદલાય

### મેમરી ટ્રીક

“ADVISED” (ADaptive Variable Increment Step for Enhanced Delta modulation)