ディジタル第 14 回演習

氏名：205728A

学籍番号：チン シュクトク

今回の演習はちょっと難しいです、最初の図から状態遷移図用いることができない。

そしてフリップフロップの方で一回復習しました。

① RS-FF (リセットセット フリップフロップ)

RS フリップフロップは、すべての FF の基本となるものです。

先に述べたように、リセットという入力が 1 になると、現在の状態にかかわりなく 出力は無条件に 0 となります。逆にセットという入力が 1 になると、 出力は 無条件に 1 になります。入力がともに 0 であれば、その前の状態を保持します。

なお、2 つの入力(R,S)は互いに矛盾するため、これらが

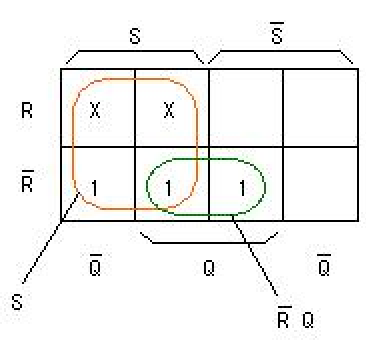
同時に 1 になることは禁止されています

以下に示す遷移表は、この RS-FF の動作を記述しています。

入力		現在の状態	次の状態	
S(Set)	R(Reset)	Q	Q^n	
0	0	0	0	現状維持
0	0	1	1	
0	1	0	0	リセット
0	1	1	0	
1	0	0	1	セット
1	0	1	1	
1	1	0	X	禁止
1	1	1	X	

この表から、次の状態 Q^n を求めます。

上の表から、次の状態 Q^n を入力(S,R)と Q を用いて表します。



すなわち、現在の状態 Q は一種の入力とみなします。

この論理式を、カルノー図を用いて簡略化します。

結果を以下に示します。

（なお、禁止されている状態は×で表します。）

これより次の式が成立します。

$$RS = 0$$
$$Q^n = S + \bar{R}Q$$

これらの式を特性方程式と呼びます。

1 番目の式は、リセットとセットが同時に 1 となる状態を禁止するためのものです。

2 番目の式についてその否定をとり、ド・モルガンの定理を用いて変形すると、次の式が得られます。

$$\overline{Q^n} = \overline{S + (\overline{R + \bar{Q}})}$$

これより、NOR 回路 2 個を用いて以下に示す回路図が得られます。

このように、RS-FF は 2 入力の NOR 回路を用いて実現する

ことができます。

この RS-FF の動作を示すタイムチャートを、以下に示します。

時間軸上での動作を十分理解して下さい。

次に、この回路を NAND 回路を用いて表現してみましょう。

上の論理式を変形すると次のような式が得られます。

$$Q^n = \overline{(\bar{S})\cdot(\overline{\bar{R}\cdot Q})}$$

これより、以下の回路図が得られます。

入力の S と R が負論理となっている点に注意が必要です。

② T-FF　　(トグル フリップフロップ)

T-FF はトグル、もしくはトリガーフリップフロップの略で、入力 T の立上りで、出力 Q が反転します。

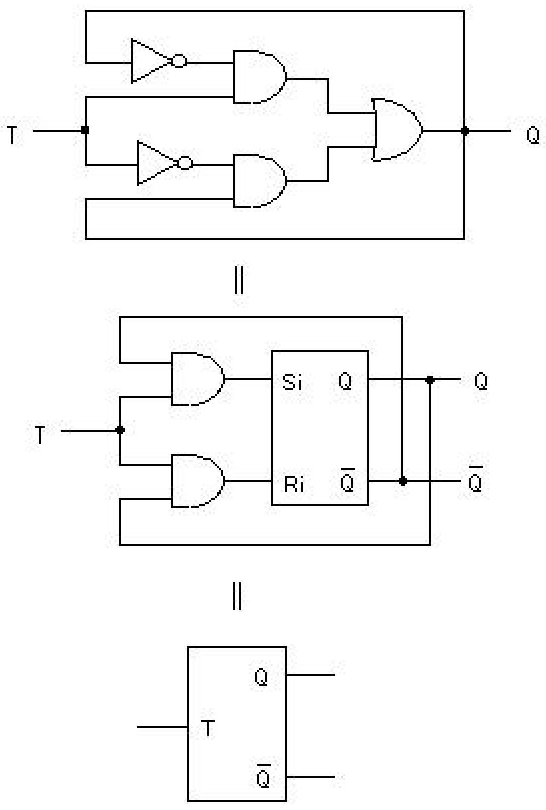
この T-FF の遷移表は以下の通りです。

入力	現在の状態	次の状態	RS-FFの入力	
T	Q	Q^n	S	R
0	0	0	0	－
0	1	1	－	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1

この表の左半分から論理式を求めます。 結果は次のようになります。

$$Q^n = \overline{T}\,Q + T\,\overline{Q}$$

これらを MIL 記号を用いて表現すると、以下に示す回路図（１番上）が得られます。



次に、上の遷移表の右半分を使用して、この T-FF を RS-FF を用いて構成する手法について説明します。

記号の「－」は、0 と 1 のどちらでもよいことを示しています。

ここでは 0 とみなすと、以下の式が得られます。

$$S_i = T\overline{Q}$$
$$R_i = T\,Q$$

これより、上の中央の回路図が得られます。

なお、この T-FF を簡略化した記号（図の下）で表すことがあります。

次にこの T-FF のタイムチャートを示します。

上の図で、入力信号 T＝1 の幅が狭いことに注意して下さい。

もし、T＝1 が長くなると出力 Q は 0 → 1 → 0 というように、

発振します。これを防ぐため、T の立ち上り後出力 Q が変化する前に、T＝0 とする必要があります。このような T-FF を、パルス型 T-FF（もしくは AC 型 T-FF）と呼びます。

このような、入力 T の制約をなくした T-FF を DC 型 T-FF と呼びます。

③ JK-FF　(Ｊ Ｋ フリップフロップ)

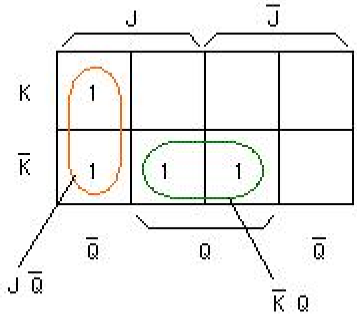
ＪＫ－ＦＦ は RS-FF に似ていますが、J＝K＝1 で出力 Q が反転する点が異なります。

（RS-FF では、R＝S＝1 は禁止されていました。）

この遷移表は、次のようになります。

入力		現在の状態	次の状態
J	K	Q	Q^n
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

この遷移表から、以下のカルノー図が得られます。



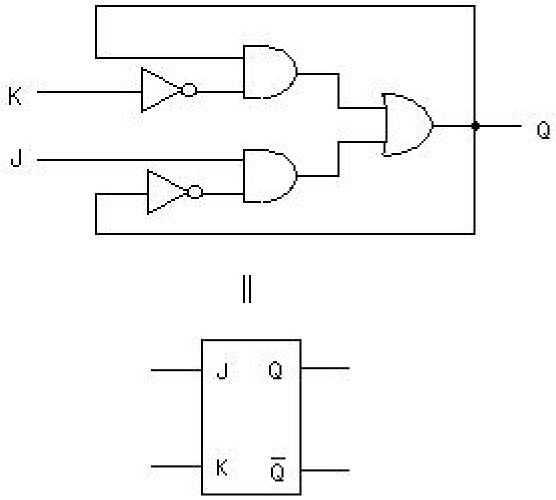
これより、簡略化された式が求まります。

$$Q^n = \overline{K}\,Q + J\,\overline{Q}$$

この式を MIL 記号を用いて表現すると、

次のようになります。

なお、この JK-FF を簡略化した記号（図の下）で表すことがあります。



次にこの JK-FF のタイムチャートを示します。

ここで示した JK-FF はクロックパルスのないタイプです。

2 つの入力 J,K が同時に H になるとき、出力 Q が反転しますが、現実には同時に変化する状態を作ることは極めて難しく、微小な時間だけずれを生じることがほとんどです。この時間のずれをハザードと呼び、これによる誤動作を防ぐ対策が必要になります。