

令和6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6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。枠内に解答を書き、適切な単位をつけること。

問1. ある素子に加わる電圧および流れる電流が、下記のように時間 t [s] の関数で表されるとき、素子の消費電力を求めなさい。

・電圧: $v(t) = 100 \sin(100\pi t + \pi/2)$ [V]

・電流: $i(t) = 10 \sin(100\pi t + \pi/4)$ [A]

問2. 抵抗 100Ω に流れる電流が、下記の時間 t [s] の関数で表されるとき、抵抗の消費電力を求めなさい。

・電流: $i(t) = 10 + 5 \sin(100\pi t + \pi/4) + 3 \sin(120\pi t + \pi/4)$ [A]

問3. $R = 100 \Omega$, $C = 0.1 \text{ mF}$ が直列接続された回路に、周波数 60 Hz 、実効値 100 V の正弦波交流電圧を加えたとき、回路の消費電力を求めなさい。

問4. $R = 100 \Omega$, $C = 0.1 \text{ mF}$, $L = 1 \text{ mH}$ が並列接続された回路に、周波数 60 Hz 、実効値 100 V の正弦波交流電圧を加えたとき、回路の消費電力を求めなさい。

問5. $R = 100 \Omega$, $C = 0.1 \text{ mF}$, $L = 1 \text{ mH}$ が直列接続された回路に、実効値 100 V の正弦波交流電圧を加える。周波数を 0 から無限大まで変化させるとき、回路の消費電力の最大値を求めなさい。

2 以下の電気磁気学に関する問題に答えなさい。

図のような環状鉄心に巻かれたコイルがある。端子 1－2 間の自己インダクタンスを測定したところ、 20mH でした。端子 3－4 間の自己インダクタンスを測定したところ、 5mH でした。このとき、次の問いに答えなさい。

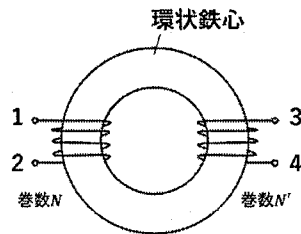


図1 環状鉄心に巻かれたコイル

- 問1. 自己インダクタンス L_1 と L_2 のコイルがあり、2つのコイルの結合係数が k であったとき、相互インダクタンス M を示しなさい。
- 問2. 自己インダクタンス L_1 と L_2 のコイルを和動接続したときの合成インダクタンスを示しなさい。ただし相互インダクタンスを M とします。
- 問3. 自己インダクタンス L_1 と L_2 のコイルを差動接続したときの合成インダクタンスを示しなさい。ただし相互インダクタンスを M とします。
- 問4. 図のコイルにおいて、端子 2 と 3 を接続した状態で端子 1－4 間のインダクタンスを測定したところ、 41mH でした。このとき、端子 1－2 間のコイルと端子 3－4 間のコイルの結合係数 k の値を求めなさい。

【解答欄】

問1	
問2	
問3	
問4	

3 以下の電子回路に関する問題に答えなさい。

図1および2の電界効果トランジスタを用いた自己バイアス回路において、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、Dはドレイン、Gはゲート、Sはソースです。

問1. 図1の回路におけるゲート・ソース間の電圧 V_{GS} と I_D の関係式を求めなさい。

$V_{GS} =$

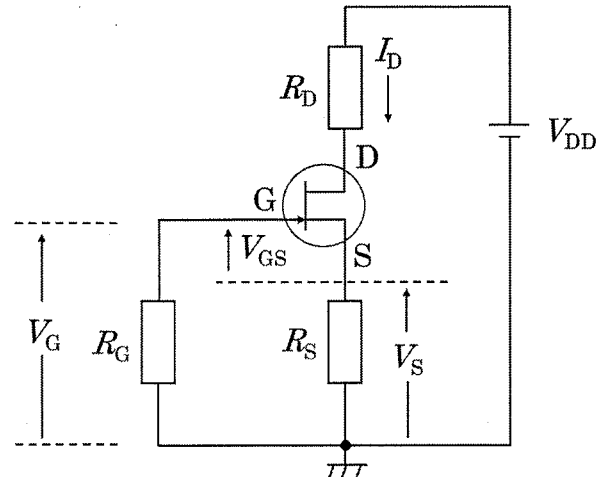


図1 自己バイアス回路a

問2. 図2の回路におけるソース電圧 V_S を V_{DD} , V_{GS} , R_1 , R_2 を用いて求めなさい。

$V_S =$

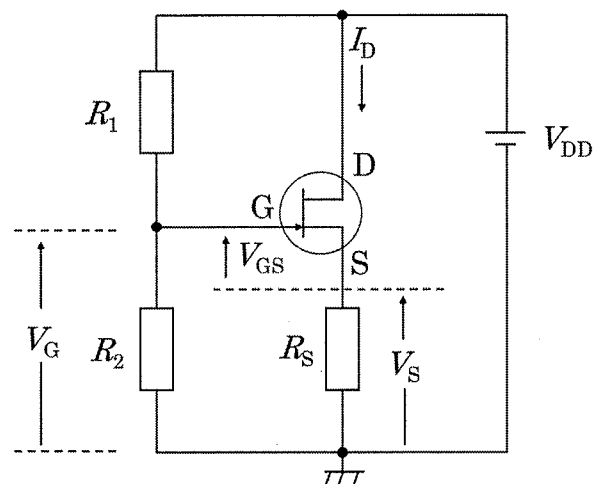


図2 自己バイアス回路b

問3. 図2の回路で、 $V_{DD} = 20\text{ V}$ とし、 $I_D = 0.8\text{ mA}$, $V_{GS} = -2\text{ V}$ とするとき、 V_S を 8 V とするには R_S と R_1 をいくらにすればよいか求めなさい。ただし、 $R_2 = 1\text{ M}\Omega$ とする。

$R_S =$
 $R_1 =$

問4. 図2の回路で、 $V_{DD} = 10\text{ V}$, $V_S = 6\text{ V}$ のときの V_{GS} を求めなさい。ただし、 $R_1 = 2\text{ M}\Omega$, $R_2 = 1.5\text{ M}\Omega$ です。

$V_{GS} =$

4 以下の電子工学に関する問題に答えなさい。

問 1. 次の pn 接合ダイオードに関する説明文の①～⑧に当てはまる語句を適切な選択肢ア～ノから選び、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よい。

p 形半導体層 (p 層) と n 形半導体層 (n 層) を接合した pn 接合の接合面付近では、拡散により p 層と n 層のキャリアはそれぞれ n 層と p 層の領域に移動する。接合面付近では拡散したそれぞれのキャリアが互いに消滅し、 ① と呼ばれるキャリアのない領域が生じる。その結果、 ① 内において p 層の接合面付近に ② が、n 層の接合面付近に ③ が現れる。それより、接合面付近にはキャリアの移動を妨げる ④ が生じる。この ④ が作る障壁のポテンシャル関数は、不純物分布が一様であるとすれば、n 層の ① が始まる境界からの距離を x とするとき、 x の ⑤ 関数として表される。同様に p 層側でも同様の障壁を作り、この二つの障壁の高さの合計を ⑥ と呼んでいる。この pn 接合の p 層側に正の電圧を印加すると、この二つの障壁の高さの合計は ⑦ , 電流が流れる。半導体中での電子や正孔の量はその運動エネルギーに対してボルツマン分布を持つと近似できるので、電流量は p 層と n 層間の電圧の増加に対して ⑧ 関数的に増加する。

選択肢

- | | | | | |
|-----------|-----------|---------|----------|----------|
| ア. 空乏層 | イ. 蓄積層 | ウ. 反転層 | エ. 逆方向電圧 | オ. 順方向電圧 |
| カ. 正の固定電荷 | キ. 負の固定電荷 | ク. 電界 | ケ. アクセプタ | コ. ドナー |
| サ. 電子 | シ. ホール | ス. 磁界 | セ. 線形 | ソ. 二次 |
| タ. 三次 | チ. 対数 | ツ. 指数 | テ. 正弦波 | ト. 拡散電位 |
| ナ. ツェナー電位 | ニ. 光電位 | ヌ. 高くなり | ネ. 低くなり | ノ. 変わらず |

解答欄

①		②		③		④	
⑤		⑥		⑦		⑧	

問 2. p 形 Si 基板 ($N_a = 1.5 \times 10^{22} \text{ [/m}^3\text{]}$) に 100 [nm] の熱酸化膜 (SiO_2 の比誘電率: 3.9) を形成し、n チャンネル MOS-FET を作成した。このとき、MOS 構造は理想構造 ($V_{FB} = 0$) , チャンネル長 $L = 10 \times 10^{-6} \text{ [m]}$, チャンネル幅 $W = 100 \times 10^{-6} \text{ [m]}$, チャンネル内の移動度 $\mu_n = 0.135 \text{ [m}^2\text{/V} \cdot \text{sec]}$, Si の真性キャリア密度 $n_i = 1.5 \times 10^{16} \text{ [atoms/m}^3\text{]}$, $kT/q = 0.0259 \text{ [V]}$, $\ln 10 = 2.3$, 電気素量 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ [C]}$, Si の比誘電率 11.7, 真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ [F/m]}$ とするとき、以下の値を有効数字 2 桁で求めなさい。

- (1) フェルミポテンシャル V_f
- (2) 単位面積あたりの酸化膜容量 C_0
- (3) 反転しきい値電圧 V_T
- (4) ゲート電圧 $V_G = 3 \text{ [V]}$ のときの飽和領域における相互コンダクタンス g_m

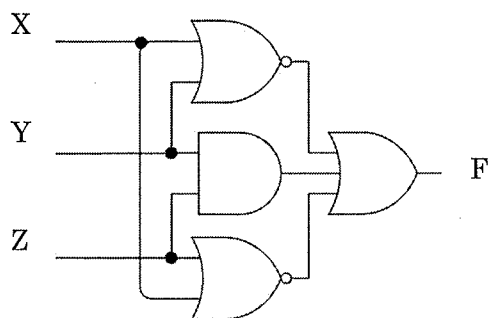
解答欄

(1)	[V]	(2)	[F/m ²]
(3)	[V]	(4)	[A/V]

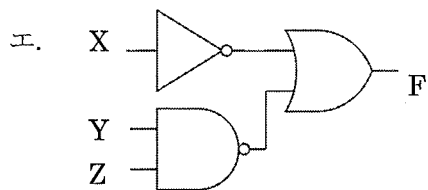
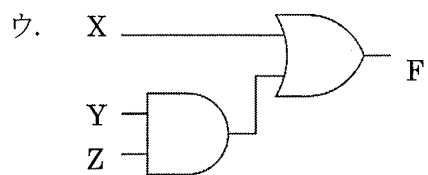
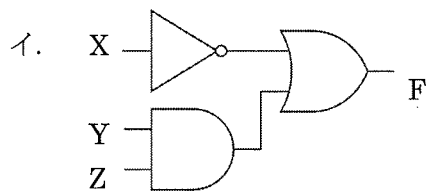
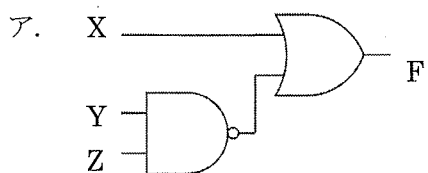
5 以下の論理回路に関する問題に答えなさい。

問1. 8ビットの2進数で正負の数を表します。このとき、2の補数表示の 10101010 に対応する10進数を求めなさい。

問2. 下の論理回路図について以下の問に答えなさい。



(1) 上の論理回路図と同じ入出力特性をもつ論理回路図をア～エから選び、記号を○で囲みなさい。



(2) 上の論理回路図と同じ入出力特性をもつ標準和積式を求めなさい。

問 3. 以下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。

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

問 4. 二つの TFF を下図のように接続した順序回路について、内部状態 Q_0 , Q_1 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 $FF_0: Q_0=0$, $FF_1: Q_1=0$ とする。

