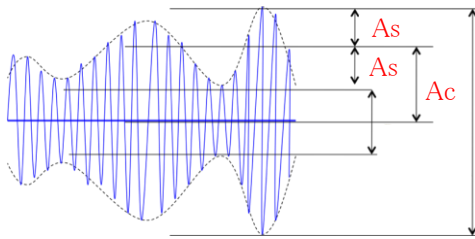


問題 1. 振幅 $A_c=50V$ 、周波数 $2MHz$ の搬送波を、信号振幅 $A_s=40V$ 、周波数 $2\sim 10kHz$ の信号波で振幅変調するとき、(a)以下の図中矢印のなかで、 A_c 、 A_s は何処に当たるか記入せよ、変調度 m の数値も示せ。



変調度 $m=A_s/A_c=40/50=0.8$

(b)全平均電力に占める、信号電力に寄与する電力成分の比率を求めよ。

$(2P_s)/P=m^2/(2+m^2)=0.24$

(c) この AM 変調における占有周波数域はどの範囲か？この AM 変調を SSB 変調にすると占有帯域幅はどうなるか？

AM 変調の占有周波数帯域[1.99MHz ~ 2.01MHz] SSB 変調の占有周波数帯域幅[8kHz]

問題 2. 最大振幅が $\pm 5V$ 、 $0.1\sim 20kHz$ の周波数帯域を持つ音楽信号を $44kHz$ でサンプリングし PCM 録音する。量子化雑音電力をできるだけ小さくしたい。

(a) 量子化雑音電力を $-80dB$ 以下におさめるには量子化ステップを何ビット以上に設定すれば良いか計算せよ。

$-80dB=10^{-8}$ なので、 $NQ=V_{pp}^2/(12 \times 2^{2n}) < 10^{-8}$ より $n > 14.8$ 。ただし、 V_{pp} は $10V$ 。したがって、15ビット以上

(b) (a)の条件を満たす最低ビット数で 1 時間の音楽を圧縮無く PCM で保存したときのデータ量を計算せよ。

$44 [kHz] \times 15 [bit] \times 3600 [s] = 2.38Gbit = 298MB$

問題 3. $80MHz$ の搬送波を用いて $0.1\sim 10kHz$ の帯域を持つ音楽信号を変調度 $m=1$ の AM で送信する場合と変調指数 $m_f=10$ の FM で送信する場合を比較する。搬送波の振幅は $A_c=10(V)$ 、雑音電力 $N=10(W)$ とおく。

(a) AM 変調した場合の電力は、FM 変調した場合の信号電力の何倍か。

$P_{AM} = A_c^2/2 \times (1+m^2/2) = 75 [W]$ 、 $P_{FM} = A_c^2/2 = 50[W]$ なので、1.5 倍

(b)上記 AM 信号を包絡線検波で受信した場合の S/N を求めよ。

$(S/N)_{O,AM} = m^2 A_c^2 / (4N) = 2.5$ (公式集が間違っていました)

(c) この FM 波の占有周波数帯域幅 B を求めよ。

$f_s = 10kHz$ なので $B = 2(m_f + 1)f_s = 220[kHz]$

(d) FM 信号を受信した場合の S/N を求めよ。

$(S/N)_{O,FM} = 3m_f^2(m_f + 1) (C/N) = 3m_f^2(m_f + 1) (A_c^2 / (2N)) = 16500$

問題 4.

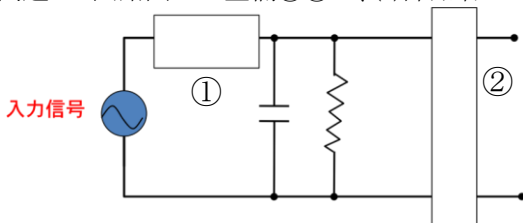
(a)広帯域 FM 変調の仕組みと特徴を説明せよ。

広帯域 FM 変調では m_f が大きくなるにつれて総和が 1 となるベッセル関数の高次の項が増え、両側波が広がり、キャリア成分が低下する。占有周波数帯域幅は m_f に比例して大きくなるが S/N は m_f の 3 乗に比例するため、大きく S/N が向上する。

(b) ナイquist定理(標本化定理)の意味を説明せよ。

連続波形に含まれる最高周波数成分 f_m の 2 倍以上の周波数で標本化を行えば標本化されたデータから元の連続信号を完全に復元できる

問題 5. 回路図の□空欄①②に、(a)部品名または機能名を入れよ。(b)この回路は何の動作をおこなうか説明せよ。



(a) ①ダイオード②低域通過フィルタ (b) 包絡線検波回路

問題 1. 80MHz の搬送波が 0.1~10kHz の帯域を持つ音楽信号で周波数変調されている。このとき、FM 波の周波数遷移は最大±100kHz であった。搬送波の振幅は $A_c=10(V)$ 、雑音電力 $N=10(W)$ とおく。

(a) FM 基本波の最高周波数、最低周波数を求めよ。

最高周波数 80.1MHz 最低周波数 79.9MHz

(b) この FM 波の変調指数 m_f を求めよ。

$m_f = \Delta f / f_s = 100 \text{ [kHz]} / 10 \text{ [kHz]} = 10$

(c) 占有周波数帯域幅 B を求めよ。

$B = 2(m_f + 1)f_s = 220 \text{ [kHz]}$

(d) FM 信号を受信した場合の S/N を求め dB で表示せよ。

$(S/N)_{O,FM} = 3m_f^2(m_f + 1)(A_c^2 / (2N)) = 1.65 \times 10^4$ これをデシベルに直すと 42.2dB

問題 2. 変調振幅 $A_c=20V$ の搬送波を用い、変調度 $m=0.5$ の AM 伝送信号が送信された。通信中に白色雑音 $N=10(W)$ が付与され、包絡線検波により受信される。

(a) 送信信号電力を求めよ。

$P = A_c^2 / 2 \times (1 + m^2 / 2) = 225 \text{ [W]}$

(b) 受信信号 S/N 比を求めよ。

$(S/N)_{O,AM} = m^2 A_c^2 / (4N) = 2.5$ (公式集が間違っていました)

問題 3. 最大振幅が ±5V で、0.1~10kHz の周波数帯域を持つ音楽信号を 16 ビットで CD におさめる。

(a) 量子化ステップは 1 ステップ何ボルトになるか？

$s = 10 \text{ [V]} / 2^{16} = 153 \text{ [}\mu\text{ V]}$

(b) サンプリング周波数は最低何ヘルツ以上必要であるか？

信号の最大周波数の 2 倍以上必要なので 20kHz 以上必要。

(c) PCM 符号化をおこなう場合、量子化歪みはどれだけになるか？デシベルで表せ。

$NQ = s^2 / 12 = (1.53 \times 10^{-4})^2 / 12 = 1.94 \times 10^{-9}$ なのでデシベルに直すと -87.1dB

問題 4.

(a) PCM 符号化方式の手順を簡単に説明せよ。

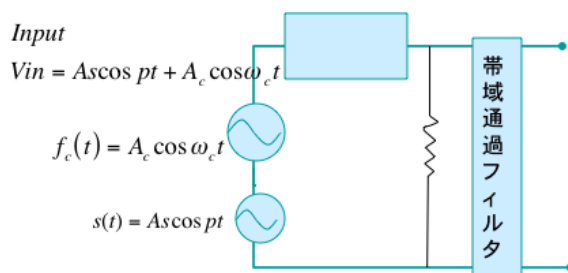
- ①アナログ信号の最高周波数の 2 倍以上の繰り返し周波数で信号強度の瞬時値を抜き出した PAM 信号を生成する
- ②AD 変換器を用いて量子化雑音が目値以下にするよう設計した量子化ビット数で強度を量子化する
- ③得られた量子化レベルを設定ビット数の 2 進符号に変換して 1,0 の連続したデジタル信号として送信する

(b) DSB 変調、SSB 変調の仕組みと特徴を説明せよ。

DSB 変調はキャリア信号を抑圧して信号伝送に寄与するパワー成分を高める手法である。

SSB 変調は DSB 変調に現れる両側波帯のうち的一方のみを使用することで占有周波数帯域を節約でき、周波数利用効率や FDM の多重度の向上に貢献している。

問題 5. 下の回路図の□空欄に、(a)部品名または機能名を入れよ。(b)この回路は何の動作をおこなうか？説明せよ。



(a) トランジスタ(非線形素子) (b) AM 信号発生器(非線形変調器)