

デジタル SCR レオナード方式の開発

(その 1, 点弧位相制御編)

菅 井 雅 周*

Development of Digital SCR Leonado system
(PART.1 As the firing phase angle control)

Masahiro SUGAI

要 旨

著者は、日頃パワーシステムのデジタル化の研究、開発を試みているが、この度、単相三相両回路に制御可能なサイリスタ・レオナード方式のデジタル化システムを完成した。本方式は主に、MPU (8080) とインターバルタイマー (8253) を使用し、半周期で 2^{16} (16 bit) のプログラマブル可変点弧回路をもつ、デジタル制御システムである。

1. 動作制御システム

図 1 で、電源からの交流電圧をパワートランスを介し、LM 301 AH からなる零クロス回路で、正負クロス点での矩形波を形成し、一方を論理回路 I・II の方へ、他方を 74123 なるワンショット・マルチ回路を通し、零クロス点での幅の短いトリガパルスを形成し、フリップフロップ 7474 へ入る。

図 2 で、7408, 7404, 7405 からなる論理 I の回路は、モーターの加速用のコンバータ回路へ絶縁フォト・カプラを通し、正群、負群どのサイリスタを点弧するかを振りわけるものである。

同様に、論理 II は、モーターの回制制動用としてのインバータの正負サイリスタの振り分け点弧回路である。

7474 のフリップフロップを介したデジタル信号は、ここでプログラマブル・インターバルタイマー 8253 を通り、MPU (8080) で任意に指定される点弧角 α 、パルス幅 θ を形成し、さらに、PPI (8255) の PCo ビットをセット、リセットする事により、コンバータ動作か、インバータ動作かを振り分け、任意の時点で、サイリスタゲートを On させるものである。

本方式は、ソフトウェアを介し、タイマーで任意な点弧位相角の連続可変を最も特長とするシステムである。

2. P.I.T (8253) について

この動作原理の重要な役割を担う素子であるプログラマブル・インターバルタイマー 8253 (インテル社) は、3 個の独立した 8 bit のプログラムカウンタを有し、他の汎用 I/O 素子と同様に「モード指定」を行う。

初期設定プログラムを実行させた後、カウンタへの読出し、書込みができるものであり、本方式では主に、「モード 2」を用い CLK としてマイコン (TK/80) のクロック TTL ϕ_2 を使用している。

図 3 で交流からの零クロス信号を、# 0 側の F/F の PR 端子へ接続する。

8253 のカウンタ # 0 及び # 1 に α 、及び θ に相当するカウント値 $N\theta$ を前もって書込んでおく。

(16 ビット・カウンタとして用いた場合、2 度の $\bar{O}UT$ 命令、メモリマップにすれば $\bar{M}OV$ 命令で書込む)

零クロス信号が入り、# 0 の F/F の Q が L $\rightarrow$ H となれば、# 0 のカウンタの GATE が開き、CLK をカウントし、 N_2 で $\bar{O}UT$ 端子が 1 クロック L となり、GATE が閉じる。同時に # 1 側の F/F の Q が L $\rightarrow$ H となって、# 1 のカウンタの

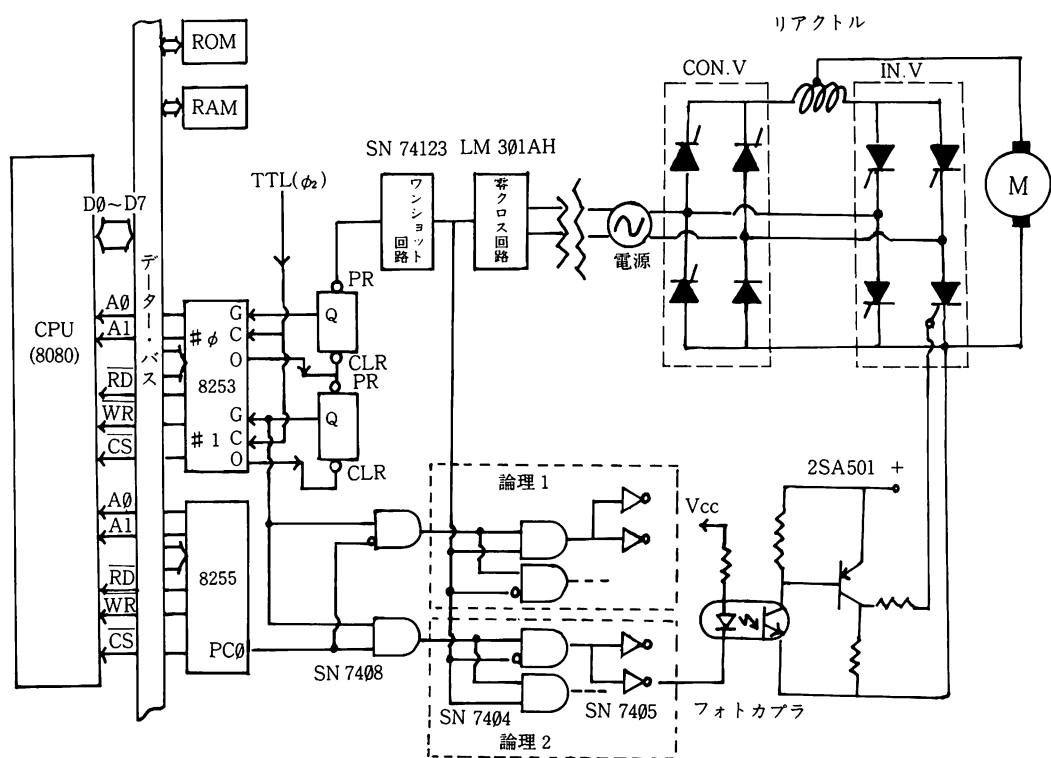


図1 システム制御回路図

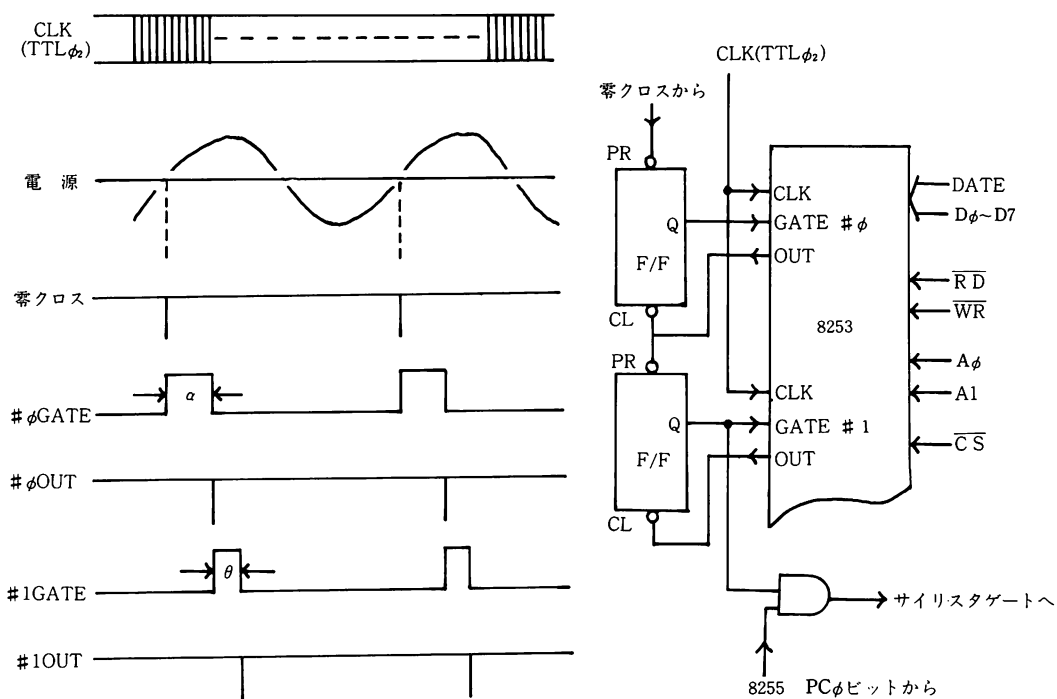


図2 8253動作原理図

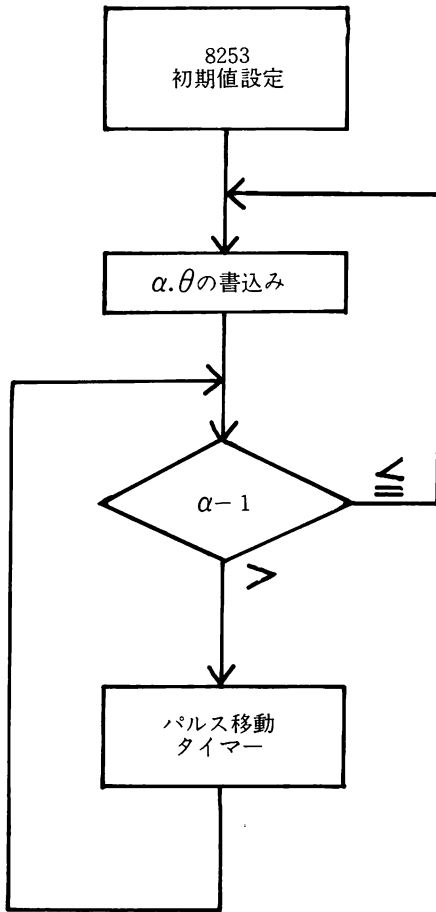


図 3 フローチャート

GATEが開き, CLK をカウントし, $N\theta$ となると # 1 の ouT 端子が 1 クロック L となり, 前と同様に CLK により GATE が閉じる。

図 3 の # 1 の GATE 端子の図から分かる様に, 電源電圧零位置から α だけ遅れた θ の時間幅 "H" となっている。この GATE 端子をバッファ IC を通し, フォトカプラで絶縁増幅し, サイリスタの点弧パルスとする。

3. フローチャートとプログラム

(1) 任意固定 α, θ 制御プログラム

```

8200 21 03 82 LXI H, 8203
      3E 34     MVI A, 34   初期設定
      77       MOV M, A    プログラム
      3E 74     MVI A, 74
      77       MOV M, A
      21 00 82 LXI H, 8200
      3E 00     MVI A, 00 (下位)
      77       MOV M, A 点弧角 α
      3E 10     MVI A, 10 (上位)
      77       MOV M, A
      23        INX H
      3E 00     MVI A, 00 (下位)
      77       MOV M, A パルス幅 θ
      3E 05     MVI A, 05 (上位)
      77       MOV M, A
      76        HLT
  
```

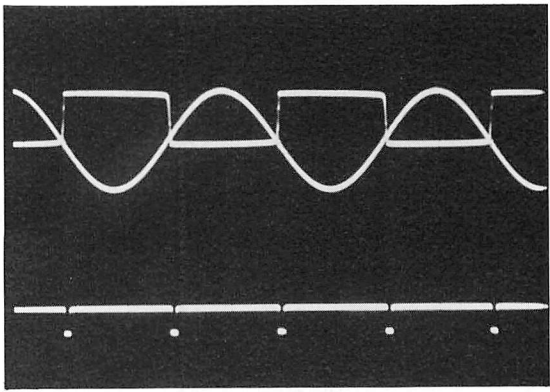
(2) 連続可変 α, θ 制御プログラム

初期設定は(1)と同様である。

```

9100 3E 40     MVI A, 40 (位相 α の上
      32 50 90 STA 9050  限值)
9105 21 00 82 LXI H, 8200
      3E 00     MVI A, 00
      77       MOV M, A
      3A 50 90 LDA 9050
      3D        DCR A (上限値 - 1)
      C2 20 91 JNZ 9120
      C3 00 91 JMP 9100
      ...
      NOP
      ...
9120 77       MOV M, A
      32 50 90 STA 9050
      CD EF 02 CALL 02EF パルス移動
      CD EF 02 CALL 02EF タイマー
      CD EF 02 CALL 02EF
      C3 05 91 JMP 9105
  
```

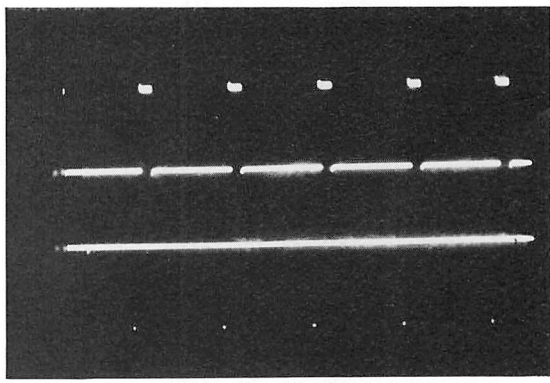
4. 各部論理波形



← 入力信号と零クロス信号の合成波形

← ワンショット回路のパルス波形

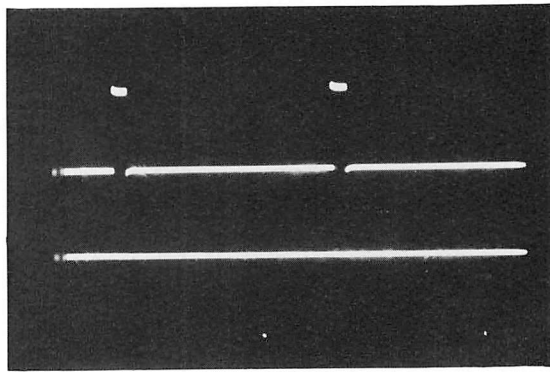
写真(1)



← 点弧パルス
($N_a = 0A, N\theta = 0.5$)

← 零クロス点でのワンショットパルス

写真(2)

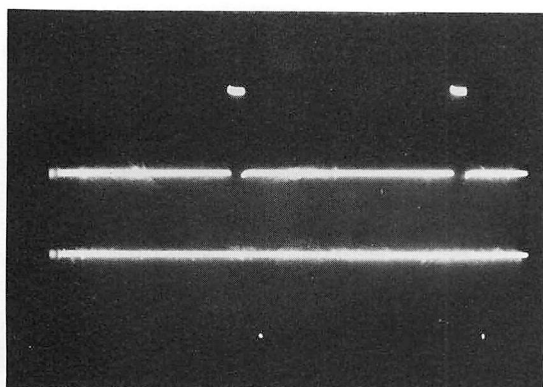


拡大

← 点弧パルス
($N_a = 2F, N\theta = 0.5$)

← ワンショットパルス

写真(3)

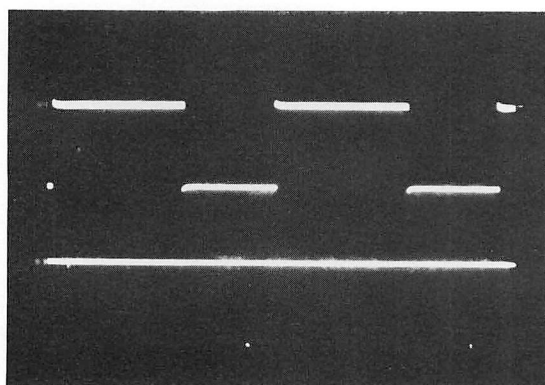


拡大 (位相可変)

← 点弧パルス
($N\alpha=45$, $N\theta=0.5$)

← ワンショットパルス

写真(4)

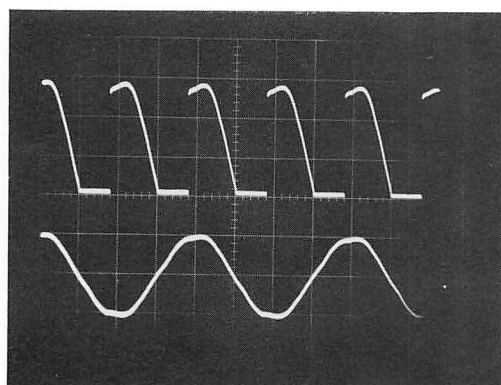


拡大 (位相・パルス幅可変)

← 点弧パルス
($N\alpha=0A$, $N\theta=2F$)

← ワンショットパルス

写真(5)



← 負荷電圧波形
(点弧角 $N\alpha=1F$
パルス幅 $N\theta=0.1$)

← 入力電圧波形 (P.T)

写真(6)

5. 結 言

本システムの利点を述べると次の様にまとめられる。

- (1) D/A 変換器を利用する方式に比べ精度, 及びドリフトに関して有利である。
- (2) 点弧角 α , パルス幅 θ の調整はソフトで簡単にできる。

速度制御編についても, 電機子電流, 回転数の変化分の検出による PID によるフィード・バック制御等が完成の段階であり次回にその全システムを記載したい。

参 考 文 献

- (1) μ COM-80 ユーザーズマニュアル 日本電気
- (2) マイクロコンピュータのハードウェア
マイテック
- (3) パワーエレクトロニクス 電気書院
- (4) パワーエレクトロニクス 丸 善
- (5) サイリスタ回路 日刊工業
- (6) エネルギー変換工学入門 (上) (下) 丸 善
- (7) MPU 制御による SCR 低周波電力増幅器について
'78 電気四学会 菅井
'78 紀要14号 菅井

6. 謝 辞

本研究を進めるに当たり, 日頃ご指導頂きます北海道大学工学部電気機器講座伊藤雄三, 新居昭雄両先生に厚くお礼申し上げます。

(昭和 55 年 10 月 1 日受理)