

MPU 制御による SCR 低周波電力増幅器について

菅 井 雅 周*

Microprocessor-Controlled SCR A-F Power Amplifier

Masahiro SUGAI

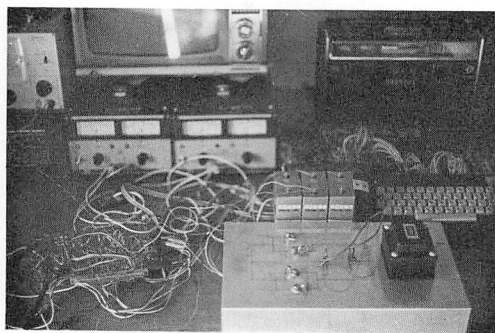
要 旨

昨今、1チップマイクロプロセッサがパワーエレクトロニクスの領域に利用され、種々の制御回路の重要な役割を任うようになってきた。

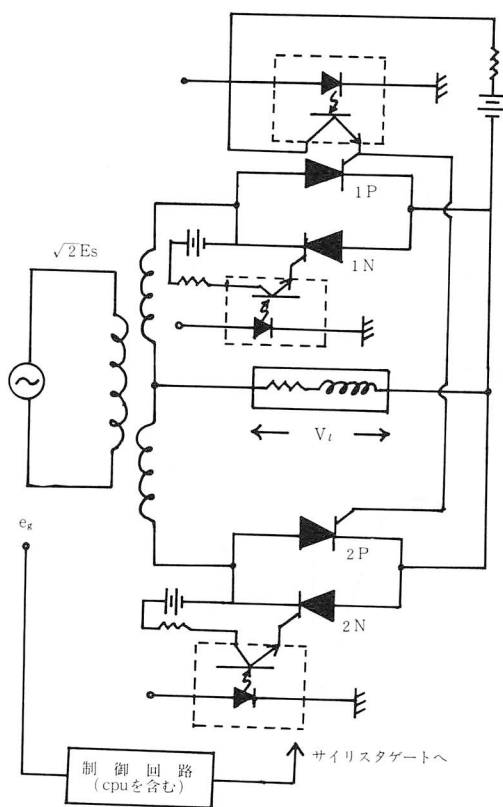
筆者は、単相交流電圧を電源とする低周波電力増幅器に MPU (8080) を応用したサイリスタ制御回路を試作、検討したのでその結果を報告する。

1. 主回路動作説明

図1で、入力信号 e_g の極性により正 (+) なら正群サイリスタ (1P, 2P), 負 (-) なら負群サイリスタ (1N, 2N) を点弧させ、又入力信号 e_g の大きさにより、制御角 α を制御して、 e_g に比例した出力電圧 V_t を発生させるものである。



写-1 マイクロプロセッサに結合されたサイリスタ制御増幅器



今、負荷回路を抵抗のみとし、負荷電流不連続の条件でこの装置を運転することとすれば直流平均電圧は、整流理論より図2の様にP相では、 α が

図-1 主回路

$$\alpha' = \pi/2 - \pi/P \quad [\text{rad}] \quad P \geq 2$$

よりも大きくなると、 $\pi/2$ 以後の電流は断続し

$$\begin{aligned} \bar{e}_d &= 1/P \int_{-\pi/2+\alpha}^{\pi/2} \sqrt{2} E_s \cos \omega t d\omega t \\ &= (PE_s/\sqrt{2}\pi) \left\{ 1 - \sin(\alpha - \frac{\pi}{P}) \right\}, P \geq 2, \alpha > \alpha' \end{aligned}$$

但し、変圧器の抵抗及び漏れリアクタンスの影響を無視する。

電流が常に断続する単相半波整流では

$$\begin{aligned} \bar{e}_d &= 1/2\pi \int_{-\pi/2+\alpha}^{\pi/2} \sqrt{2} E_s \cos \omega t d\omega t \\ &= (1/\sqrt{2}\pi) \{ E_s(1 + \cos \alpha) \} \end{aligned}$$

単相全波整流では

$$\begin{aligned} \bar{e}_d &= 1/\pi \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} E_s \sin \omega t d\omega t \\ &= (\sqrt{2}/\pi) \{ E_s(1 + \cos \alpha) \} \end{aligned} \quad \text{——(1)}$$

となる。

又、この装置の増幅度を μ として

$$V_i = \mu e_g \quad \text{——(2)}$$

よって制御角 α は次式となる。

$$\alpha = \cos^{-1}(\mu e_g / \frac{\sqrt{2}}{\pi} E_s - 1) \quad \text{——(3)}$$

従って μ , E_s が決まれば、入力信号 e_g に対する制御角 α の値をあらかじめ計算し、決定する事が出来る。

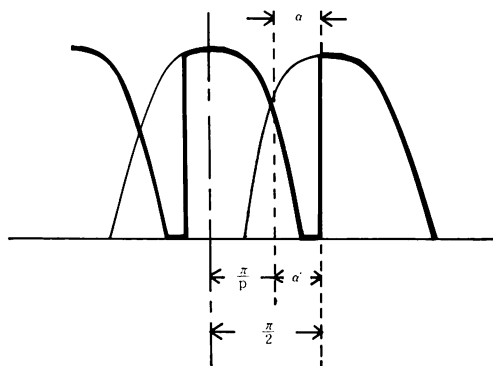


図-2 制御角 α

2. 制御回路動作説明

MPU (8080) の P.P.I 8255 より、入力 $\pm 5V$ 、8 Bit の A/D コンバータに変換命令を与え、増幅すべき入力信号 e_g を取り入れ、入力信号が 0 V 以上であれば、最上位ビット MSB は常時 "1" となることを利用し、A/D 変換器の MSB 1 の信号により、AND 回路を点弧パルス待ちの状態とする。

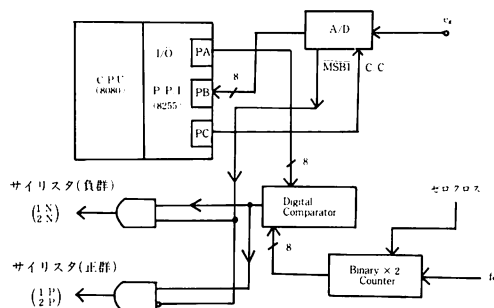


図-3 制御回路

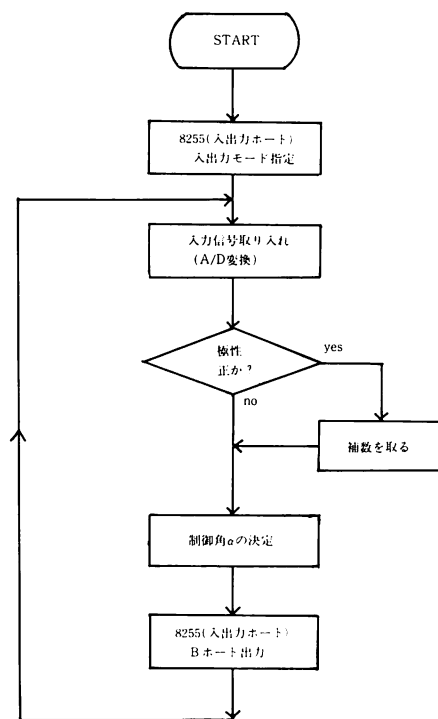


図-4 Flow Chart

一方入力電圧値を μ 倍した電圧値を、入力信号 e_g の大きさ (8 Bit) で示されるメモリ番地に (3) 式で、あらかじめ計算してある制御角 α の値を、そのメモリ番地に書き込んでおく。

アドレス	内 容
(00) 16	(00) 16
(01) 16	(00) 16
	.
	.
	.
(80) 16	(5A) 16

図-5 $\alpha = \cos^{-1}(\mu e_g / \sqrt{2} E_s - 1)$

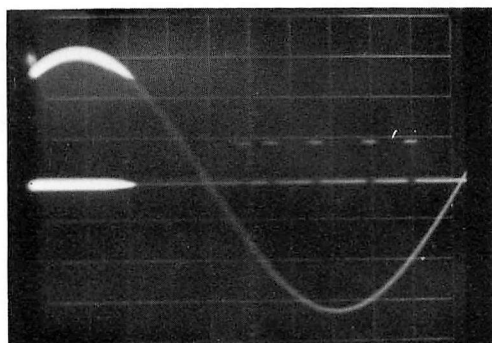
図 6 の様に入力電圧が正 (+) の場合、その補数を取れば、負電圧とほぼ同じデータ (1/256 だけ異なる) になり、制御角 α をメモリ番地から取り出す作業は、正でも負でも同一命令 (8080 では LXIA, M) で良い事になり、この特徴を利用し、ある入力信号 e_{gx} を μ 倍した電圧にする制御角 α の値を、CPU からデジタルコンパレータに出力する。

レジスタ上位 H (指定番地) …内容に α
下位 L (入力電圧)

入 力 (v)	パラレル出力 MSB LSB	補 数 MSB LSB
+ 5	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 1
	1 0 0 0 0 0 0 1	0 1 1 1 1 1 1 0
0	1 0 0 0 0 0 0 0	
	0 1 1 1 1 1 1 1	
- 5	0 0 0 0 0 0 0 0	

図-6 入力信号 e_g の極性判別 8 Bit 出力データ

ここでクロックとゼロクロスを伴う Binary counter で制御角 α の値をカウントし、その α の値の数と一致した時、デジタルコンパレータよりパルスを出力する。これを二つの AND 回路に導き、MSB と $\overline{\text{MSB}}$ に従って、正群又は、負群サイリスタのいずれかを点弧させる。



写-2 負群サイリスタ点弧時のゲートパルス (e_g -ゲートパルス)

4. 結 言

速応性を考慮した SCR 増幅器が考えられる中、本報では、マイクロプロセッサにその応答を依頼し、試作した。

この装置では負荷電流による電源変圧器の電圧降下及び、転流時の漏れリアクタンスの影響があるため、精度を上げるには、制御角 α の値を修正する必要がある。

又、この方式は、抵抗性負荷のみに有効であるが、インダクタンスやコンデンサを含む負荷回路では、負荷電圧を検出し、フィードバック制御等を考え、検討を要する。

謝 辞

本研究を進めるに当り、終始御指導ご尽力下さいました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。又、いろいろとお手数をお掛け協力願いました本校電気工学科吉原技官に感謝致します。

参 考 文 献

1. $\mu\text{COM}-80$ ユーザーズマニュアル 日本電気
2. サイリスタ応用ハンドブック 日刊工業新聞社
3. エネルギー変換工学入門 (下) 宮入庄太 丸善
4. 速応性 SCR 増幅器 角, 源, 宮越 電気学会誌 41-89
5. サイクロコンバータの DDC 赤木, 藤田, 宮入 電子科学 77
6. 実用電子回路ハンドブック 1, 2, 3 トラ技
7. デジタル IC 実用回路マニュアル 横井

-
- | | |
|---|--|
| 8. IC 応用ハンドブック 柳沢 | Power Supply |
| 9. MPU を応用したサイリスタ低周波電力増幅器の
試作 | MICHAEL J. ROBERTS |
| 電気四学会支部連大 菅井, 伊藤, 新居 '78 | ROBERT W. ROCHELLE |
| 10. Microcomputer-Controlled Single-Phase
Cycloconverter | DANIEL W. McDONALD 1978 IEEE |
| DALJIT SINGH | 12. READ-ONLY Memory (ROM) Trigger Generator
for Phase-Controlled Cycloconverters |
| RICHARD G. HOFT 1978 IEEE | MICHEL F. MATOUKA 1978 IEEE |
| 11. SCR-Controlled Digitally Programmable AC | (昭和 53 年 11 月 28 日受理) |