

マイクロコンピュータと2進カウンタによる プログラムタイマーの試作

岡山県倉敷市立工業高等学校

草野 泰 秀

最近、家庭電気製品の中にまで、マイクロコンピュータが使用されており、近い未来には、すべてのものがマイクロコンピュータによって全自動化される日がくるかもしれません。このような状況において、工業高校においても、マイクロコンピュータを使いこなせる知識を習得することが必要と思われます。本校では、マイクロコンピュータに使用できるBASIC言語を用いたソフトウェア実習を行なっているが、ここでは、マイクロコンピュータの入出力制御に関する知識を習得させるための実習用として、マイクロコンピュータと2進カウンタによるプログラムタイマーを試作しました。

I 概要

マイクロコンピュータのみによるプログラムタイマーも、ループをつくるプログラムによって容易につくることができる。しかし、この方式によ

るプログラムタイマーは、マイクロコンピュータ(TK-80)のクロック周波数より1ステートにかかる時間が $0.488281 \mu\text{S}$ という端数が出るこ

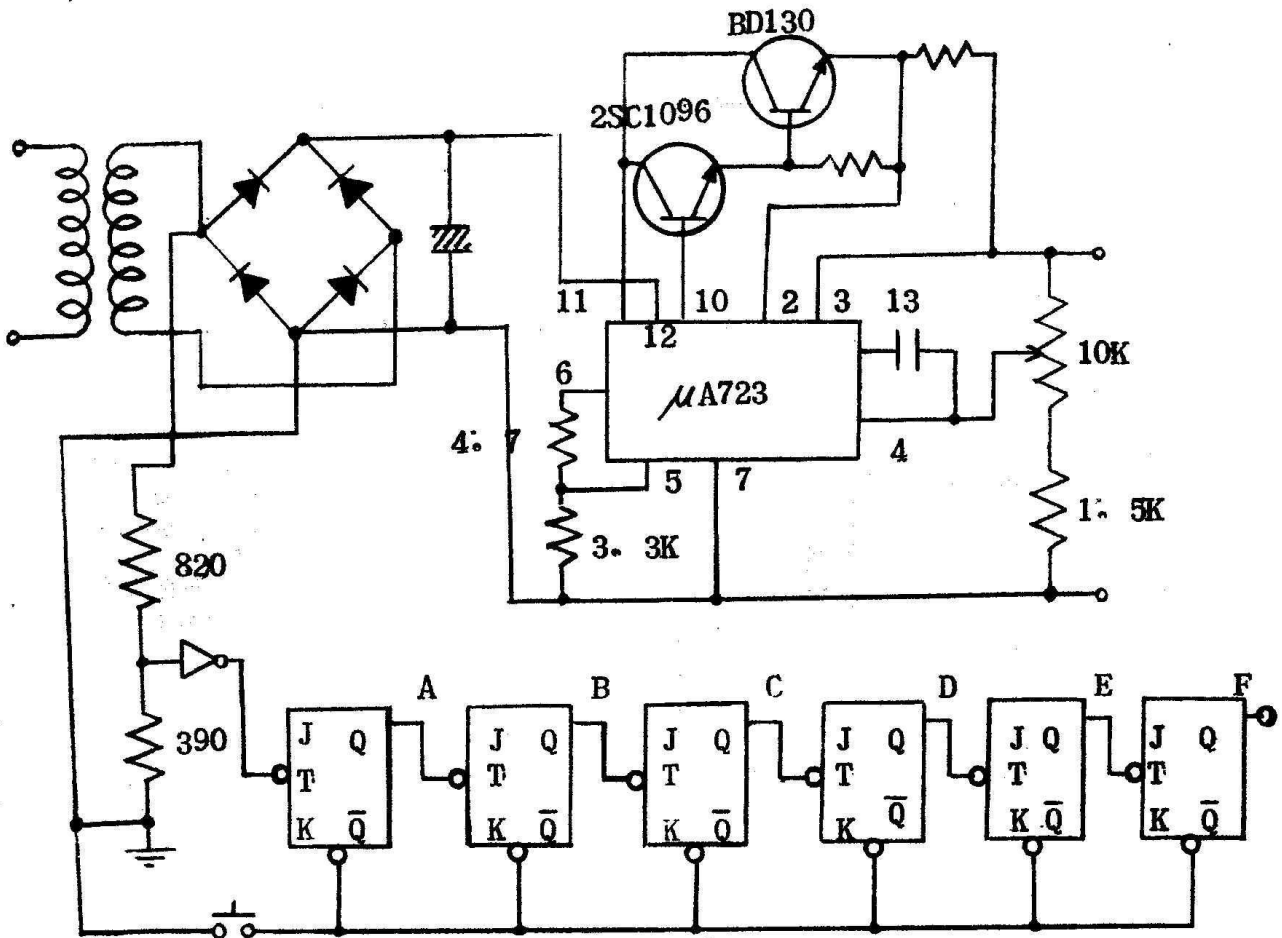


図1 電源と2進カウンタ

とから、時間にかなり誤差が生じる。そのうえ、マイクロコンピュータの入出力制御に関する知識を習得するという目的が達成できない。このようなことから、私は2進カウンターを使用したプログラムタイマーを試作した。

一般にマイクロコンピュータの入出力制御に関する知識を習得するための教材としては、デジタル信号をマイクロコンピュータの入力に与え、それをマイクロコンピュータが処理し、その結果をマイクロコンピュータの出力にデジタル信号で出すものが好ましい。このような条件を私の試作したプログラムタイマーは、ほぼ満たしていると思う。プログラムタイマーの特徴としては、秒単位でタイムセットが可能で、電源同期式なので時間誤差もあまりなく、複数個の負荷装置を個別にon-offできる。プログラムタイマーの構成は、電源部、2進カウンター部、マイクロコンピュータTK-80からなる。

I 電源部

図1に回路図を示す。これはIC $\mu A 723$ を使用し、出力電流最大3Aで、出力電圧3V~15Vまで連続可変できる定電圧電源であるが、5Vで使用している。

II 2進カウンター部

図1に回路図を示す。これは、JKマスタースレーブフリップフロップとNAND-ICを使用している。図からわかるように、全波整流の4個のダイオードブリッジの1つから半波整流されている波形をとりだしている。それが方形波に波形整形されたパルスをカウンターへ入力している。図1のカウンターのA、B、C、D、E、Fは順



プログラムタイマー完成写真

に1の位、2の位、...32の位となっている。2進数で11100が10進数の60であるから、C、D、E、Fがすべて1のとき、1つのパルスを出力するようにすれば、電源周波数が60Hzであるから、1秒ごとに1つのパルスが出ることになる。この設計法を次に述べる。

C、D、E、Fがすべて1(High)のとき0(Low)になる論理式は、 $G = \overline{C \cdot D \cdot E \cdot F}$ となり、図2の回路は、これを満たしている。Gをリセット信号としてカウンターに入力すれば、パルスが60個くるとにカウンターは、リセットされることになる。また、Gは、フリップフロップに接続されているから、Gが0のときIが1となり、Nは1となる。Hの同期信号が0のときJは1、Mも1でKは0となり、Lも0でIは1のままである。次に同期信号Hが0から1に変化すると、Jが0となり、Kが1、Gはリセットされると、1に変わっているから、Iは0となり、Nも0で、Jは1となり、Iは0のままとなる。このタイミングダイアグラムを図3に示す。

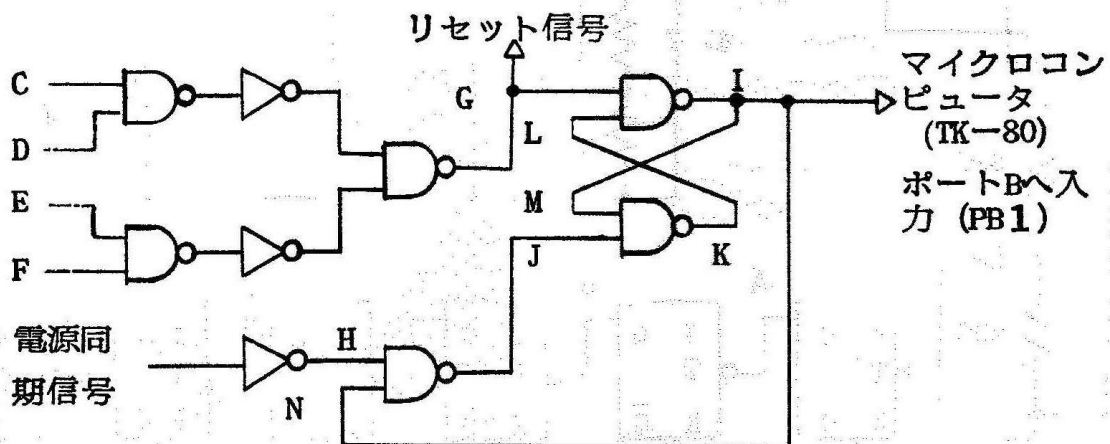


図2 2進カウンターとマイクロコンピュータとのインターフェイス回路

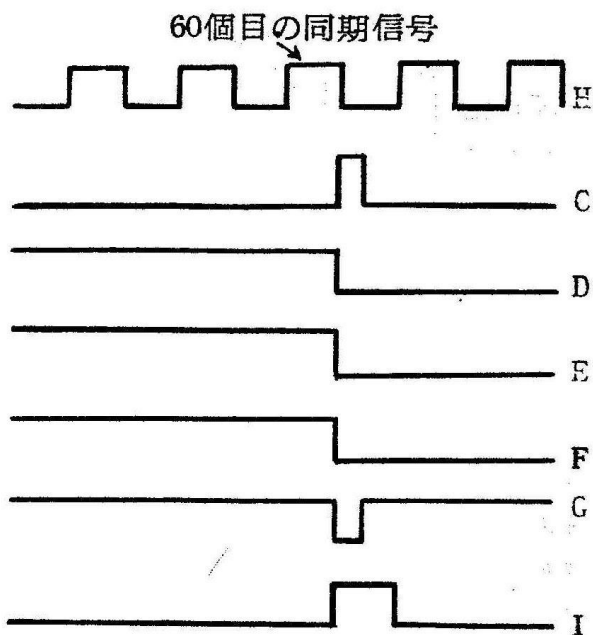


図3 タイミングダイアグラム

IV タイマープログラム

1. μ PD 8255 のプログラミング法

プログラマブル・インターフェイス μ PD 8255 は、3つのポートプログラムによってモード0, 1, 2のいずれかを指定して使用できるが、ここでは最も基本的なモード0で使用する。各ポートの機能としては、ポートA, B, Cは、各8ビットで構成され、入力ポート/出力ポートの指定がそれぞれできる。ここでは、ポートA, ポートB, ポートCをそれぞれ入力, 入力, 出力に指定している。この場合の入出力指定プログラムは次のようになる。

```
MVI A, 92H
```

```
OUT FBH
```

OUT, FBHはコントロールワード92Hを8255へ転送する命令である。

2. 1分間サブルーチン

```
81FC MVI A, 92
81FE OUT FB
8200 MVI B, 3C
8202 IN 01
8204 ANI 02
8206 JNZ 02, 82
8209 IN 01
820B ANI 02
820D JZ 09, 82
8210 DCR B
8211 JNZ 02, 82
8214 RET
```

以上が1分間サブルーチンプログラムである。

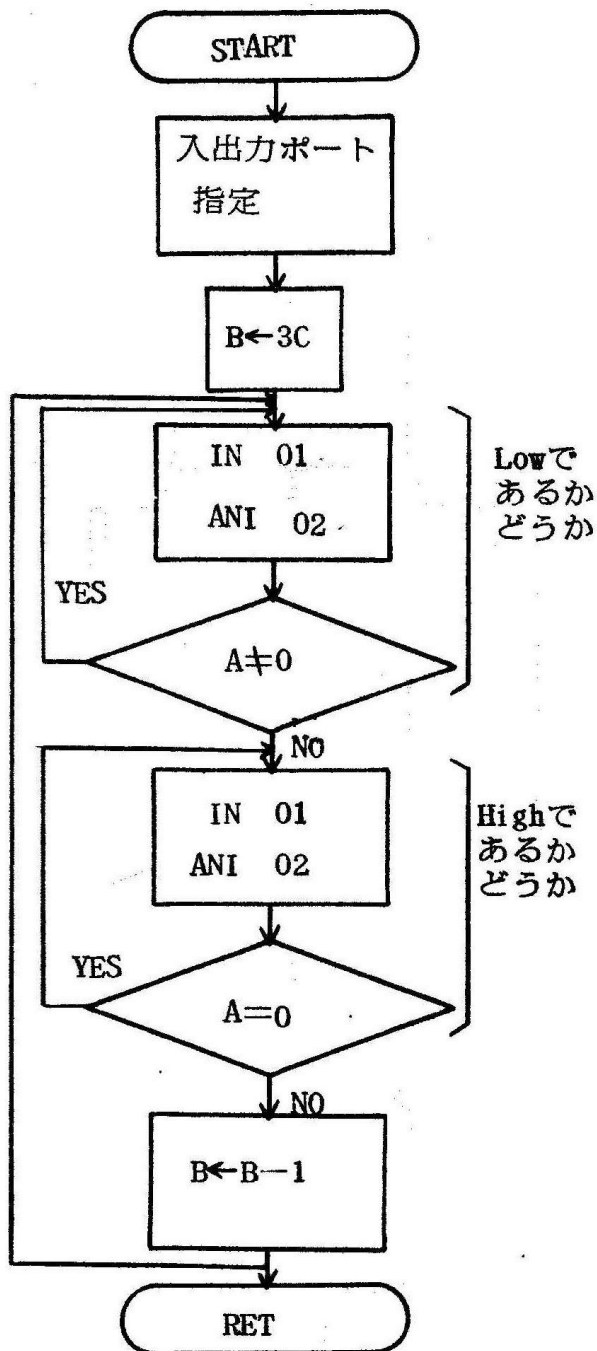


図4 1分間サブルーチンフローチャート

図4に1分間サブルーチンのフローチャートを示す。このプログラムを次に説明する。MVI B, 3Cという命令は、ヘキサ表示3CをBレジスタへ入れようという命令である。IN 01, ANI 02という命令は、ポートBの入力信号とヘキサ表示02とANDをとれという命令である。JNZ 02, 82という命令は、ANDをとった結果が0でないならば、アドレス8202へ飛べ、0ならば次の命令を実行せよという命令である。JZ 09, 82は、AN

Dをとった結果が0 (Zフラグが1) ならば、アドレス8209へ飛べ、0でないならば次の命令を実行せよという命令である。DCRBという命令は、Bレジスタの内容から1をひけという命令である。RETは、主プログラムへ行けという命令である。

3. 1時間サブルーチン

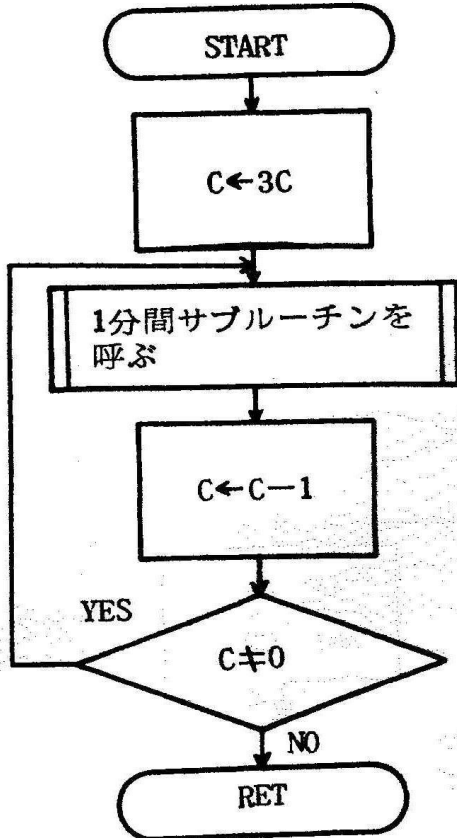


図5 1時間サブルーチンフローチャート

1時間サブルーチンフローチャートを図5に示す。このプログラムを次に示す。

```

8000 MVI C, 3C
8002 CALL 00, 82
8005 DCR C
8006 JNZ 02, 80
8009 RET
  
```

このプログラムを次に説明する。MVIC, 3Cは、Cレジスタにヘキサ表示3Cを入れよという命令である。CALL00, 82は、1分間サブルーチンがかかっているアドレス8200へ飛べという命令である。ここで1分間サブルーチンの入出力指定プログラムのアドレス81FC~81FEは、モニタプログラムにかきこまれているため省略してもよい。DCRCは、Cレジスタの内容から1をひけという命令である。

4. プログラムタイマー動作の1例

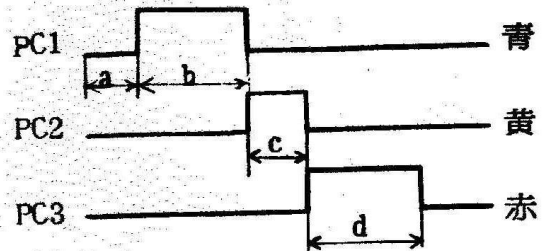


図6 タイミングダイアグラム

次に、プログラムタイマー動作の1例として、図6に示すようなタイミングダイアグラムにそって3台の負荷装置(ここでは、モニター用発光ダイオード青、黄、赤)を動かすプログラムを作成する。ここで、図6のa, b, c, dは、それぞれ1分、1時間、1分、2時間の間隔である。

```

8020 MVI A, 00
8022 OUT 02
8024 CALL 00, 82
8027 MVI A, 02
8029 OUT 02
802B CALL 00, 80
802E MVI A, 04
8030 OUT 02
8032 CALL 00, 82
8035 MVI A, 08
8037 OUT 02
8039 CALL 00, 80
803C CALL 00, 80
803F JMP 20, 80
8042 HLT
  
```

以上のプログラムを実行させた結果、ほぼ仕様どおり動作した。

V おわりに

このプログラムタイマーは、1時間サブルーチンをCALLする回数を増加させることによっていくらでも長時間タイマーとして作動させることができる。ここでは、モニター用発光ダイオードを点滅させているが、今後は、リレーを接続して、多数の電気製品、ロボット等を作動させたい。今後の課題も数多くあり、まだ不十分な点もあると思いますが、今後とも御指導御鞭達の間程よろしくお願ひ申し上げます。

参考文献

- μCOM-80トレーニング・キットTK-80ユーザーズ・マニュアル(NEC日本電気株式会社)
- μCOM-8/80プログラミング入門