

令和5年度
専攻科入学者学力選抜検査問題

(専 門 科 目)

生産システム工学専攻 B群

電気回路, 電磁気学, 電子回路,
電子工学, 論理回路

受験番号	
------	--

(注 意)

- 1 指示があるまで開かないでください。
- 2 問題は1ページから7ページまであります。検査開始の合図のあとで確認してください。
- 3 貸与する電卓を使用しても構いません。
- 4 問題は5問です。その中から3問を選択して解答してください。下の表に、選択した問題番号に丸(○)印をつけてください。なお、選択した問題以外に解答しても採点されません。

問題番号	1	2	3	4	5
選択した番号					

独立行政法人国立高等専門学校機構

福井工業高等専門学校

1 以下の電気回路に関する問題に答えなさい。

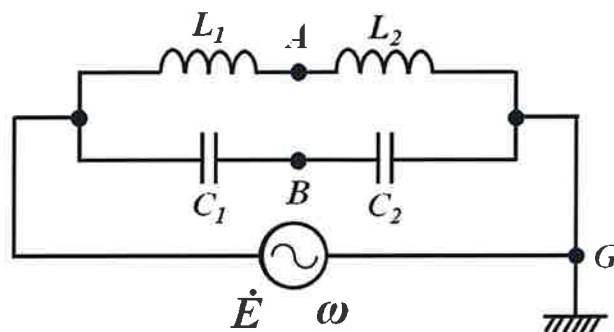


図1

問1. 図1に示す交流回路において、インダクタンス L_1 と L_2 の合成インピーダンス $\dot{Z}_L[\Omega]$ を直交形式の複素数表示で求めなさい。

$$\dot{Z}_L = \quad [\Omega]$$

問2. 図1に示す交流回路において、キャパシタンス C_1 と C_2 の合成インピーダンス $\dot{Z}_C[\Omega]$ を直交形式の複素数表示で求めなさい。

$$\dot{Z}_C = \quad [\Omega]$$

問3. 図1中の交流電源の電圧と角周波数は各々 $\dot{E} = 45 [\text{V}]$, $\omega = 2\pi [\text{rad/s}]$ であり、インダクタンスとキャパシタンスは各々 $L_1 = 11 [\text{mH}]$, $L_2 = 0.004 [\text{H}]$, $C_1 = 2 [\mu\text{F}]$, $C_2 = 0.003 [\text{mF}]$ とした場合、A点における電位 $\dot{V}_A [\text{V}]$ の値を求めなさい。ただし、G点での電位を $0 [\text{V}]$ とします。

$$\dot{V}_A = \quad [\text{V}]$$

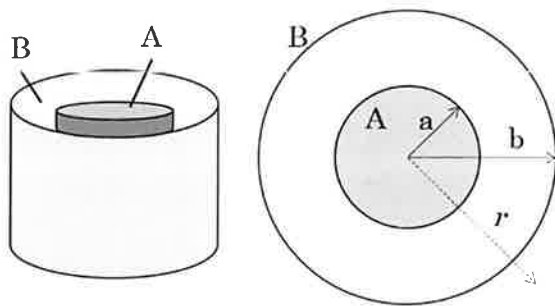
問4. 図1中の交流電源、インダクタンス及びキャパシタンスが各々問3と同じ設定である場合、B点における電位 $\dot{V}_B [\text{V}]$ の値を求めなさい。

$$\dot{V}_B = \quad [\text{V}]$$

2 以下の電磁気学に関する問題に答えなさい。

図に示す半径 a の円柱不導体を，厚さの無視できる半径 b ($b > a$) の円筒導体を中心軸を共通にして取り囲んでいます．内部不導体 A は単位長さ辺り q の電荷が不導体内部も含めて均一に分布しています．外部導体 B は単位長さ辺り $-q$ の電荷が分布しています．以下の問に答えなさい．なお，円柱の中心からの距離を r とおき，導体は充分長く，端の効果は考えなくて良く，真空の誘電率は ϵ_0 とし，不導体の誘電率は ϵ とします．

- (1) $b < r$ における電界 E_1 を求めなさい．
- (2) $a < r < b$ における電界 E_2 を求めなさい．
- (3) $r < a$ における電界 E_3 を求めなさい．
- (4) 不導体 A と導体 B の電位差 V_{AB} を求めなさい．
- (5) これをコンデンサとしたときの単位長さ辺りの静電容量 C を求めなさい．
- (6) 単位長さ辺り q と $-q$ の電荷が分布している場合の，単位長さ辺りのエネルギー W を求めなさい．



(1) $E_1 =$	(2) $E_2 =$
(3) $E_3 =$	(4) $V_{AB} =$
(5) $C =$	(6) $W =$

3 以下の電子回路に関する問題に答えなさい。

図1のトランジスタ増幅回路において、以下の問に答えなさい。答えは枠の中に書き、適切な単位をつけること。ただし、交流信号成分のベース電流 i_b 、コレクタ電流 i_c 、ベース-エミッタ間電圧 v_{be} には、 $i_c = h_{fe} i_b$ 、 $v_{be} = h_{ie} i_b$ の近似関係が成り立つとする。 $h_{fe} = 300$ 、 $h_{ie} = 3.0 \text{ k}\Omega$ 、および h_{re} 、 h_{oe} は0とみなせる範囲で扱う。 V_{CC} は直流電源電圧12Vであり、 $R_L = 2.0 \text{ k}\Omega$ とする。信号電圧 v_s の周波数帯では、回路のキャパシタンスのインピーダンスは他の抵抗と比べて十分小さいとして無視でき、回路図に無い浮遊容量等は考えない。

問1. 入力信号電圧 v_i の振幅 V_{im} が10mVのとき、コレクタ電流の交流信号成分 i_c の振幅 I_{cm} を求めなさい。

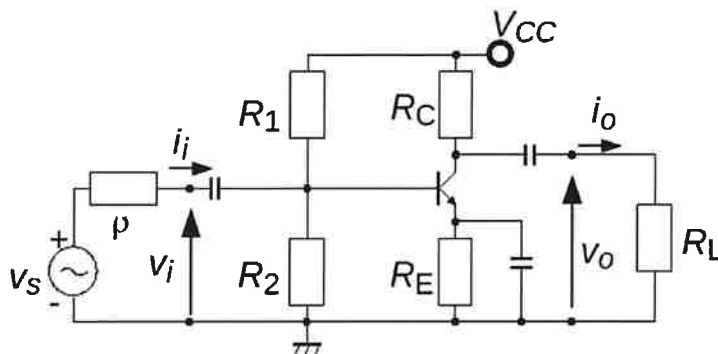


図1. トランジスタ回路

$$I_{cm} =$$

問2. 交流信号の電圧増幅率 $A_v = v_o/v_i = -100$ にするには、 R_C をいくつにすればよいか求めなさい。

$$R_C =$$

問3. 直流のコレクタ-エミッタ間電圧を $V_{CE} = 3.0 \text{ V}$ 、直流コレクタ電流を $I_C = 3.0 \text{ mA}$ とするには、 R_E をいくつにすればよいか求めなさい。ただし、直流エミッタ電流 I_E は I_C とほぼ等しいとおいてよい。問2で求めた R_C の値を用いることとします。

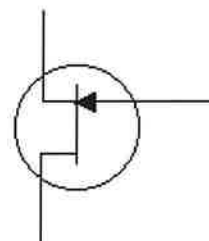
$$R_E =$$

4 以下の電子工学に関する問題に答えなさい。

問 1. FET は、半導体の中を移動する多数キャリアを (ア) 電圧により生じる電界によって制御する素子で、接合形と (イ) 形がある。次の記号は接合形の (ウ) チャンネル FET を示します。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)に記入する字句として、正しいものを組み合わせたものを以下の選択肢(a)～(e)から選択しなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(a)	ゲート	MOS	n
(b)	ドレイン	MSI	p
(c)	ソース	DPI	n
(d)	ドレイン	MOS	p
(e)	ゲート	DPI	n



問 2. バイポーラトランジスタと電界効果トランジスタ(FET)に関する記述として、誤っているものを以下の選択肢(a)～(e)から選択しなさい。

- (a) バイポーラトランジスタは、消費電力が FET より大きい。
- (b) バイポーラトランジスタは電圧制御素子、FET は電流制御素子といわれる。
- (c) バイポーラトランジスタの入力インピーダンスは、FET のそれよりも低い。
- (d) バイポーラトランジスタのコレクタ電流は自由電子及び正孔の両方が関与し、FET のドレイン電流は自由電子又は正孔のどちらかが関与する。
- (e) バイポーラトランジスタは、静電気に対して FET より破壊されにくい。

問3. 次の説明文の①～⑩に当てはまる語句を適切な選択肢ア～フから選び、選択肢の記号を解答欄に書きなさい。尚、同じ選択肢を複数回使用しても構いません。

きわめて高い純度に精錬されたケイ素（Si）やゲルマニウム（Ge）などのような真性半導体に、微量なヒ素（As）またはアンチモン（Sb）などの①価の元素を不純物として加えたものを②形半導体といい、このとき加えた不純物を③という。

ダイオードを安全に使うためには、順方向電圧を加えたときの④が決められた定格値を超えないように、また、定格値以上の⑤を加えないようにする必要がある。

FET は、半導体の中を移動する多数キャリアを⑥電圧による電界によって制御する素子であり、⑦接合を利用した接合型、⑧接触を利用した MOS 型、⑨接合を利用した MES 型があり、⑩デバイスと呼ばれる。

選択肢

ア. 抵抗	イ. 電流	ウ. 電圧	エ. 逆方向電圧	オ. 順方向電圧
カ. i	キ. p	ク. n	ケ. アクセプタ	コ. ドナー
サ. 電子	シ. ホール	ス. ドレイン	セ. ソース	ソ. ゲート
タ. エミッタ	チ. コレクタ	ツ. pn	テ. ショットキー	ト. オーミック
ナ. 金属／絶縁体／半導体	ニ. バイポーラ	ヌ. ユニポーラ	ネ. 2	
ノ. 3	ハ. 4	ヒ. 5	フ. 6	

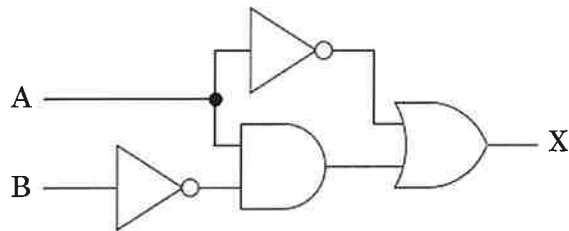
解答欄

①		②	
③		④	
⑤		⑥	
⑦		⑧	
⑨		⑩	

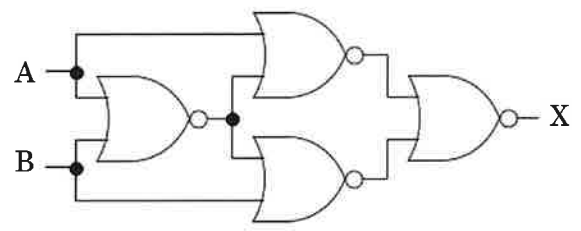
5 以下の論理回路に関する問題に答えなさい。

問1. 以下の (1) および (2) と等価な論理回路図を、選択群からそれぞれ選び記号で答えなさい。

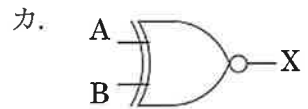
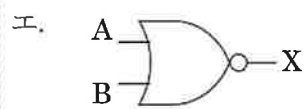
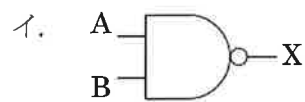
(1)



(2)



選択群



(1)		(2)	
-----	--	-----	--

問2. 以下の (1) および (2) のカルノー図を満たす論理式を最小積和形で求めなさい。ただし、*は don't care を表すものとします。

(1)

		X	0	1
	YZ	00	*	1
		01	0	0
		11	*	*
		10	1	*

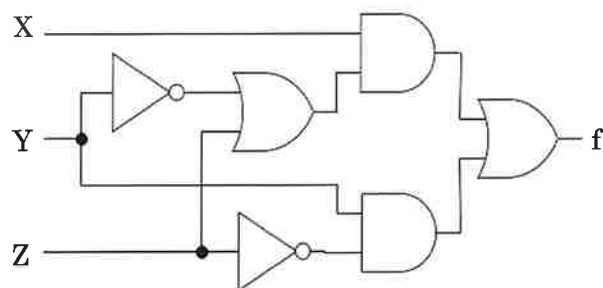
(2)

		XY	00	01	11	10
	ZW	00	1	*	0	1
		01	*	*	0	*
		11	1	*	*	0
		10	*	*	0	1

(1)		(2)	
-----	--	-----	--

問3. 右の回路図について、以下の問に答えなさい。

- (1) 右の回路図に対する真理値表を求めなさい。
- (2) f の標準和積式を求めなさい。
- (3) f の最簡式を求めなさい。



(1)	<table><tr><td>X</td><td>Y</td><td>Z</td><td>f</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>				X	Y	Z	f	0	0	0		0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0		1	0	1	1	1	0	1	1	1	(2)	
	X	Y	Z	f																																
	0	0	0																																	
	0	0	1																																	
	0	1	0																																	
	0	1	1																																	
	1	0	0																																	
	1	0	1																																	
	1	1	0																																	
	1	1	1																																	
				(3)																																

問4. 下図の順序回路について、入力 X に対する出力 Z の動作特性を記入しなさい。ただし、各 FF の内部状態変数の初期値はそれぞれ $Q_0=1$, $Q_1=1$ とします。

