

電験三種
厳選過去問

機 械

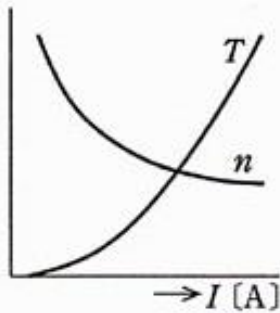
—山下先生編—

The logo for e-DEN, featuring a stylized red 'e' followed by 'DEN' in a bold, dark blue, italicized sans-serif font.

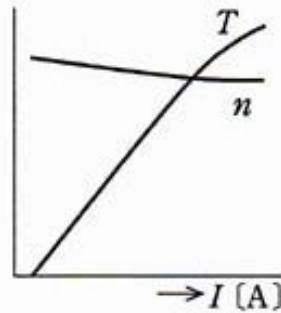
A 問題(配点は 1 問当たり 5 点)

問 1

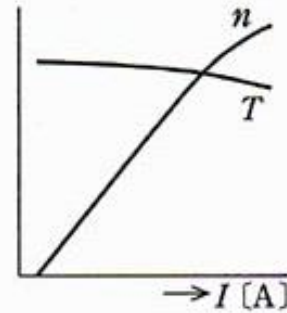
次の図は直流電動機の特性を示したものである。横軸を負荷電流 I [A], 縦軸をトルク T [N·m] と回転速度 n [min⁻¹] としたとき, 特性を正しく表示している図は次のうちどれか。



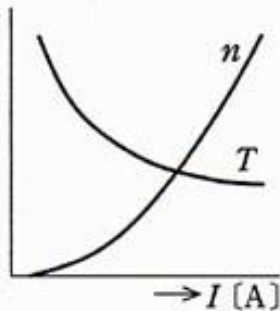
(1) 直巻電動機



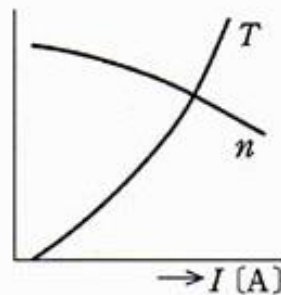
(2) 複巻電動機(和動)



(3) 分巻電動機



(4) 直巻電動機



(5) 分巻電動機

問 2

定格出力 5 [kW] , 定格電圧 220 [V] の直流分巻電動機がある。この電動機を定格電圧で運転したとき、電機子電流が 23.6 [A] で定格出力を得た。この電動機をある負荷に対して定格電圧で運転したとき、電機子電流が 20 [A] になった。このときの逆起電力(誘導起電力) [V] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、電機子反作用はなく、ブラシの抵抗は無視できるものとする。

- (1) 201 (2) 206 (3) 213 (4) 218 (5) 227

問 3

三相誘導電動機があり、負荷を負って滑り 5 [%] で運転している。1 相当りの二次電流が 12 [A] のとき、1 相当りの電動機一次入力 [W] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、この電動機の 1 相当りの二次抵抗は 0.08 [Ω]、1 相当りの鉄損は 10 [W] であり、一次銅損は二次銅損の 2 倍とする。

- (1) 208 (2) 219 (3) 230 (4) 240 (5) 263

問 4

次の文章は、誘導機の世界速度制御に関する記述である。

誘導機の回転速度 n [min^{-1}] は、滑り s 、電源周波数 f [Hz]、極数 p を用いて $n = 120 \cdot \boxed{\text{ア}}$ と表される。したがって、誘導機の世界速度は電源周波数によって制御することができ、特にかご形誘導電動機において $\boxed{\text{イ}}$ 電源装置を用いた制御が広く利用されている。

かご形誘導機ではこの他に、運転中に固定子巻線の接続を変更して $\boxed{\text{ウ}}$ を切り換える制御法や、 $\boxed{\text{エ}}$ の大きさを変更する制御法がある。前者は、効率はよいが、速度の変化が段階的となる。後者は、速度の安定な制御範囲を広くするために $\boxed{\text{オ}}$ の値を大きくとり、銅損が大きくなる。

巻線形誘導機では、 $\boxed{\text{オ}}$ の値を調整することにより、トルクの比例推移を利用して速度を変える制御法がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	$\frac{sf}{p}$	CVCF	極数	一次電圧	一次抵抗
(2)	$\frac{(1-s)f}{p}$	CVCF	相数	二次電圧	二次抵抗
(3)	$\frac{sf}{p}$	VVVF	相数	二次電圧	一次抵抗
(4)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	相数	一次電圧	一次抵抗
(5)	$\frac{(1-s)f}{p}$	VVVF	極数	一次電圧	二次抵抗

問 5

定格容量 3300 [kV·A]，定格電圧 6600 [V]，星形結線の三相同期発電機がある。この発電機の電機子巻線の一相当たりの抵抗は 0.15 [Ω]，同期リアクタンスは 12.5 [Ω] である。この発電機を負荷力率 100 [%] で定格運転したとき，一相当たりの内部誘導起電力 [V] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

ただし，磁気飽和は無視できるものとする。

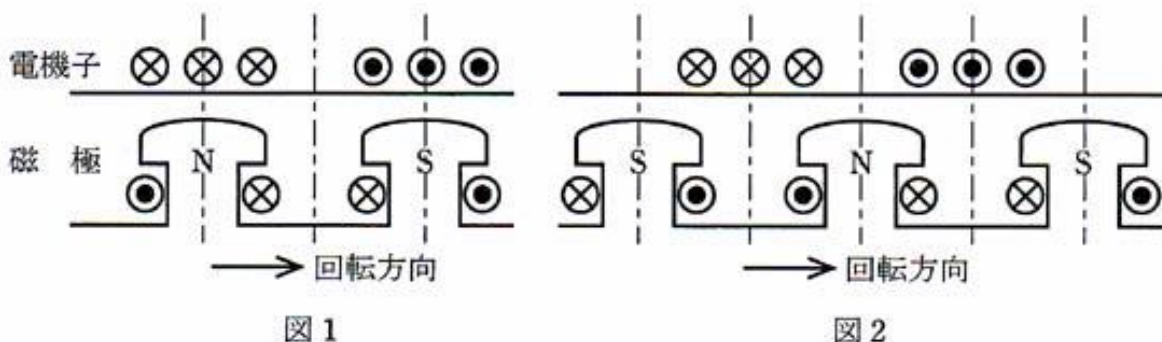
- (1) 3050 (2) 4670 (3) 5280 (4) 7460 (5) 9150

問 6

三相同期発電機に平衡負荷をかけ、電機子巻線に三相交流電流が流れると、同期速度で回転する回転磁界が発生し、磁極の生じる界磁磁束との間に電機子反作用が生じる。

図1は、力率がほぼ100 [%] で、誘導起電力の最大値と電機子電流の最大値が一致したときの磁極 N, S と、電機子電流が最大となる電機子巻線の位置との関係を示す。この図において、N, S 両磁極の右側では界磁磁束を (ア) させ、左側では (イ) させる交さ磁化作用の現象が起きる。図2は、(ウ) 力率角がほぼ $\pi/2$ [rad] の場合の磁極 N, S と、電機子電流が最大となる電機子巻線の位置との関係を示す。磁極 N, S による磁束は、電機子電流によりいずれも (エ) を受ける。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に記入する語句として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	増加	減少	進み	減磁作用
(2)	増加	減少	進み	磁化作用
(3)	減少	増加	遅れ	減磁作用
(4)	増加	減少	遅れ	磁化作用
(5)	減少	増加	遅れ	磁化作用

問 7

単相変圧器の一次側に電流計，電圧計及び電力計を接続して，二次側を短絡し，一次側に定格周波数の電圧を供給し，電流計が 40 [A] を示すよう一次側の電圧を調整したところ，電圧計は 80 [V] ，電力計は 1200 [W] を示した。この変圧器の一次側からみた漏れリアクタンス [Ω] の値として，最も近いのは次のうちどれか。

ただし，電流計，電圧計及び電力計は理想的な計器であるものとする。

- (1) 1.28 (2) 1.85 (3) 2.00 (4) 2.36 (5) 2.57

問 8

定格容量 100 [kV·A]、定格一次電圧 6.3 [kV] で特性の等しい単相変圧器が 2 台あり、各変圧器の定格負荷時の負荷損は 1 600 [W] である。この変圧器 2 台を V-V 結線し、一次電圧 6.3 [kV] にて 90 [kW] の三相平衡負荷をかけたとき、2 台の変圧器の負荷損の合計値 [W] として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、負荷の力率は 1 とする。

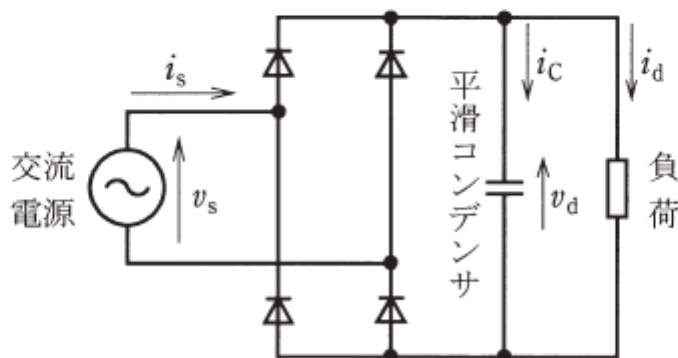
- (1) 324 (2) 432 (3) 648 (4) 864 (5) 1 440

問 9

次の文章は、下図に示すような平滑コンデンサをもつ单相ダイオードブリッジ整流回路に関する記述である。

図の回路において、平滑コンデンサの電流 i_C は、交流電流 i_s を整流した電流と負荷に供給する電流 i_d との差となり、電圧 v_d は $\boxed{\text{(ア)}}$ 波形となる。この平滑コンデンサをもつ整流回路は、負荷側からみると直流の $\boxed{\text{(イ)}}$ として動作する。

交流電源は、負荷インピーダンスに比べ電源インピーダンスが非常に小さいことが一般的であるので、通常の使用では交流の $\boxed{\text{(ウ)}}$ として扱われる。この回路の交流電流 i_s は、正負の $\boxed{\text{(エ)}}$ 波形となる。これに対して、図には示していないが、リアクトルを交流電源と整流回路との間に挿入するなどして、波形を改善することが多い。



上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	脈動する	電圧源	電圧源	パルス状の
(2)	正負に反転する	電流源	電圧源	パルス状の
(3)	脈動する	電圧源	電圧源	ほぼ方形波の
(4)	正負に反転する	電圧源	電流源	パルス状の
(5)	正負に反転する	電流源	電流源	ほぼ方形波の

問 10

電動機で駆動するポンプを用いて、毎時 $100 \text{ [m}^3\text{]}$ の水を揚程 50 [m] の高さに持ち上げる。ポンプの効率は 74 [%] ，電動機の効率は 92 [%] で、パイプの損失水頭は 0.5 [m] であり、他の損失水頭は無視できるものとする。このとき必要な電動機入力 [kW] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 18.4 (2) 18.6 (3) 20.2 (4) 72.7 (5) 74.1

問 11

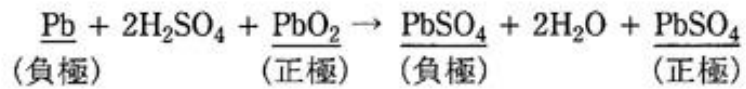
電気炉により、質量 500 [kg] の鋳鋼を加熱し、時間 20 [min] で完全に溶解させるのに必要な電力 [kW] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、鋳鋼の加熱前の温度は 15 [°C]、溶解の潜熱は 314 [kJ/kg]、比熱は 0.67 [kJ/(kg·K)] 及び融点は 1,535 [°C] であり、電気炉の効率は 80 [%] とする。

- (1) 444 (2) 530 (3) 555 (4) 694 (5) 2,900

問 12

鉛蓄電池の放電反応は次のとおりである。



この電池を一定の電流で2時間放電したところ、鉛の消費量は42 [g]であった。このとき流した電流 [A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、鉛の原子量は210、ファラデー定数は27 [A·h/mol] とする。

- (1) 1.8 (2) 2.7 (3) 5.4 (4) 11 (5) 16

問 13

図1に示す $R-L$ 回路において、端子 a, a' 間に単位階段状のステップ電圧 $v(t)$ [V] を加えたとき、抵抗 R [Ω] に流れる電流を $i(t)$ [A] とすると、 $i(t)$ は図2のようになった。この回路の R [Ω]、 L [H] の値及び入力を a, a' 間の電圧とし、出力を R [Ω] に流れる電流としたときの周波数伝達関数 $G(j\omega)$ の式として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

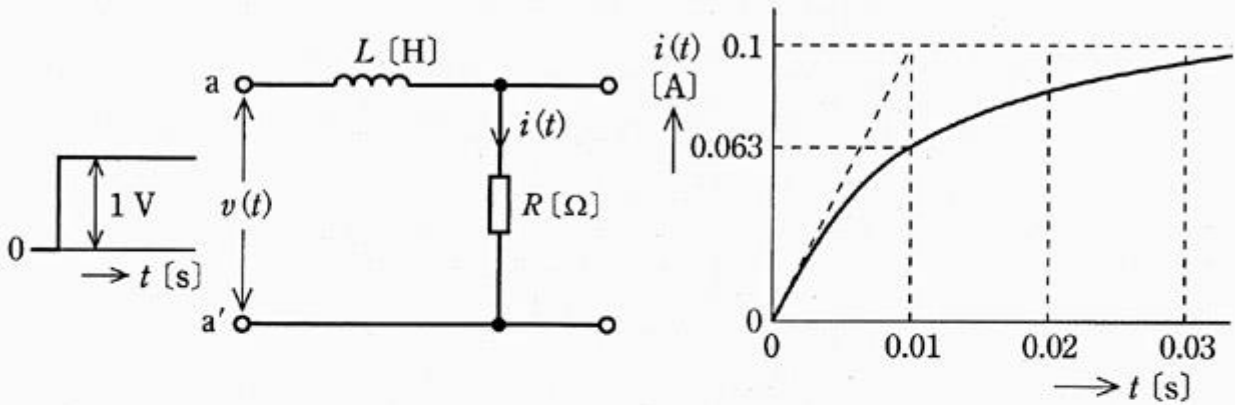


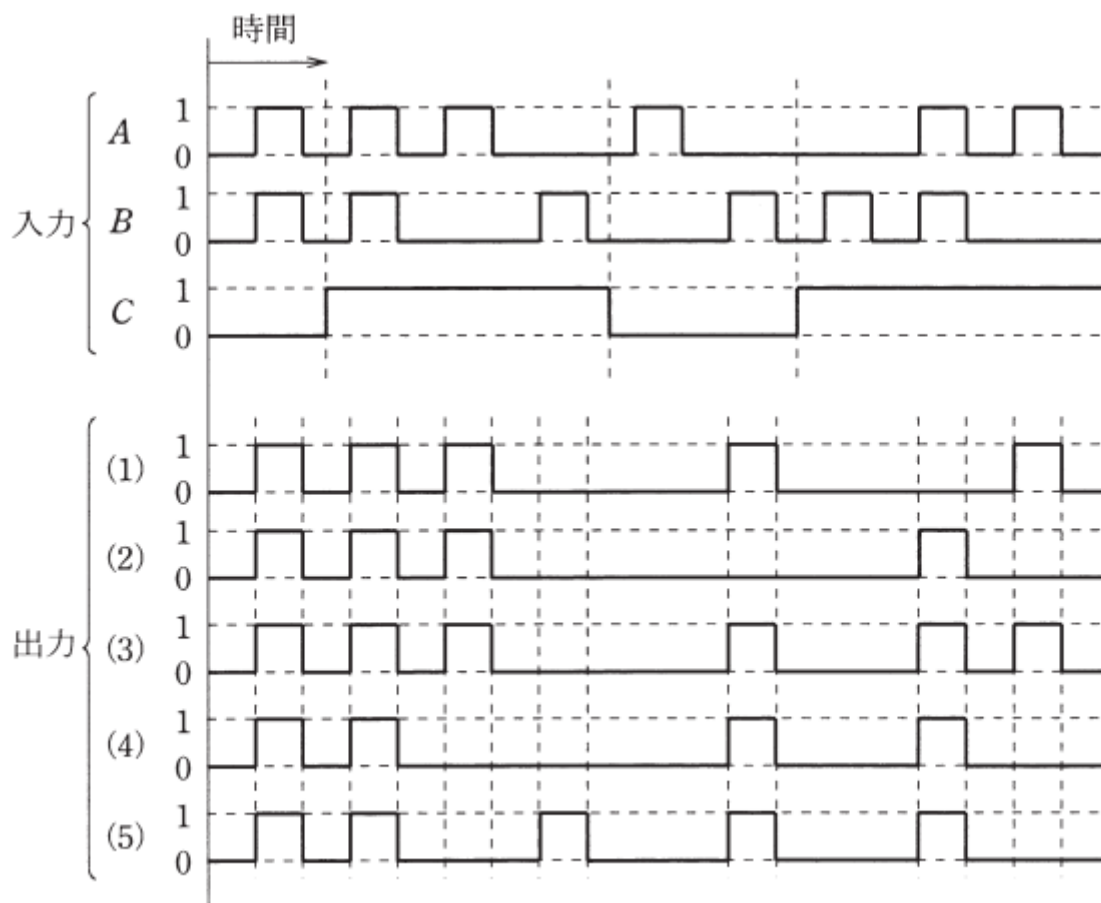
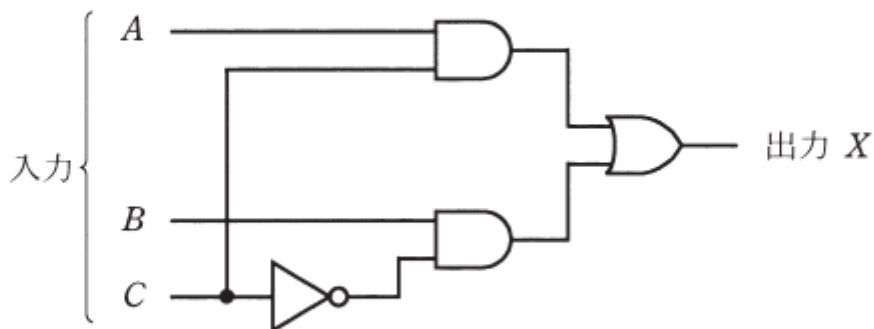
図1

図2

	R [Ω]	L [H]	$G(j\omega)$
(1)	10	0.1	$\frac{0.1}{1+j0.01\omega}$
(2)	10	1	$\frac{0.1}{1+j0.1\omega}$
(3)	100	0.01	$\frac{1}{10+j0.01\omega}$
(4)	10	0.1	$\frac{1}{10+j0.01\omega}$
(5)	100	0.01	$\frac{1}{100+j0.01\omega}$

問 14

図の論理回路に，図に示す入力 A 、 B 及び C を加えたとき，出力 X として正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



B 問題(配点は 1 問当たり (a)5 点, (b)5 点, 計 10 点)

問 15

三相誘導電動機について, 次の(a)及び(b)に答えよ。

- (a) 一次側に換算した二次巻線の抵抗 r_2' と滑り s の比 r_2'/s が, 他の定数(一次巻線の抵抗 r_1 , 一次巻線のリアクタンス x_1 , 一次側に換算した二次巻線のリアクタンス x_2') に比べて十分に大きくなるように設計された誘導電動機がある。この電動機を電圧 V の電源に接続して運転したとき, この電動機のトルク T と滑り s , 電圧 V の関係を表わす近似式として, 正しいのは次のうちどれか。

ただし, k は定数である。

$$(1) T = kV^2s \quad (2) T = kVs \quad (3) T = \frac{kV^2}{s}$$

$$(4) T = \frac{k}{Vs} \quad (5) T = \frac{k}{V^2s}$$

- (b) 上記(a)で示された条件で設計された定格電圧 220 [V], 同期速度 1 200 [min^{-1}] の三相誘導電動機がある。この電動機を電圧 220 [V] の電源に接続して, 一定トルクの負荷で運転すると, 1 140 [min^{-1}] の回転速度で回転する。この電動機に供給する電源電圧を 200 [V] に下げたときの電動機の回転速度 [min^{-1}] の値として, 最も近いのは次のうちどれか。

ただし, 電源電圧を下げたとき, 負荷トルクと二次抵抗は変化しないものとする。

$$(1) 1\ 000 \quad (2) 1\ 091 \quad (3) 1\ 113 \quad (4) 1\ 127 \quad (5) 1\ 150$$

問 16

定格容量 100 [kV·A] の変圧器があり、負荷が定格容量の $1/2$ の大きさを力率 1 のときに、最大効率 98.5 [%] が得られる。この変圧器について、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 最大効率 98.5 [%] が得られるときの銅損 [W] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、変圧器の損失のうち、鉄損と銅損以外の損失は無視できるものとする。

- (1) 190 (2) 375 (3) 381 (4) 750 (5) 761

(b) この変圧器を、1日のうち8時間は力率 0.8 の定格容量で運転し、それ以外の時間は無負荷で運転したとき、全日効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 93.8 (2) 94.6 (3) 95.5 (4) 96.8 (5) 97.7

問 17 及び問 18 は選択問題であり，問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。

両方解答すると採点されません。

問 17

図 1 及び図 2 について，次の (a) 及び (b) に答えよ。

(a) 図 1 は，抵抗 R [Ω] と静電容量 C_1 [F] による一次遅れ要素の回路を示す。

この回路の入力電圧に対する出力電圧の周波数伝達関数を $G(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega T_1}$ として表したとき， T_1 [s] を示す式として，正しいのは次のうちどれか。

ただし，入力電圧の角周波数は ω [rad/s] である。

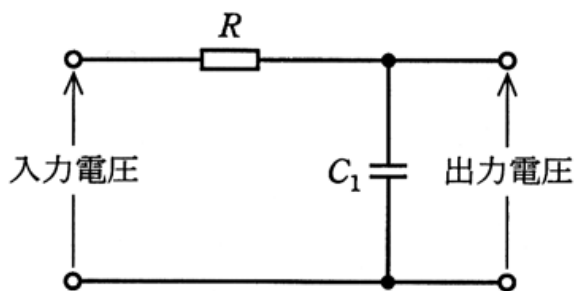


図 1

(1) $T_1 = \frac{1}{C_1 R}$

(2) $T_1 = C_1 R$

(3) $T_1 = 1 + C_1 R$

(4) $T_1 = \frac{1 + C_1 R}{C_1 R}$

(5) $T_1 = \frac{C_1}{1 + C_1 R}$

(b) 図 2 は、図 1 の回路の過渡応答を改善するために静電容量 C_2 [F] を付加した回路を示す。この回路の周波数伝達関数を $G(j\omega) = \frac{1+j\omega T_3}{1+j\omega T_2}$ で表したとき、 T_2 [s] 及び T_3 [s] を示す式として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

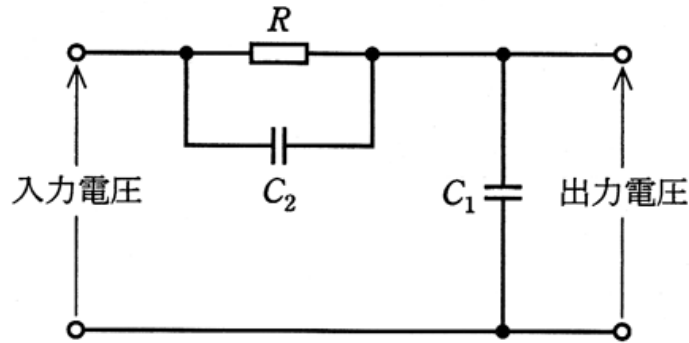


図 2

- | | |
|--|-----------------------|
| (1) $T_2 = C_2 R$ | $T_3 = C_1 R$ |
| (2) $T_2 = C_1 R$ | $T_3 = C_2 R$ |
| (3) $T_2 = (C_1 + C_2) R$ | $T_3 = C_2 R$ |
| (4) $T_2 = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) R$ | $T_3 = C_2 R$ |
| (5) $T_2 = C_1 R$ | $T_3 = (C_1 + C_2) R$ |

問 18

30 件分の使用電力量のデータ処理について、次の(a)及び(b)に答えよ。

- (a) 図 1 は、30 件分の使用電力量の中から最大値と 30 件分の平均値を出力する一つのプログラムの流れ図を示す。図 1 中の(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる処理として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	$d(1) \rightarrow t$	$0, k, 1$	$d(i) < s$	$d(i) \rightarrow s$
(2)	$0 \rightarrow t$	$2, k, 1$	$d(i) > s$	$d(i) \rightarrow s$
(3)	$d(1) \rightarrow t$	$2, k, 1$	$d(i) < s$	$s \rightarrow d(i)$
(4)	$d(1) \rightarrow t$	$2, k, 1$	$d(i) > s$	$d(i) \rightarrow s$
(5)	$0 \rightarrow t$	$0, k, 1$	$d(i) < s$	$s \rightarrow d(i)$

- (b) 図 2 は、30 件の使用電力量を大きい順(降順)に並べ替える一つのプログラムの流れ図を示す。図 2 中の(オ)、(カ)及び(キ)に当てはまる処理として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

	(オ)	(カ)	(キ)
(1)	$d(i) < d(j)$	$d(i) \rightarrow d(j)$	$w \rightarrow d(j)$
(2)	$d(i) < d(j)$	$d(j) \rightarrow d(i)$	$w \rightarrow d(j)$
(3)	$d(i) < d(j)$	$d(i) \rightarrow d(j)$	$w \rightarrow d(i)$
(4)	$d(i) > d(j)$	$d(j) \rightarrow d(i)$	$w \rightarrow d(j)$
(5)	$d(i) > d(j)$	$d(i) \rightarrow d(j)$	$w \rightarrow d(i)$

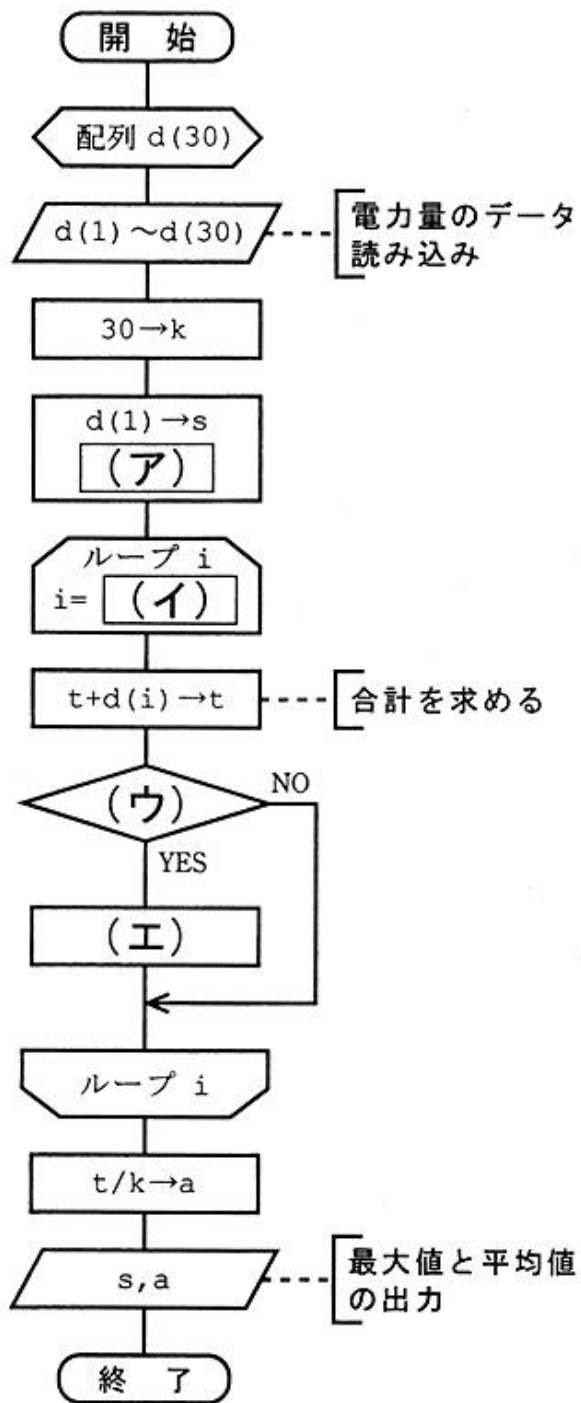


図 1

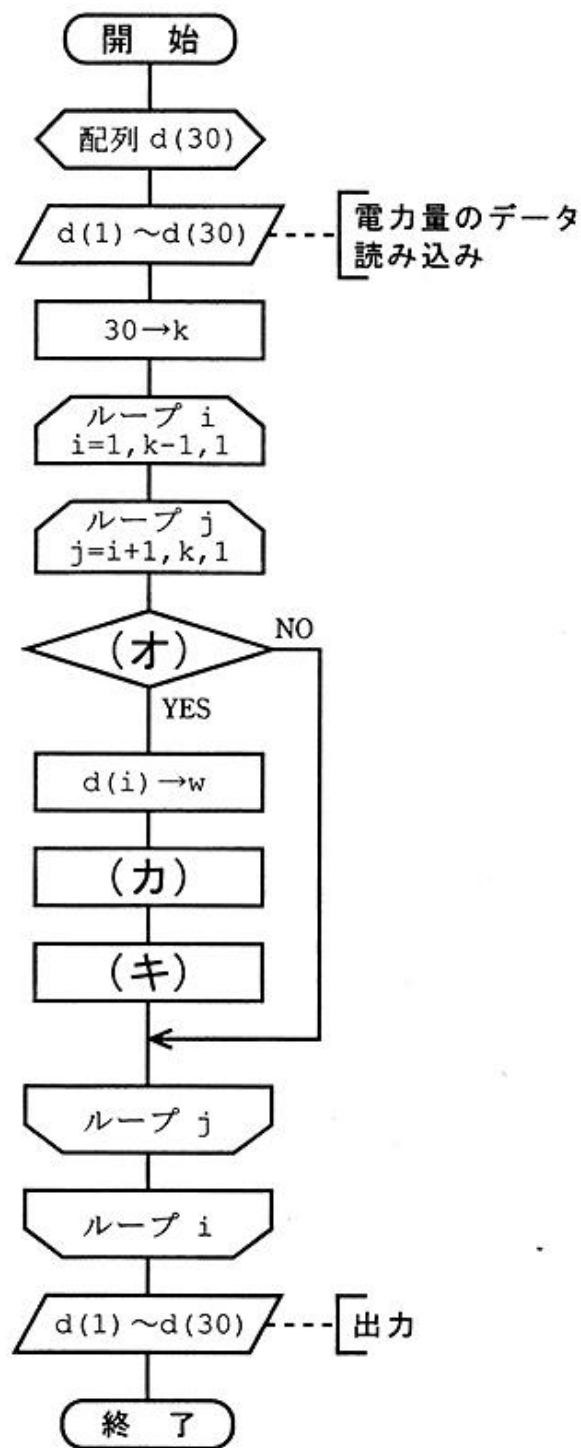


図 2