

試験種別	試験科目	専門分野
第1種伝送交換主任技術者 第2種伝送交換主任技術者	専門的能力	伝送

問1 次の問いに答えよ。

- (1) 次の文章は、デジタル信号の伝送路符号について述べたものである。□内に最も適した語句を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ語句を示す。

符号化によってデジタル化された信号を伝送路に送出する際には、使用する伝送路の特性に応じた符号への変換が行われる。伝送路符号に要求される条件として、以下のものが考えられる。

(i) 情報量

多値符号を用いることにより、2値符号と同一のパルス送出間隔で□(ア)の増大を図ることができ、 m 値符号の場合における1符号当たりの情報量 I は、 $I = \square$ (イ) [ビット]と表される。符号の選択は、システムからの要求条件のほか、伝送路の周波数帯域、 S/N 特性などを考慮して行われる。

(ii) 低域遮断の影響

一般的にベースバンド伝送系では、情報伝送帯域として低域遮断特性となっている。このため、伝送路符号は、バイポーラ符号に代表される□(ウ)領域に電力スペクトルの少ないものが望ましい。

(iii) □(エ)

識別・再生中継方式の場合、伝送路に入力されるいかなる符号系列も制限されることなく正しく伝送できることが必要である。□(エ)を損なう要因としては、中継器での符号の識別・再生を行うためのタイミング情報の喪失が最も大きい。

中継器におけるタイミング情報の抽出は、一般に、自己タイミング方式が用いられており、□(オ)の連続によりタイミング情報が失われることになるので、□(オ)連続を抑圧する符号構成とする必要がある。

(iv) 帯域の圧縮

メタリックケーブルなどの低域ろ波型の伝送路では、伝送損失は周波数の□(カ)に比例して増大するため、帯域圧縮符号を用いた高能率符号化伝送方式が用いられることがある。

(v) 信号対雑音電力比

多値符号の場合には、□(キ)余裕が小さくなり、一定の S/N 比の下では情報量の増大に限界があるため、2値符号系の方が有利である。

(vi) ジッタ

タイミング抽出回路の振幅変動は、タイミング波の□(ク)に変換され、ジッタを発生する要因となる。この振幅変動は、□(ケ)の変動に起因するため、符号列の□(コ)が有効である。

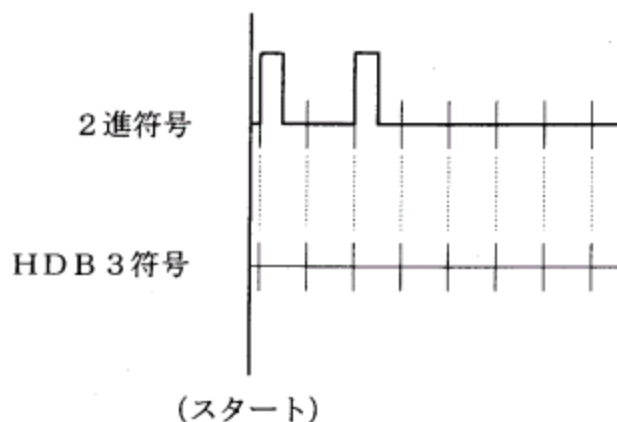
さらに、高品質伝送を保証するためには、伝送路符号が伝送されている状態における

(サ) の検出が容易な符号構成であることが望ましい。また、システムの信頼性、経済性の観点からは、符号変換則及び変換回路構成が簡単で、回路のLSI化が容易であることが必要条件となる。これらの条件のうち、特に情報量、低域遮断の影響、(エ) は重要な要件である。

- (2) 伝送路符号の一つとしてHDB_n符号がある。HDB_n符号は(n+1)個の零連続符号を特殊パターンで置換するもので、特殊パターンにはその最終ビットでバイポーラ反則が発生するもの選ばれている。次の表は、HDB₃方式を用いた符号化の規則を示している。表を参考にして図に示す2進符号をHDB₃符号で図示せよ。

HDB₃符号変換則

直前のパルス極性	置換パターン	
	先行置換以降のパルス数	
	奇数	偶数
+	000+	-00-
-	000-	+00+



(1) 次の文章は、デジタル伝送における同期多重化の方法について述べたものである。

内に最も適した語句を、下記の語群の中から選び、その番号を記せ。ただし、
 内の同じ記号は、同じ語句を示す。

多重化しようとするデジタル信号は、一般に、それぞれ異なった装置から発生するため、特別な処置を施さない限り速度としては完全には一致していない。これを一致させる方法としては、網同期と (ア) 同期などがある。

網同期とは、デジタル伝送路網全体のクロック周波数を一致させる方法である。

(ア) 同期は、各装置から発生するデジタル信号をそれぞれいったんメモリに蓄え、多重化しようとするどのデジタル信号よりも (イ) の共通のクロック信号で読み出すことにより同一速度に変換する方法であり、両者の差分は余分なパルス((ウ))を挿入することにより埋め合わされる。受信側で (ウ) を除去するためには、 (ウ) の有無を知る必要があり、送信側からその有無を示す (エ) を送る方法が採られる。

(語 群)

- | | | |
|------------|-----------|---------|
| ① クロックパルス | ② スタッパルス | ③ 平均の速度 |
| ④ タイミングパルス | ⑤ 速い速度 | ⑥ 多重 |
| ⑦ ポインタパルス | ⑧ 遅い速度 | ⑨ スタッ |
| ⑩ スタッ指定パルス | ⑪ デスタッパルス | ⑫ 位相 |

(2) 次の文章は、網同期方式の原理的な特徴と伝送品質について述べたものである。 内の(オ)～(ク)に最も適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。

(i) 相互同期方式の特徴について述べた次の文章は、 (オ) 。

- A 網内各局に発振器を設置するが、独立同期方式と比較し高精度な安定性と信頼性は必要としない。
- B クロック供給系統がループ状であるため、装置の故障検出や監視が容易である。
- C 互いに他局のクロックにより自局の周波数を制御し、クロックレートを保持する。

<(オ)の解答群>

- | | | |
|-----------------|-------------------|-----------|
| ① Aのみ正しい | ② Bのみ正しい | ③ Cのみ正しい |
| ④ A、Bが正しい | ⑤ A、Cが正しい | ⑥ B、Cが正しい |
| ⑦ A、B、Cのすべてが正しい | ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない | |

(ii) 従属同期方式の特徴について述べた次の文章は、(カ)。

- A 特定の局に高精度の発振器を設置し、網内の他の局へクロックを分配する。
- B クロックの分配路におけるじょう乱や故障により、その影響が多くの局に波及する。
- C クロック供給装置の自走モード方式として、ホールドオーバーとパストレースがある。
- D 故障時の対策として、帰属先切替えがある。

<(カ)の解答群>

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
- ④ Dのみ正しい ⑤ A、Bが正しい ⑥ A、Cが正しい
- ⑦ A、Dが正しい ⑧ B、Cが正しい ⑨ B、Dが正しい
- ⑩ C、Dが正しい ⑪ A、B、Cが正しい ⑫ A、B、Dが正しい
- ⑬ A、C、Dが正しい ⑭ B、C、Dが正しい
- ⑮ A、B、C、Dのすべてが正しい ⑯ A、B、C、Dのすべてが正しくない

(iii) 独立同期方式の特徴について述べた次の文章は、(キ)。

- A 網内の二つの局に高精度の発振器が必要である。
- B クロックの供給ルートがツリー状であり、局の増設や改廃に柔軟性がある。
- C 国際間の通信における網の同期に適している。

<(キ)の解答群>

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cのすべてが正しい ⑧ A、B、Cのすべてが正しくない

(iv) 伝送品質の劣化要因についての説明として、誤っているものは、(ク)である。

<(ク)の解答群>

- ① ユーザ情報の欠落や重複を生じるスリップは、メモリ部での情報受信の速度と読み出し速度が同一であることから発生する。
- ② 伝送路における符号誤りの主な要因として、符号間干渉、ランダム雑音、インパルス性雑音が挙げられる。
- ③ ジッタは熱雑音や符号間の干渉等に起因する短期の位相変動であり、符号誤りの一因ともなる。
- ④ ワンダは温度変化等に基づく伝送路の遅延変動であり、長期の位相変動である。

- (1) 次の文章は、ATM技術の特徴とLANへの適用について述べたものである。□内に最も適した語句を、下記の語群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ語句を示す。

ATM技術は、回線交換の□(ア)と、パケット交換の□(イ)を兼ね備えた多重交換技術である。様々な伝送速度領域に適用しており、かつ、機能のハードウェア化が行われている。さらに、次のような特徴がある。

- Ⓐ ユーザ数や処理量の増加に対応できる□(ウ)が改善される。
- Ⓑ 高速□(エ)が可能になる。
- Ⓒ □(オ) (音声、データ、映像など)への対応が可能になる。
- Ⓓ LANとWANとの間で□(カ)な接続が可能になる。

これらの特徴を踏まえLANの構成においては、既存のLAN物理セグメントをATMの□(キ)を使って置き換えることが可能である。

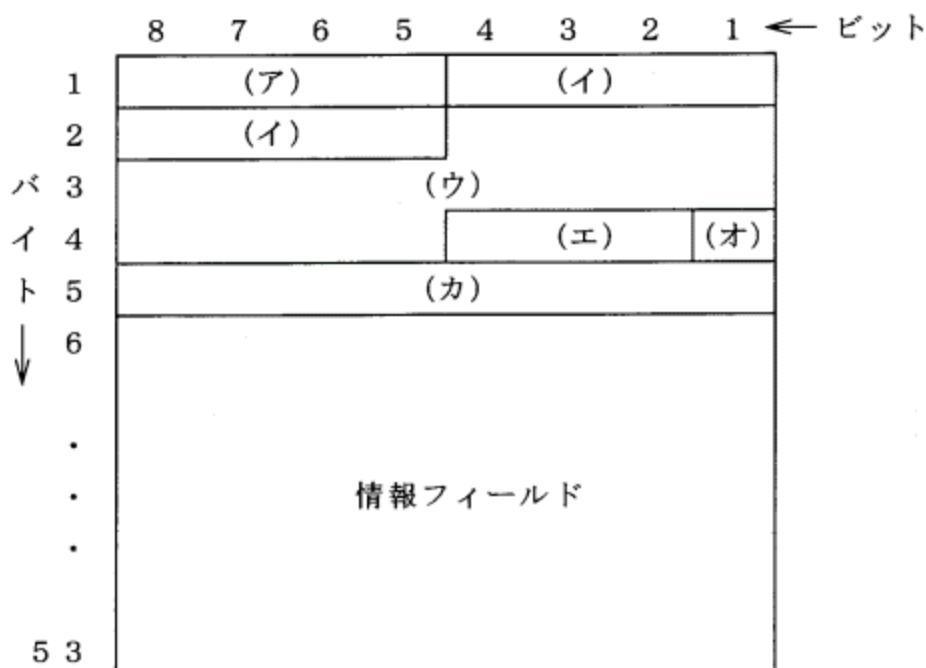
その効果としては、一つのATM物理リンク(伝送路)で複数の仮想的なLANセグメントを形成し多重化することにより、□(ク)を減らすことができる。また、論理的なワークグループの設定・変更といった管理をネットワークの物理構成と切り離して、□(キ)の設定・変更の形で行えるため、工事や保守が容易になることなどが挙げられる。

(語群)

- | | | |
|-----------|------------|-------------|
| ① シームレス | ② ブートストラップ | ③ ダウンサイジング |
| ④ スイッチング | ⑤ フロー制御 | ⑥ イーサネットLAN |
| ⑦ スループット | ⑧ 低遅延性 | ⑨ 物理配線量 |
| ⑩ 仮想チャンネル | ⑪ 誤り制御 | ⑫ 自己位相変調効果 |
| ⑬ 統計多重効果 | ⑭ スパイラル | ⑮ スケーラビリティ |
| ⑯ FDDI | ⑰ サイクルタイム | ⑱ バーチャルLAN |
| ⑲ ループバック | ⑳ マルチメディア | ㉑ インタラクティブ性 |

(2) 図は、ユーザ・網インタフェースにおけるATMセルの構造を示したものである。図中の(ア)～(カ)に最も適した語句を、下記の語群①～⑧から選び、その番号を記せ。また、その機能を同じ下記の語群(a)～(h)から選び、その記号を記入例に従って記せ。ただし、(ア)～(カ)の同じ記号は、同じ語句を示す。

解答の記入例：(ケ)－⑩－(p)



(語 群)

- ① UDP ② CLP ③ CRC ④ PT ⑤ GFC
 ⑥ VPI ⑦ HEC ⑧ VCI

- (a) ネットワークのふくそう状態でのセル損失の優先度を示すために使用する。
 (b) ヘッダの誤り制御とセル同期に使用する。
 (c) ATMコネクションの最大速度を規定するために使用する。
 (d) マルチアクセス競合制御のために使用する。
 (e) セルの遅延変動許容値を規定するために使用する。
 (f) バーチャルパスを区別するための番号に使用する。
 (g) バーチャルチャネルを区別するための番号に使用する。
 (h) 情報フィールドに含まれる内容の識別のために使用する。

(3) ATMのセルを伝送する方式として、①SDHベース・インタフェースと②セルベース・インタフェースの2種類がある。この2種類について、セル転送方法の相違点を簡潔に説明せよ。

問4 次の問いに答えよ。

- (1) 次の文章は、SDHの多重化構造について述べたものである。□内に最も適した語句を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ語句を示す。

バーチャルコンテナ(VC)の構造は、SDHの□(ア)をサポートするため、コンテナ(C)といわれる情報ペイロードと、□(ア)レイヤの保守、運用を行うための□(イ)で構成される。

VCが生成され終端されるまでの区間を□(ア)レイヤという。VCは、C-1、C-2のコンテナを收容する低次のVCと、C-3、C-4のコンテナ又は□(ウ)を收容する高次のVCの二つのタイプに分けられる。

低次□(ア)レイヤと高次□(ア)レイヤ間の変換を行う機構は、トリビュタリユニット(TU)といわれる。これは、1個の低次VCと高次VCフレームに関して、ペイロードフレームの開始オフセットを示す1個のTUポイントとから構成される。TUは、高次VCペイロード内の固定位置に多重化され、1個又は複数のTUを□(ウ)という。

高次□(ア)レイヤとセクションレイヤ間の変換を行う機構は、管理ユニット(AU)といわれる。これは、1個の高次VCと多重化セクションフレームに関して、ペイロードフレームの開始オフセットを示す1個のAUポイントとから構成される。AUとして、□(エ)と□(オ)の二つのタイプが定義されている。AUは、STMペイロード内で固定位置にあり、1個又は複数のAUを□(カ)という。

STM-Nは、SDHのセクションをサポートする機構であり、情報ペイロードと□(キ)の情報フィールドから構成される。基本STMは、155.520 [Mbit/s]であり、これをSTM-1という。更に、大容量のSTMは、基本速度のN倍で規定される。

STM-1は、□(キ)と1個の□(カ)から構成され、STM-Nは、□(キ)とN個の□(カ)で構成される。ITU-T勧告では、Nとして、0、1、4、16、□(ク)がある。

- (2) SDHの多重化において①TUポイント及び②AUポイントが付加される理由について、それぞれ簡潔に説明せよ。

- (3) 受信STM-1のクロック周波数(f_1)が受信局のクロック周波数(f_0)より低い場合のAUポイントによる周波数調整機能について、当初のポイント値をpと仮定して、下記の語群から最も適した語句を三つ以上用いて、簡潔に説明せよ。ただし、受信信号のポイント値は変化しないものとする。

(語群)

- ① H1 ② p ③ p-1 ④ 正スタフ ⑤ スタフ
⑥ H2 ⑦ H3 ⑧ p+1 ⑨ 負スタフ

(1) 次の文章は、光ファイバ通信における波長多重伝送方式と周波数多重伝送方式について述べたものである。□内に最も適した語句を、下記の語群から選び、その番号を記せ。

光ファイバの減衰特性は、波長 $1.55[\mu\text{m}]$ で□(ア)の値を示し、その前後の波長では実用的に十分低い減衰定数が得られる。このような特性をふまえ、1本の光ファイバで幾つかの波長を変えた光を伝送することのできる光ファイバ通信の多重化システムとして、波長多重伝送方式が挙げられる。この方式は、幾つかの波長の光をそれぞれの情報で□(イ)した後、□(ウ)して、一本の光ファイバで伝送する方式であり、ファイバの利用効率を上げようとするものである。

波長 $1.55[\mu\text{m}]$ の付近で利用できる□(エ)を、例えば $1.50[\mu\text{m}]$ から $1.60[\mu\text{m}]$ までの $0.10[\mu\text{m}]$ としても、これを周波数に換算すると□(オ)[THz]となる。

この□(カ)に光の搬送周波数を、例えば $100[\text{GHz}]$ 間隔で配置すれば、□(キ)チャンネルの搬送波を並べることができる。一つの搬送波に $10[\text{Gbit/s}]$ の情報を乗せたとしても、全体では□(ク)[Tbit/s]の情報量になる。

周波数多重伝送方式の場合は、周波数間隔が接近しているため、複数の半導体レーザをある一定周波数間隔で安定化させる必要がある。安定化の基準としては、例えばファブリペロー共振器を用いて□(ケ)を確保することにより、安定化周波数間隔を数十[GHz]から数百[GHz]まで容易に設定できるので、複数の半導体レーザの周波数を一つの□(コ)で周波数間隔を□(サ)で安定化することができる。

(語群)

- | | | | |
|--------|---------|-----------|---------|
| ① 1.25 | ② 12.5 | ③ 125 | ④ 検波 |
| ⑤ 最低 | ⑥ 変調 | ⑦ 分波 | ⑧ 最高 |
| ⑨ 合波 | ⑩ 周波数基準 | ⑪ 周波数帯域 | ⑫ 波長帯域幅 |
| ⑬ 等間隔 | ⑭ 波長間隔 | ⑮ 共振周波数間隔 | |

(2) 次の文章は、光伝送系の通信システムに採用されている代表的な伝送路符号について述べたものである。□内に最も適した語句を記せ。

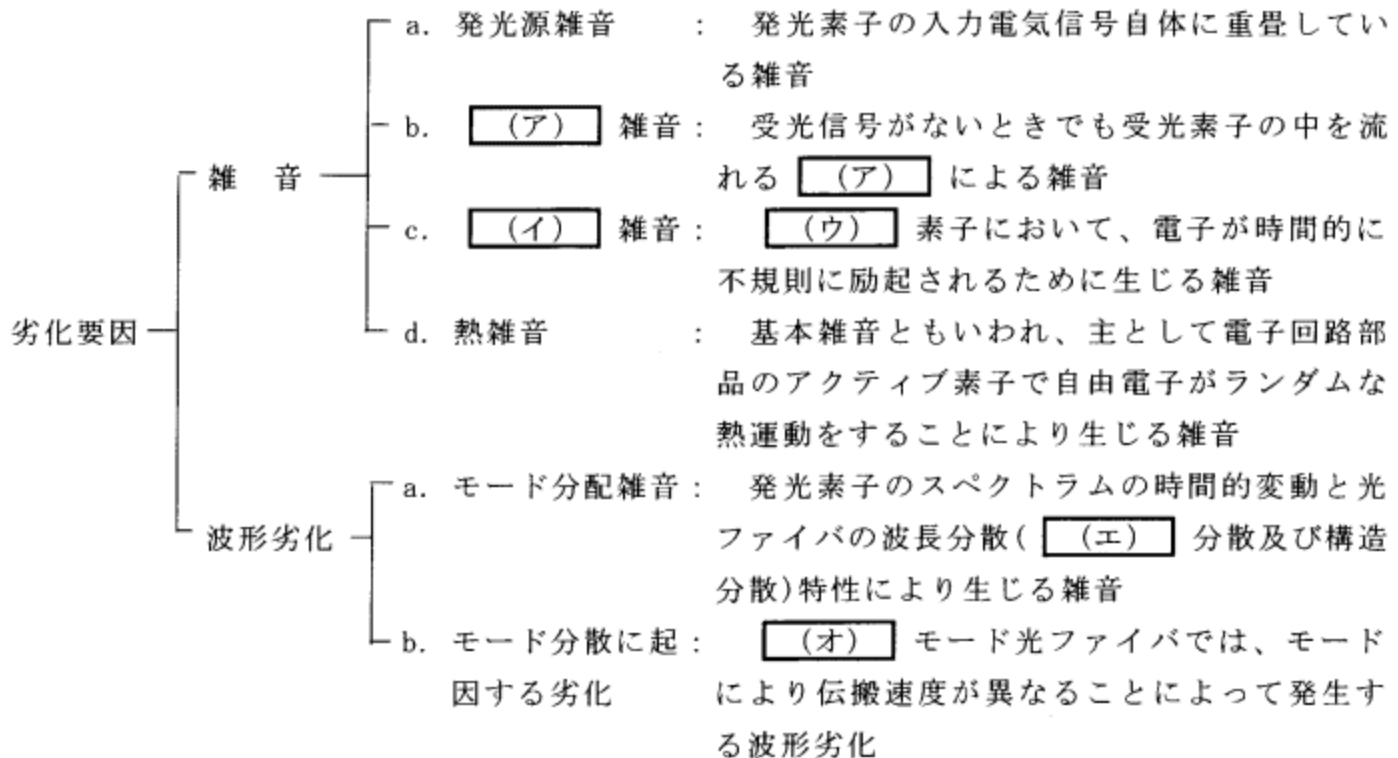
通信システムでは、各種の伝送路符号が用いられている。CMI (Coded Mark Inversion) 符号は、入力信号の“0”を□(ア)又は□(イ)に、また“1”を□(ウ)と□(エ)の交互に変換したものであり、mビットの符号ブロックをnビットの符号ブロック(n>m)に変換して、その冗長性を利用するmBnB符号の一種である。

また、CMI符号においては、回路規模が小さい利点はあるものの伝送速度が元の信号速度の□(オ)倍になるため、通常、数十[Mbit/s]から百数十[Mbit/s]以下の信号伝送に適している。

一方、スクランブルドバイナリ符号は、入力信号に対し外部からあるパターン(これをスクランブルドパターンという。)信号を掛け合わせるにより、“1”と“0”の生起確率がそれぞれ□(カ)になるように拡散された符号である。

スクランブルドバイナリ符号では、回路規模が比較的大きくなるが、伝送速度の上昇はなく一般的に、高速の信号伝送に適している。

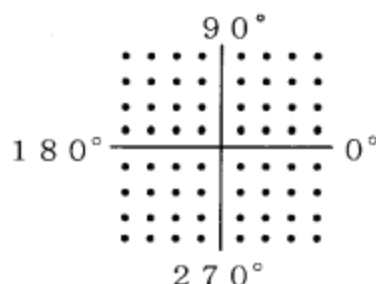
(3) 次の文章は、光伝送系における伝送品質の主な劣化要因をまとめたものである。□内に最も適した語句を、下記の語群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ語句を示す。



- (語群)
- | | | | | |
|------|-------|--------|--------|----------|
| ① 発光 | ② ビート | ③ 受光 | ④ 電力密度 | ⑤ フレネル反射 |
| ⑥ 材料 | ⑦ マルチ | ⑧ 遮断波長 | ⑨ ショット | ⑩ 振幅変動 |
| ⑪ 吸収 | ⑫ 暗電流 | ⑬ シングル | ⑭ 結合 | ⑮ レイリー散乱 |

問6 次の文章は、伝送に関連する事項について述べたものである。各文章の下線を施した①～⑭の部分の正誤を記し、誤りと判断したものについては正しい表現に直せ。

- (i) 誤り訂正符号を符号構成上から分類すると、ブロック符号と畳込み符号とに大別される。
①ブロック符号は、一定長のブロック単位で、前後のブロックとは独立に符号化が行われる。これに対して、②畳込み符号の符号化は、ブロック単位で行われるが、過去のブロックの情報が現在のブロックの符号化にも影響を及ぼす点が異なっている。
- (ii) マルチモード光ファイバ伝送方式で遅延ひずみを生じる原因となる現象には③散乱があり、光ファイバの伝送容量を決める要因となる。その主なものとして、④レイリー散乱などが挙げられる。
- (iii) モバイル環境における動画伝送などに用いられる⑤MP3は、伝送速度が数キロビット毎秒から適用が可能な拡張性の高い映像符号化方式である。
- (iv) 図の⑥16QAMは、被変調波1波の直交する位相成分にそれぞれ16値を割り当てる位相振幅変調方式であり、変調速度を1M[ボー]とすると、データ信号速度は⑦16 [Mbit/s]となる。



- (v) デジタル網の符号誤り特性の評価方法として従来から最も一般的に使用されてきたのは、平均符号誤り率であるが、これは⑧ランダム的な誤りの評価には適していない。
- (vi) ナイキスト周波数とは、信号をひずみなく再生できる標本化周期を $T[s]$ としたとき、理想的な低域パスフィルタ特性の伝送路において、⑨準漏話雑音なしに伝送できる周波数のことであり、⑩ $2/T$ と表すことができる。
- (vii) 二つの電圧又は電流が同一周波数で位相差を持つときの合成は⑪スカラ和である。
- (viii) ⑫オブジェクトプログラムは、ジョブプログラムともいわれ、ユーザの特定の業務を処理するプログラムをいう。
- (ix) フレーム同期においては、フレーム同期復帰時間を短くするには⑬前方保護時間を短くすればよい。その場合、誤同期の可能性は⑭大きくなる。