情報通信工学 演習 1

学籍番号： 　　氏名： 　　評価：

1-1

以下の文中の枠内に適切な語句を入れよ。

- 　　は様々な物理量を電気信号に変える素子であり、その出力は 　　、電圧、電流など様々である。一方、信号処理回路の入力信号は基本的に 　　であるため、多くの場合はセンサと信号処理回路との間に 　　が必要となる。
- 抵抗変化するセンサには 　　回路を用いる。また、キャパシタンスやインダクタンスが変化するセンサに対しては 　　回路を用いる。これらの回路ではセンサと対になる抵抗 (コンデンサ/インダクタ) の部分に 　　を用いるのが通例であり、これによって測定したい物理量以外のインピーダンス変動を打ち消す事が可能となる。

問 1-2

教科書 p3、p4 の式 1.1、1.2 を導出せよ。

問 1-3

直流ブリッジ回路の感度 (S: 教科書 p5-式 1.4) を最大とする条件が $x = 1$ であることを証明せよ (R_0、E は一定とする)。

情報通信工学 演習 2

学籍番号： 　　氏名： 　　評価：

2-1

以下の文中の枠内に適切な語句を入れよ。

- 理想的なオペアンプの増幅度は［　　］、入力インピーダンスは［　　］、出力インピーダンスは［　　］であり、その特性は信号周波数に［　　］。
- オペアンプを増幅回路に用いる場合、一般的には［　　］をかけて使用する。このときオペアンプの非反転入力端子と反転入力端子の電位は［　　］なり、このことを［　　］という。
- 反転増幅回路では非反転入力端子が接地されているため、反転入力端子は［　　］の状態となる。

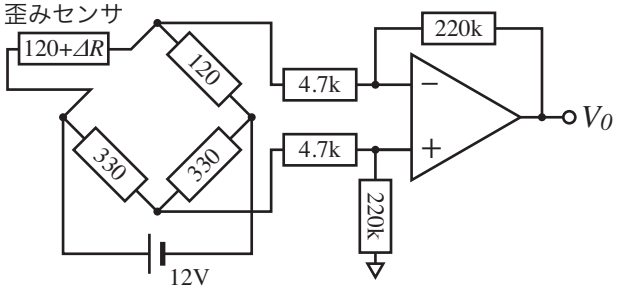
問 2-2

以下の増幅回路の回路図を描け。なお、入力端子は V_1、出力端子は V_0 を記すこと。

(1) 入力電圧を −0.2 倍にする反転増幅回路。ただし、入力抵抗は 10 kΩ を用いよ。
(2) 入力電圧を 6 倍にする非反転増幅回路。ただし、帰還抵抗は 10 kΩ を用いよ。

問 2-3

図は基準抵抗 120 Ω の歪みセンサの信号を検出・増幅する回路の図である。回路の出力電圧 (V_0) が 1.0 V のとき、歪みセンサの抵抗変化 (ΔR) を求めよ。



情報通信工学 演習 3

学籍番号： 　　氏名： 　　評価：

3-1

以下の機能を持つ回路図を描け。なお、抵抗等の各素子の値は適宜与えること。

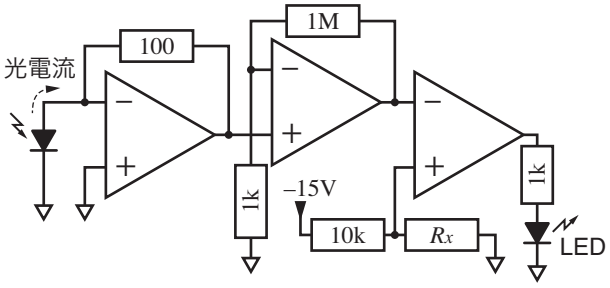
(1) 二つの入力 V_1、V_2 に対して、出力 $V_0 = -(2V_1 + 0.5V_2)$ が得られる回路。
(2) 直流に対してゲイン −10 で、遮断周波数 10 kHz の LPF。

問 3-2

(1) 教科書の図 3.5 の積分回路、および、(2) 図 3.9(a) の微分回路に、角周波数 ω の正弦波電圧 v_1 を入力したとき、入出力振幅比 $\frac{|v_0|}{|v_1|}$ を ω、C、R を用いてそれぞれ表せ。ヒント：インピーダンス $Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$

問 3-3

図は、フォトダイオードの光電流を検出・増幅・比較して、発光ダイオード (LED) を光らせる回路である。光電流が 1.0 μA 以上になったとき LED が光るようにするには、抵抗 R_x を何 Ω にすればよいか。



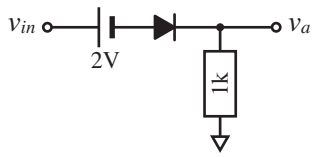
情報通信工学 演習 4

学籍番号： 氏名： 評価：

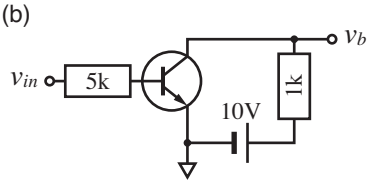
4-1

以下の (a) および (b) の回路に、振幅 5 V で 1 Hz の正弦波 v_{in} を入力したときの出力波形 v_a、v_b のグラフを描け。また、それぞれの回路の名前を答えよ。なお、回路中のダイオードやトランジスタは、理想的なスイッチ動作をするものとして考えてよい。

(a)



(b)



問 4-2

ダイオードを用いて、入力電圧を上限電圧 5 V、下限 0 V に制限する回路図を描け。また、このような回路を何というか。

問 4-3

ダイオード及びトランジスタを用いて、入力信号が 2.5 V 以上のときは出力が 0 V、2.5 V 以下のときは出力が 5 V となるパルス整形回路を描け。

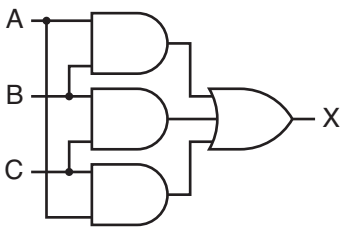
情報通信工学 演習 5

学籍番号： 　　氏名： 　　評価：

5-1

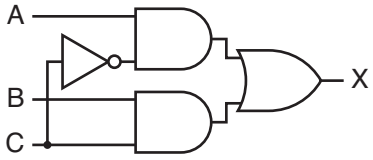
以下の (a)、(b) の回路の出力 X を論理式で表し、真理値表を完成させよ。また、それぞれの回路は何というか答えよ。

(a)



A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

(b)



A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

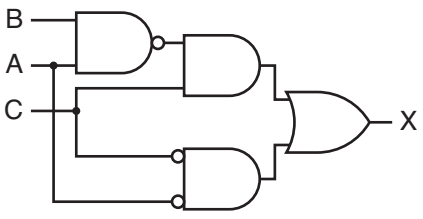
問 5-2

XOR(排他的論理和) と XNOR(否定排他的論理和) は互いに否定の関係にあることを証明せよ。

ヒント：$\overline{A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B} = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B}$ を証明する。

問 5-3

(1) 下図の論理回路を論理式で表せ。(2) (1) の論理式を可能な限り簡略化せよ。(3) 簡略化した論理式を用いて、等価な動作をする論理回路を NOR のみを用いて描け。



情報通信工学 演習 6

学籍番号： 　　氏名： 　　評価：

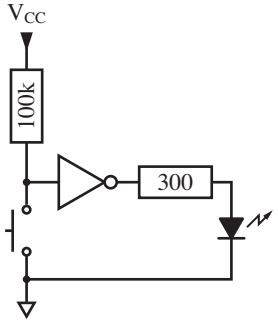
6-1

以下の文中の枠内に適切な語句を入れよ。

- TTL は [　　] トランジスタを用いた論理 IC で、電源電圧 [　　] V で用いる。TTL では論理 0 (LO) と判断する電圧は 0.8 V 以下、論理 1 (HI) と判断する電圧は 2.0 V 以上であり、これらの電圧レベルのことを [　　] という。一方、CMOS は [　　] を用いた論理 IC で、電源電圧は 2〜15 V とモデルによって異なっており、論理 0/1 と判断する電圧レベルも電源に応じて異なる。TTL は [　　] 駆動であるため入力インピーダンスが [　　] 消費電力が [　　] 。CMOS は [　　] 駆動であるため入力インピーダンスが [　　] 消費電力が [　　] 。
- 論理 IC で最も多用されるものに Texas Instruments 社の [　　] シリーズがある。これらの IC の型番は 74XXnnYY の形式をしており、 [　　] の数値が論理機能とピン配置を表している。
- 論理 IC の出力段のトランジスタのコレクタ端子が、そのまま出力端子となっているものを [　　] といい、この出力を機能させるためには [　　] で電源電圧につなぐ必要がある。これらの出力を直結して用いると、出力同士の [　　] 回路を作ることができる。このようにして得られる回路を [　　] という。
- 論理回路の出力信号を次段の入力端子に接続するとき、その分岐数のことを [　　] という。この数の最大値は、TTL の場合は出力電流 (I_{OL} = 16 mA、I_{OH} = 400 μA) と入力電流 (I_{IL} = 1.6 mA、I_{IH} = 40 μA) から [　　] 個となり、CMOS の場合は負荷容量 (50 pF) と入力容量 (10 pF) から [　　] 個となる。
- 入力信号が論理 IC のゲートを通過して出力信号が現れるまでの時間を [　　] といい、この値は一般的な IC の場合 10 ns 程度である。複数の入力信号を演算するとき、各信号が通過するゲート数が異なると信号の時間ずれが生じ、予期せぬ出力が出ることがある。この出力を [　　] という。

問 6-2

右下図は TTL を用いた論理回路で、スイッチを押すと LED が点灯するようになっている。図の回路には 2 カ所の問題点がある。これら 2 つの問題点 (どのような不具合を生じるか) を指摘し、正常動作する回路を描け。

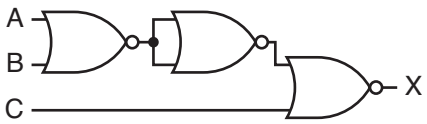


問 6-3

TTL 出力 (出力レベル $V_{OL} \leqq 0.4$ V、$V_{OH} \geqq 2.7$ V) の端子に CMOS IC を接続することを考える。CMOS 回路の電源電圧を V_{DD} [V] としたとき、CMOS の入力レベルが $V_{IL} \leqq 0.3V_{DD}$、$V_{IH} \geqq 0.7V_{DD}$ であるとすると、ノイズマージン 0.3 V 以上で双方を接続する場合に、CMOS IC の電源電圧 V_{DD} はどの範囲である必要があるか有効数字 2 桁で答えよ。

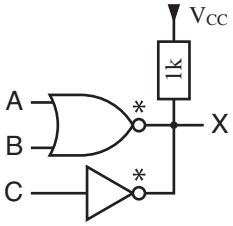
問 6-4

右下図は 74HC02 (2 入力 NOR ゲート・CMOS) を用いて構成した 3 入力 NOR の回路図である。図の回路の問題点 (どのような不具合を生じるか) を指摘し、正常動作する回路を描け。



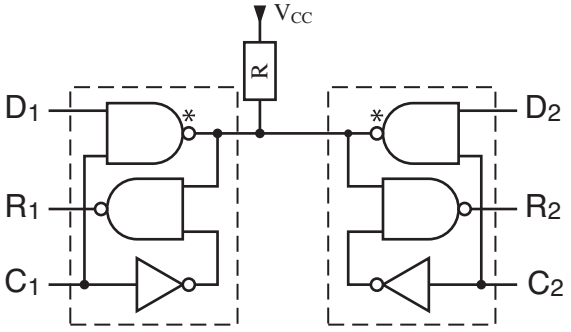
問 6-5

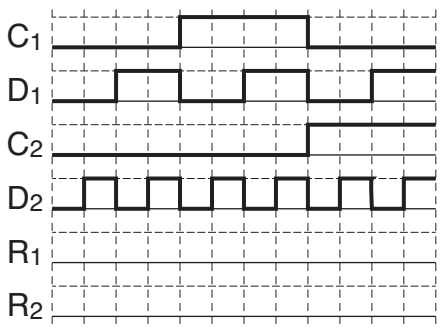
下図はオープンコレクタの 2 入力 NOR 回路と、同じくオープンコレクタの NOT 回路の出力を接続した回路である。これと同等の動作をする等価回路を通常の 2 入力 NOR 回路を用いて構成した場合の回路図を描け。なお、ハザードは考慮しなくてよい。



問 6-6

左下図は 2 つのトランシーバ回路を接続した双方向回路である。入力 C_1、D_1、C_2、D_2 を右下タイムチャートのように変化させたとき、出力 R_1、R_2 の変化をタイムチャートに描け。なお、伝搬遅延時間は無視してよい。





情報通信工学 演習 7

学籍番号：　　氏名：　　評価：

7-1

以下の文中の枠内に適切な語句を入れよ。

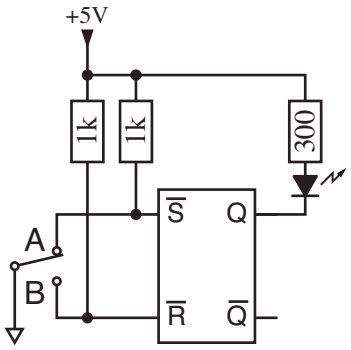
- 入力信号に対して出力が一意に定まる論理回路を［　　］、入力の履歴によって出力が変化する論理回路を［　　］という。
- 最も基本的なフリップフロップは、セット入力 $\overline{S}$ とリセット入力 $\overline{R}$ を有するもので、［　　］フリップフロップと呼ばれ、$\overline{S}$ =［　　］で非反転出力 Q をセット (=1)、$\overline{R}$ =［　　］で非反転出力 Q をリセット (=0) する。但し $\overline{S}$ と $\overline{R}$ は同時に［　　］にしてはいけない。このフリップフロップはスイッチ入力部での［　　］防止といった用途で用いられることが多い。
- コンピュータ等の内部で多用されているフリップフロップに［　　］フリップフロップがあり、これはクロック入力の立ち上がり或は立ち下がり時に入力信号を取り込んで出力するものである。このフリップフロップは、時系列で並んだシリアル信号をパラレル信号に変換したり、遅延によって到達時間がずれた信号のタイミングを揃えたりする［　　］に用いられている。
- 上のフリップフロップのようにクロック信号に同期した動作をするとき、クロックの立ち上がりで動作するものを［　　］エッジトリガ、立ち下がりで動作するものを［　　］エッジトリガという。

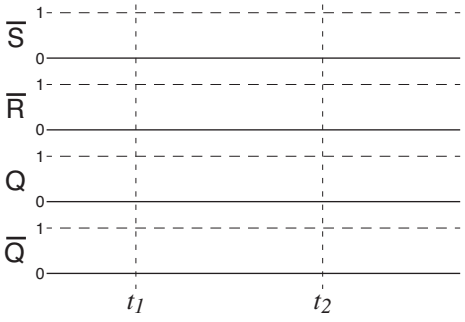
問 7-2

下図のフリップフロップを含む回路について、以下の問いに答えよ。

(1) トグルスイッチを B 側に倒したとき、LED は点灯するか、消灯するか答えよ。

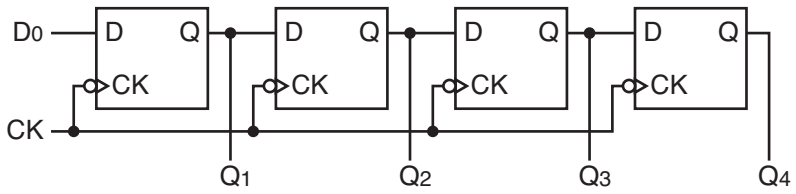
(2) トグルスイッチを A → B、B → A と切り替えたときフリップフロップの入出力端子 ($\overline{S}$、$\overline{R}$、Q、$\overline{Q}$) のタイムチャートを描け。なお、図中の t_1、t_2 はそれぞれ A → B、B → A に切り替えた時刻とする。また、スイッチは理想的に切り替わり、ゲートの伝搬遅延時間は無いと考えてよい。

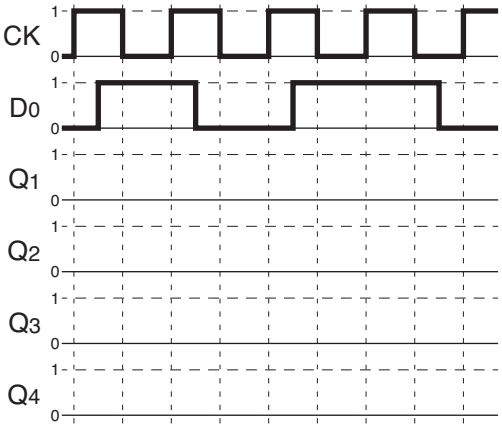




問 7-3

下図のフリップフロップを含む回路について、クロック入力 CK とデータ入力 D_0 が右図のように与えられたとき、4 つの出力 Q_1〜Q_4 がどのように変化するか、タイムチャートを完成させよ。ただし、初期状態で全てのフリップフロップはリセットされているものとする。





問 7-4

JK フリップフロップを用いて、D フリップフロップを構成せよ。なお、クロックトリガは立ち上がりとする。

問 7-4

JK フリップフロップを用いて、T フリップフロップを構成せよ。なお、クロックトリガは立ち下がりとする。

情報通信工学 演習 8

学籍番号： 　　氏名： 　　評価：

8-1

以下の文中の枠内に適切な語句を入れよ。

- T-FF は入力クロックの [　　] の周波数のパルス信号を出力する。この性質を利用し、N 個の T-FF を直列に繋ぐことで [　　] ビットのカウンタ回路を構成できる。この回路は [　　] カウンタ回路と呼ばれている。
- アナログ電圧をデジタル回路で扱える信号に変換する回路を [　　] 変換回路、逆にデジタル値からアナログ電圧 (電流) を得る回路を [　　] 変換回路という。
- アナログ電圧をデジタル値に変換する際、電圧に比例したパルス数を出力するものを [　　] 型、電圧に比例した多ビットのデジタル値を出力するものを [　　] 型という。
- デジタル値からアナログ電圧を出力する際、出力パルスの幅 (デューティー比) を変化させて交流実効値としてアナログ値を得るものを [　　] 型、直流値としてアナログ電圧を出力するものを [　　] 型という。

問 8-2

T-FF を直列接続する非同期式カウンタの特徴を簡単に述べよ。

問 8-3

下図は JK-FF を用いた 3 ビットの同期式カウンタ回路である。図中の太枠 A に入る論理回路は OR、NOR、AND、NAND、XOR、XNOR のいずれであるか答えよ。