

電気通信工学

電気回路の基本計算、電磁気、半導体・論理回路、信号と変調、伝送品質などが問われる。公式の意味と単位を理解し、直並列回路、交流電力、デシベル、標本化などの基本計算を確実にすることが重要である。

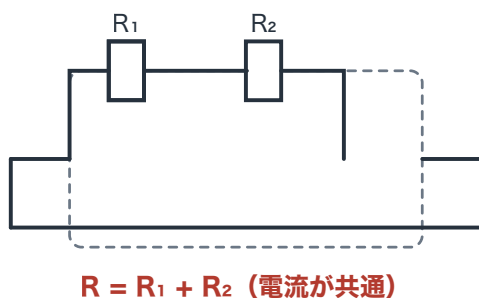
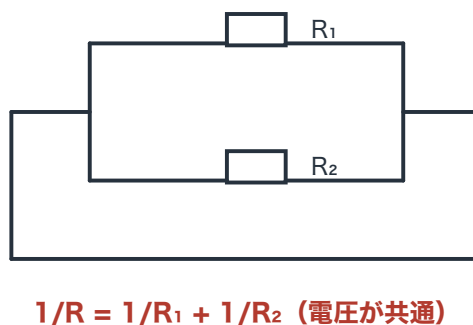
直列接続**並列接続**

図 1-1 抵抗の直列接続と並列接続

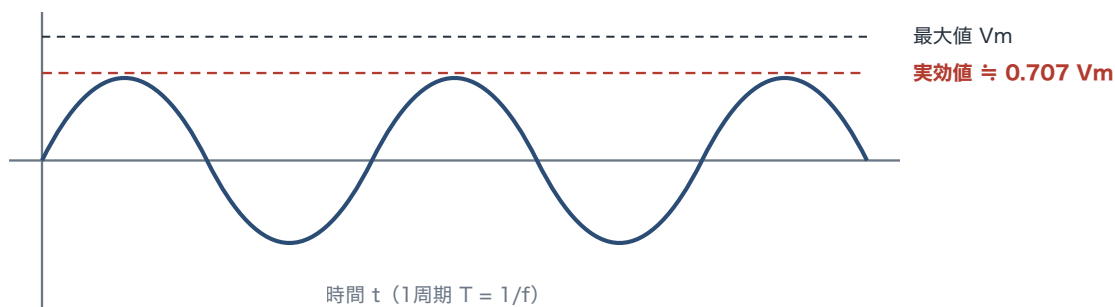
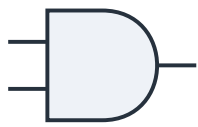
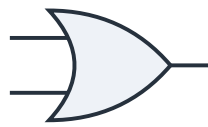


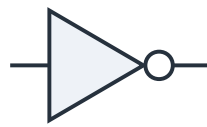
図 1-2 正弦波交流の最大値と実効値



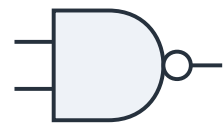
AND
両方1で1



OR
どちらか1で1



NOT
反転



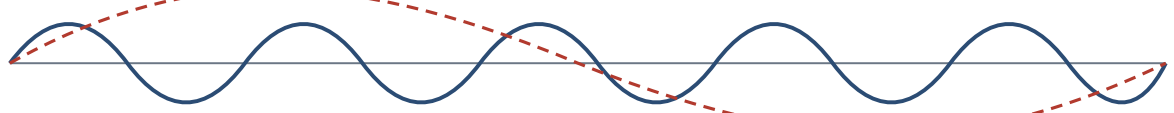
NAND
ANDの否定

ド・モルガンの法則

$\neg(A+B) = \neg A \cdot \neg B$ / $\neg(A \cdot B) = \neg A + \neg B$ XOR: 入力が異なるとき 1

図 1-3 論理ゲートの記号とド・モルガンの法則

AM (振幅変調)



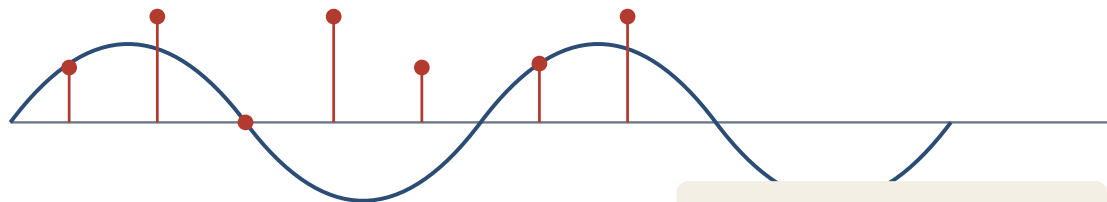
振幅が情報で変化 (包絡線)

FM (周波数変調)



周波数 (波の密度) が変化・振幅雑音に強い

図 1-4 AM (振幅変調) と FM (周波数変調) の波形



標本化 → 量子化 → 符号化

標本化定理 $f_s \geq 2 \cdot f_{\max}$

図 1-5 A/D変換 (標本化・量子化・符号化) と標本化定理

電気理論と直流回路

- ・ オームの法則は、電圧・電流・抵抗の関係を表し、 $V=IR$ である。
- ・ 抵抗の直列接続では各抵抗に同じ電流が流れ、合成抵抗は各抵抗の和となる。並列接続では各抵抗の端子電圧が等しく、合成抵抗は最小の抵抗値より小さくなる。
- ・ **重要数値/用語**: 直列は $R=R_1+R_2+\dots$ 、並列は $1/R=1/R_1+1/R_2+\dots$ 、電力は $P=VI=I^2R=V^2/R$

交流・電力・力率

- ・ 正弦波交流では、実効値は同じ発熱作用を生じる直流値を表す。正弦波の実効値は最大値の $1/\sqrt{2}$ 倍である。
- ・ 交流回路では、抵抗で電圧と電流が同相、コイルで電流が電圧より遅れ、コンデンサで電流が電圧より進む。
- ・ **重要数値/用語**: 周期 $T=1/f$ 、有効電力 $P=VI\cos\phi$ [W]、皮相電力 $S=VI$ [VA]、力率 $=\cos\phi=P/S$

電磁気

- ・ 電流が流れる導体の周囲には磁界が発生し、その向きは右ねじの法則で求められる。
- ・ 電磁誘導では、磁束が変化すると起電力が生じる。誘導電流は磁束の変化を妨げる向きに流れる。
- ・ **重要数値/用語**: ファラデーの法則、レンツの法則、理想変圧器では $V_1/V_2=N_1/N_2$ 、電磁波の速度は真空中で約 $3.0\times 10^8\text{m/s}$

電子回路と半導体

- ・ ダイオードは主に一方向へ電流を流し、整流や逆流防止に用いられる。整流後の脈流はコンデンサなどの平滑回路で変動を小さくする。
- ・ トランジスタは増幅やスイッチングに用いられる。バイポーラトランジスタは電流制御形、FETは電圧制御形である。
- ・ **重要数値/用語**: P形半導体の多数キャリアは正孔、N形半導体の多数キャリアは自由電子、代表回路は整流・平滑・増幅・発振・フィルタ回路

論理回路

- ・ ANDはすべての入力があるときだけ1、ORはいずれかの入力があるなら1、NOTは入力を反転する。
- ・ NANDはANDの否定、NORはORの否定であり、どちらも単独の組合せで任意の論理回路を構成できる。
- ・ **重要数値/用語**: XOR（排他的論理和）は入力が異なるとき1、ド・モルガンの法則は $\neg(A+B)=\neg A\cdot\neg B$ 、 $\neg(A\cdot B)=\neg A+\neg B$

アナログ・デジタル信号と情報理論

- ・ アナログ信号は時間・振幅が連続的に変化し、デジタル信号は離散的な値で情報を表す。
- ・ A/D変換は標本化、量子化、符号化の順に行う。標本化周波数が不足すると折返し雑音が発生する。
- ・ **重要数値/用語**: 標本化定理は $f_s\geq 2f_{\max}$ 、情報量は $I=-\log_2 p$ [bit]、1シンボル当たりの情報量はM値方式で $\log_2 M$ [bit]

変調方式

- ・ AMは搬送波の振幅、FMは搬送波の周波数を情報信号に応じて変化させる。一般にFMはAMより振幅雑音の影響を受けにくい。
- ・ PCMはアナログ信号を標本化、量子化、符号化してデジタル信号として伝送する方式である。
- ・ **重要数値/用語**: ASKは振幅、FSKは周波数、PSKは位相を変化させる。QPSKは1シンボルで2bit、16QAMは1シンボルで4bitを表す

伝送・雑音

- ・ 伝送損失が大きいほど受信電力は小さくなる。増幅器や中継器は信号を補償するが、アナログ増幅では雑音も同時に増幅される。
- ・ 雑音には熱雑音、誘導雑音、インパルス雑音、漏話などがある。インピーダンス不整合は反射を生じ、伝送品質を低下させる。
- ・ **重要数値/用語**: 電力比のデシベル値は $10\log_{10}(P_2/P_1)$ 、同一インピーダンスの電圧比は $20\log_{10}(V_2/V_1)$ 、 $S/N=10\log_{10}(P_S/P_N)$ [dB]

覚えておきたい要点

- ・ オームの法則は「電圧＝電流×抵抗」。直列は抵抗を足し、並列は逆数を足す。
- ・ コイルでは電流が遅れ、コンデンサでは電流が進む。「Lは遅れ、Cは進み」で覚える。
- ・ 力率が低いと、同じ有効電力を送るために大きな電流が必要となり、電力損失が増える。
- ・ PCMの順序は「標本化→量子化→符号化」。標本化周波数は最高周波数の2倍以上とする。
- ・ デシベルでは、電力比10倍が10dB、100倍が20dB、同一インピーダンスの電圧比10倍が20dBである。

○×確認問題

Q1. 10Ω と 20Ω の抵抗を直列接続したとき、合成抵抗は 30Ω である。

A. ○。直列接続の合成抵抗は各抵抗の和である。

Q2. コンデンサだけの交流回路では、電流は電圧より遅れる。

A. ×。コンデンサでは電流が電圧より進む。

Q3. PCMで行う処理の正しい順序は「量子化→標本化→符号化」である。

A. ×。正しくは「標本化→量子化→符号化」である。

Q4. QPSKは1シンボルで何bitの情報を表せるか。

A. 2bit。4種類の位相を用いるため、 $\log_2 4=2\text{bit}$ である。

Q5. 信号電力が雑音電力の100倍であるとき、S/Nは何dBか。

A. 20dB。 $10\log_{10}100=20\text{dB}$ である。

本試験形式（四択）

問1. 単相交流回路において、電圧が100 V、電流が5 A、力率が0.8であるとき、有効電力として正しいものはどれか。

- ア. 300 W
- イ. 400 W
- ウ. 500 W
- エ. 625 W

正解 イ. 有効電力は $P=VI\cos\phi$ より、 $100\times5\times0.8=400\text{ W}$ である。500 VAは皮相電力であり、有効電力ではない。

問2. 電磁誘導に関する記述として、最も適当なものはどれか。

- ア. コイルを貫く磁束が変化すると、コイルに誘導起電力が生じる。
- イ. 一定の磁束がコイルを貫いていれば、常に誘導起電力が生じる。
- ウ. 誘導起電力の向きは、磁束の変化を促進する向きとなる。
- エ. 誘導起電力の大きさは、コイルの巻数に関係しない。

正解 ア. ファラデーの法則により、コイルを貫く磁束が時間的に変化すると誘導起電力が生じる。その向きは磁束の変化を妨げる向きで、巻数が多いほど起電力は大きい。

問3. 半導体素子に関する記述として、最も適当なものはどれか。

- ア. ダイオードは、主として電流を一方向に流す整流作用をもつ。
- イ. トランジスタは、交流を直流に変換する機能だけをもつ。
- ウ. 発光ダイオードは、逆方向電流によって通常発光する。
- エ. ツェナーダイオードは、順方向電圧を一定に保つ目的だけに用いられる。

正解 ア. ダイオードは順方向に電流を流しやすく、逆方向には流しにくい性質を利用して整流に用いられる。ツェナーダイオードは主に逆方向の降伏領域を利用して定電圧を得る。

問4. 2入力NAND回路の入力A、Bがともに1であるとき、出力として正しいものはどれか。

- ア. 0
- イ. 1
- ウ. Aと同じ値
- エ. 入力の変化に関係なく不定

正解 ア. NANDはANDの出力を反転する回路であり、A=1、B=1ではAND出力が1となるため、NAND出力は0となる。

問5. 最高周波数が3.4 kHzのアナログ信号を、標本化定理に従って標本化する場合、標本化周波数として適当なものはどれか。

- ア. 1.7 kHz
- イ. 3.4 kHz
- ウ. 6.0 kHz
- エ. 8.0 kHz

正解 エ. 標本化定理では $f_s \geq 2f_{\max}$ が必要であり、 $2 \times 3.4 = 6.8$ kHz以上としなければならない。選択肢では8.0 kHzが条件を満たす。

問6. 伝送信号の電力が1 mW、同じ点における雑音電力が1 μ Wであるとき、信号対雑音比をデシベルで表した値として正しいものはどれか。

- ア. 10 dB
- イ. 20 dB
- ウ. 30 dB
- エ. 40 dB

正解 ウ. 電力比は $1 \text{ mW} \div 1 \text{ } \mu\text{W} = 1000$ であり、信号対雑音比は $10 \log_{10}(1000) = 30$ dBとなる。