

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、伝送系における雑音について述べたものである。□内にもっとも適した語句を、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。

伝送系における雑音のうち最も基本的なものは、熱雑音と (ア) である。

熱雑音は、抵抗体の内部の電子が (イ) 運動することにより生じる雑音である。抵抗体の内部には極めて多数の電子があり、それぞれ (ウ) に運動しているのだから、抵抗体の端子から観測すると雑音電圧が発生していることになる。電子の (イ) 運動の平均エネルギーは、(エ) に比例するので、熱雑音の電力は、(エ) に比例する。また、極めて多数の電子が関係していることから、確率論における大数の法則(注)が成り立ち、抵抗体の端子で観測した雑音波形の振幅分布は、(オ) を示す。

(ア) は、電子管やトランジスタなどで生じる雑音である。これらの素子では、多数の (カ) が放出され、その発生個数のばらつきが雑音源となる。

- (注) 大数の法則とは、母平均 m の母集団から大きさ n の無作為標本を抽出するとき、その標本平均 \bar{X} は、 n が大きくなるにつれて、母平均 m に近づくことをいう。

(語群)

- | | | | |
|---------|---------|--------|----------|
| ① 熱 | ② 共振 | ③ 荷電粒子 | ④ 規則的 |
| ⑤ 磁力線 | ⑥ ランダム | ⑦ 指数分布 | ⑧ 位相雑音 |
| ⑨ 離間距離 | ⑩ 過負荷雑音 | ⑪ 絶対温度 | ⑫ ショット雑音 |
| ⑬ 量子化雑音 | ⑭ バブル雑音 | ⑮ 正規分布 | ⑯ 電子ビーム |

(2) 図を参照して、雑音指数に関する次の問いに答えよ。



(凡 例)

S_1 : 増幅器の入力端の有能信号電力

N_1 : 増幅器の入力端の有能雑音電力

S_o : 増幅器の出力端の有能信号電力

N_o : 増幅器の出力端の有能雑音電力

G : 増幅器の有能電力利得

F : 増幅器の雑音指数

(i) この増幅器の雑音指数 F を式で示せ。さらに、この式の表す内容を文章により簡潔に説明せよ。ただし、入力雑音は熱雑音のみであり、対象とする雑音の周波数帯域幅は入出力で等しいものとする。

(ii) この増幅器の有能電力利得 $G = \frac{S_o}{S_1}$ としたとき、(i)で得られた結果から増幅器の出力端の有能雑音電力 N_o の値を表す式を、 N_1 、 G 及び F を用いて示せ。

(iii) N_o は、信号源で発生した雑音 N_1 のみに起因する成分 n_i と、増幅器内部で発生した雑音に起因する成分 n_o とに分けることができ、 $N_o = n_i + n_o$ で表せる。(ii)で得られた結果から N_o を n_i と n_o に分離し、 n_i 及び n_o を表す式を、 N_1 、 G 及び F を用いて示せ。さらに、この n_i と n_o の関係を文章により簡潔に説明せよ。

(iv) 上記(ii)及び(iii)で得られた結果から、雑音指数 F を表す式を n_i 及び n_o を用いて示せ。さらに、この式の表す内容を文章により簡潔に説明せよ。

問2 次の問いに答えよ。

- (1) 次の文章は、加入者線を用いたデジタル伝送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。

各種のデジタルサービスを提供するISDNでは、加入者線のデジタル化が必要である。本格的で高速のデジタルサービスを提供するためには、伝送媒体として□(ア)を用いた伝送路を必要とするが、ISDN基本ユーザ・網インタフェースでは、64[kbit/s]の情報チャンネル(□(イ)チャンネルといわれる。)や16[kbit/s]の信号チャンネル(□(ウ)チャンネルといわれる。)を、電話用に布設された既存の□(エ)線路設備を有効に活用して提供することが考えられた。

この□(エ)線路設備をデジタル加入者線として活用するためには、ブリッジタップ、各種雑音など□(エ)線路設備特有の伝送品質の劣化要因を考慮しなければならない。

ブリッジタップでは、線路の先端にて伝送パルスの反射が発生し、伝送路に□(オ)が生じる。また、各種雑音には、アナログ電話回線から誘起される□(カ)雑音、他システムからの多重漏話雑音などがあり、□(キ)とともに、交換機から加入者までの線路距離を制約する主な要因となっている。

一方、近年インターネットの利用者を中心に、高速アクセスに対する需要が急速に高まっている。この需要に経済的に、かつ、迅速に対応する技術として、既存の□(エ)線路設備の両端に専用のモデムを設置するだけで、メガビット級の高速アクセスを実現できる□(ク)技術が注目されている。特に、この□(ク)技術を用いた場合、一本の加入者回線を電話サービスとデータ通信サービスで共用することが可能であることから、現在の電話サービスの利用を継続しながら、高速のデータ通信サービスも利用したいというユーザのニーズにも対応できるという利点がある。しかし、我が国では、ISDNの加入者線伝送方式に時分割方向制御伝送方式(ピンポン伝送方式ともいう。)が広く用いられているため、欧米で主流のエコーキャンセラ伝送方式のISDNの信号と比較し、□(ケ)が広がっている。このため、□(ク)技術の導入に当たっては、ISDNと□(ク)との重複周波数帯が大きく、ISDNとの□(コ)による影響への対処が課題となっている。

- (2) ISDN基本ユーザ・網インタフェースに用いられる加入者線伝送方式のうち、時分割方向制御伝送方式とエコーキャンセラ伝送方式とを比較して、次の問いに答えよ。

- (i) 2線/4線変換回路を構成する特徴的な回路等の名称(構成要素)を、それぞれ二つ挙げよ。
- (ii) ラインビットレート(線路伝送速度)について、それぞれ簡潔に説明せよ。

- (3) ケーブルテレビの伝送網によりインターネットなどの双方向サービスを提供する場合、「流合雑音」が問題になることがある。①この流合雑音について簡潔に説明し、さらに、②その発生の原因となる雑音を二つ挙げよ。

問3 次の問いに答えよ。

(1) ネットワーク構造の体系化について、次の問いに答えよ。

(i) 次の文章の [] 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。

交換網、伝送路網を総合的にとらえたネットワーク構造を体系化するものとして、階層化と部分化という概念が存在している。

階層化とは、まず、ネットワークを交換機や伝送システム等のユーザ情報を運ぶ [(ア)] レイヤと [(イ)] 制御やオペレーション機能を集中的に配備する [(ウ)] レイヤとに分離し、次に、 [(ア)] レイヤを光ファイバ方式や無線方式等から物理的に構成される [(エ)] 網、交換機等の間に設定されユーザ情報の転送に直接かかわる [(オ)] 網、伝送路の運用単位として [(オ)] の束を構成する [(カ)] 網に分けるというものである。

部分化とは、ネットワークの [(キ)] 的な分割の概念である。広いエリアを幾つかのサブエリアに分割し、サブエリアごとにネットワークを構成し、更にサブエリアを結ぶネットワークを構成するものであり、 [(キ)] 的な階層構造としてとらえることもできる。

(語群)

- | | | | |
|-----------|-------|-------|--------|
| ① サービス | ② 高機能 | ③ 空間 | ④ 時間 |
| ⑤ PDH | ⑥ SDH | ⑦ TDM | ⑧ FDM |
| ⑨ トランスポート | ⑩ 伝達 | ⑪ 品質 | ⑫ 回線 |
| ⑬ データリンク | ⑭ バス | ⑮ 物理 | ⑯ 伝送媒体 |
| ⑰ ネットワーク | ⑱ 誤り | | |

(ii) ㉑階層化の目的及び㉒それによって得られる利点を、それぞれ簡潔に説明せよ。

(2) 固定ルーチング及びダイナミックルーチングについて、次の問いに答えよ。

(i) 経路選択の概要を、それぞれ簡潔に説明せよ。

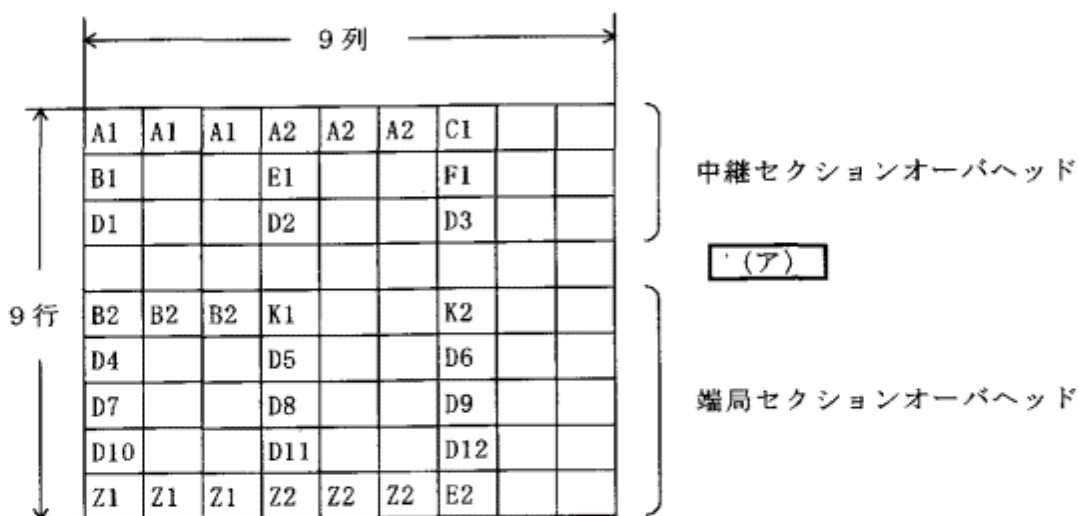
(ii) ネットワークを構築する場合、それぞれの経路選択法がどのようなトラヒック特性を持つネットワークに適しているか、それぞれ簡潔に説明せよ。

問4 次の問いに答えよ。

(1) SDHにおけるSTM-1のセクションオーバーヘッドについて、図を参照して、次の問いに答えよ。

(i) 次の文章の 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。

セクションオーバーヘッド(SOH)は、図に示すとおりSDHの基本伝送形態であるSTM-1の先頭の9行9列のうち、 (ア) である第4行目を除いた部分であり、上3行を中継セクションオーバーヘッド、下5行を端局セクションオーバーヘッドという。



STM-1のセクションオーバーヘッド

中継セクションオーバーヘッドは、中継器相互間及び中継器と伝送端局装置間で使用されるものである。SDHでは、中継器においても (イ) 同期を採っているため、中継器相互間で生じる (ウ) も区間ごとに (エ) が可能である。また、中継器において信号の (オ) も可能であり、高度なネットワーク運用を可能とする能力を有している。端局セクションオーバーヘッドは、伝送端局装置相互間で使用されるものである。

(ii) 次の①～⑥の文章は、SOHの幾つかのバイトについて、その機能を述べたものである。
□内に最も適したバイト名を記せ。ただし、答えが複数のバイトの場合には、例えば、「D1、D2」又は「D1～D3」のように記せ。

- ① □(カ) は、BIP-8といわれる監視方式を採用した中継器相互間、あるいは中継器と伝送端局装置間の符号誤り監視に用いるバイトである。
- ② □(キ) は、BIP-N \times 24といわれる監視方式を採用した、伝送端局装置相互間の符号誤り監視に用いるバイトである。
- ③ □(ク) は、自動切換え(APS)に用いるバイトで、伝送システムの中継器や伝送媒体の故障に対し、伝送端局装置間でシステム切換を制御する信号の授受と、警報状態の表示に使用されるものである。
- ④ □(ケ) は、STM識別に用いるバイトで、STMのN多重内の順位を表示するものである。
- ⑤ □(コ) は、伝送端局装置間で監視制御情報の転送を行う576[kbit/s]のデータリンクを構成するバイトである。
- ⑥ □(サ) は、ネットワークの運用者が自由に使用できるバイトである。

(2) 次の文章は、パスオーバーヘッドについて述べたものである。□内に最も適した語句を記せ。

パスオーバーヘッド(POH)は、バーチャルコンテナ(VC)が送信側で組み立てられて伝送され、受信側で分解されるまでの通信を確実に □(ア) するためのもので、低次VC POHと高次VC POHの2種類がある。低次VC POHは、VC-1、VC-2を構成する際にC-1、C-2に付加するもので、VCの状態モニタ、□(イ) の転送、□(ウ) の表示機能を有している。高次VC POHは、VC-3、VC-4を構成する際に、C-3若しくはTUG-2、C-4若しくはTUG-3に付加するもので、低次VC POHの機能のほかに高次VC内の多重化構造の表示機能も有している。

問5 次の問いに答えよ。

- (1) 次の文章は、光のコヒーレンスとコヒーレント光通信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。

光の直進、反射及び屈折は、光の三大性質といわれている。また、光は電磁波の一種であるから、波特有の性質として (ア) がある。

コヒーレンスとは、光の (ア) の度合いを表す用語であり、空間的なものと時間的なものを表す2通りの場合がある。光の位相が光の進行方向と (イ) な面においてそろっている場合、この光は空間的にコヒーレントな光であるといわれる。また、波長が (ウ) で、時間的に連続した光は、時間的にコヒーレントな光であるといわれる。

コヒーレント光通信とは、光信号のパワーのみならず、周波数あるいは位相の変化を用いて信号を伝送し、受信側で局発光を用いて検波を行う光通信方式である。受信側に送信側とわずかに周波数が異なるレーザを局発光として用いて検波する方式を (エ) 検波方式といい、受信光と周波数が等しいレーザを局発光として用いて検波する方式を (オ) 検波方式という。

- (2) 次の文章は、光通信システムにおける性能上の制約要因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。

光ファイバの通信路長を制限する主な要因は、 (ア) と (イ) の二つである。

光ファイバにおける (ア) は、光の (ウ) が波長に依存して変化することから発生し、高速の光通信システムにおいては、この値が零になる (エ) 近傍の波長が使用されている。

光ファイバの (イ) を最小にするために考慮しなければならない物理現象には、 (オ) と (カ) がある。

(オ) による (イ) は、波長の4乗に比例して減少するので、波長が (キ) いたときに支配的な要因となる。一方、 (カ) による (イ) は、光ファイバ中を伝わる光が光ファイバ材料自身によって (カ) され、熱に変換されることにより発生する。

さらに、光が光ファイバを伝搬するにつれて、光ファイバが (ク) な媒体であるために発生する4光波混合という現象により、入射光の中のスペクトル成分が新しい周波数成分を作り出す。これは、波長多重伝送におけるチャンネル間で漏話を発生させる原因となるため、実際のシステム設計においては、これを避ける様々な工夫がなされている。

(語群)

- | | | | |
|----------|------------|-------|-------|
| ① 長 | ② 短 | ③ 分散 | ④ 吸収 |
| ⑤ 干渉 | ⑥ 線形 | ⑦ 振幅 | ⑧ 減衰 |
| ⑨ 偏光 | ⑩ 群速度 | ⑪ 零分散 | ⑫ 光分岐 |
| ⑬ 非線形 | ⑭ 位相変動 | ⑮ 反射 | ⑯ 光増幅 |
| ⑰ レイリー散乱 | ⑱ 波長チャーピング | | |

- (3) シングルモード光ファイバで伝送帯域を制限する主要因となっている材料分散及び構造分散(導波路分散ともいわれる。)について、それぞれ簡潔に説明せよ。

問6 次の(i)~(xv)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。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

- (i) 平行2導体線路の等価回路において、線路の一次定数を、単位長当たりの往復導体抵抗R、単位長当たりの往復インダクタンスL、単位長当たりの線間キャパシタンスC及び単位長当たりの線間漏えいコンダクタンスGとした場合、線路の減衰定数 α が0となるのは、 $R=0$ 、 $G=0$ のときである。
- (ii) 孤立波の周波数スペクトルは、離散成分のみである。
- (iii) PCM変換過程において、入力信号に若干の帯域外成分を含んでいることにより、スペクトルの重なりが生じることによって発生する雑音は、補間雑音といわれる。
- (iv) 直線量子化においては、量子化ステップ数を1ステップ増加するごとに、信号対量子化雑音比は3 [dB]改善される。
- (v) 1,000 [Ω]の純抵抗で消費されている電力の絶対レベルが+6 [dBm]のとき、抵抗の端子電圧は、3 [V]である。
- (vi) -50 [dBm]の雑音電力に、更に-50 [dBm]の雑音電力が加わったとき、合成雑音電力は、-100 [dBm]となる。
- (vii) デジタル網の符号誤り特性の評価尺度の一つとして、%ESがある。これは、符号誤りを含む秒数が全時間に占める割合を百分率で表した尺度である。
- (viii) デジタル信号を識別再生する際に、タイミングの不完全さによってパルス配列にわずかなずれを生じる現象は、フラッタといわれる。
- (ix) 発信者からの原信号を変調せず、そのまま伝送媒体に送出する方式は、ベーシックデータ伝送方式といわれる。
- (x) 伝送路符号には、単極性符号と両極性符号がある。AMI符号は、両極性符号の代表的なものである。
- (xi) 高能率音声符号化方式の一つであるADPCMは、標本値間の差分を量子化する変調方式である。
- (xii) 半導体中の電子と正孔のなだれ増倍作用を利用して大きな電流を得る受光素子は、PIN-PDといわれる。
- (xiii) 網同期の品質が劣化して信号の欠落や重複を生じる現象は、ハンティングといわれる。
- (xiv) アイダイヤグラム(アイパターン)の時間軸方向の劣化は、パルスのレベル変動などに起因している。
- (xv) LANやWANの相互接続を行う装置の一つであるルータは、ネットワーク層に関するアドレス情報を基に中継を行っている。