

電源回路的 IC 化

오 광 동 *

1. 序 論

半導體 IC에서는 Digital, Analog 回路等은 現在 多機能化하는 方向으로 開發되고 있으며, Digital에 있어서는 LSI 化, Analog 에서는 高周波化, 大電力化가 開發途上에 있다.

그런데 電源關係의 IC 化는 相當히 지연되고 있다. 電子回路가 良質의 電源을 要求함은 當然之事이나 半導體回路, IC 回路에서는 數 乃至 10 數 Volt 의 平滑한 直流를 必要로 하므로 電池電源 以外的 電源電壓, 整流器, 平滑回路等과 容積 또는 重量의 重으로 SET가 큰 影響을 주는 部品을 쓰고 있다. 그래서 電源이 IC 化되면 SET 構成面으로 여러가지의 잇점을 가져 오므로서 取扱上 便利한 點이 많으나, IC 化에 無理한 點이 많으므로 그 理由중, 變壓器의 機能 및 大電流에 關하여 考察하여 본다.

2. 電源關係의 IC 化

電源關係로써 어떤 種類의 IC가 있는가 살펴 보면:

- (1) 電壓調整器(Regulator):
Monolithic, Hybrid,
- (2) Thyristor 點弧用 IC: Monolithic.
- (3) 自動車電裝品 : Hybrid. Monolithic
- (4) Thyristor 電源 : Hybrid.
- (5) 特殊한 特性을 가진 IC: Monolithic

等으로 分類되는데 (5)의 特殊한 特性은 Monolithic 構成을 써서 從來의 個別部品에 對한 特性

을 내고 있는 것으로, 對稱形 Switch(SSS), 單接合 Transistor(UJT), 低電壓 Zener Diode 等이 있다. 이것들이 電源關係에 흔히 쓰이고 있는데 이 중 ULN 2300 M과 PA. 423 의 特性 關係는 다음의 표와 같다.

表-1 ULN 2300 M 特性. (Westinghouse 製)

Input Impedance	80k Ω
周波數 帶域 (3db)	80 KHz
差動增幅利得 (1KHz)	33 db
同相壓縮化	80 db
Trigger Level	40 mV(rms)
SCR 定常電流	250 mA
SCR Pulse 電流	3 A
順方向耐壓	50 V
順方向電壓降下 (150mA)	1.5 V

表-2 PA 424 의 特性 (General Electric 製)

Out put leak 電流	62 μ A
Out put 電流	80 mA
Out put Pulse 지연 시간	60 μ S
入力電流	2.2 μ A (DC)
消費電力	440 mW
保存溫度	150 $^{\circ}$ C
動作溫度	-20~+70 $^{\circ}$ C

3. Thyristor 點弧用 IC

電力用的 Thyristor(SCR, TRIAC)를 點弧 即 電流導通狀態로 하기 ;爲해서는, 適當한 크기의 Gate 電流를 주지 않으면 안된다. 即 別途의 Trigger 發生用의 Element 인 DIAC, SSS 등을 必要로 한다.

이로인해 專用의 Monolithic IC가 發達되었는데 이것은 內部에 Analog 差動增幅回路와 Zener

*首都工大 電子工學科助教授

Diode 에 의한 定電壓回路를 包含하여 높은 Input Impedance 와 큰 Gain 으로, 安定, 高感度로 負荷의 Thyristor 를 點弧시킨다. 또 Thyristor 의 Trigger 가되는 電壓은 溫度에 依해서 變動하므로 IC 內部에 이것을 보상하는 回路를 가져야 한다.

이의 보기로서 Sprague 의 ULN 2300, 2300 M 이 있다. 이의 回路는 그림 1 과 같다. Transistor 10 個, Zener Diode 2 個와 더불어 小電力의 SCR 을 內藏하고 있다. 이 SCR 自體도 다른 回路와 더불어 Monolithic 構成되고 있다고 생각된다. 그리고 表-1 에 2300 M 의 電氣特性을 나타낸다.

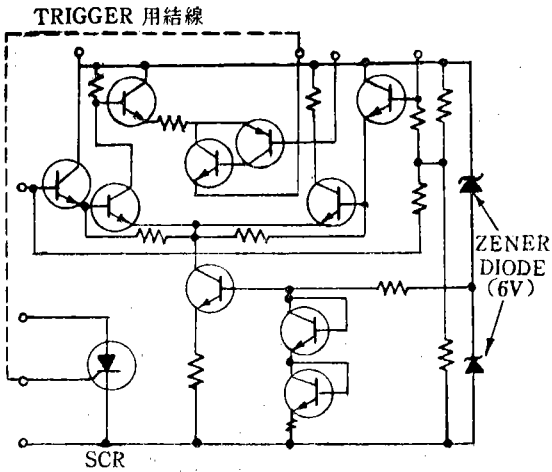


그림-1 ULN-2300M의 회로

이 IC 는 그 자신이 小電力制御에도 쓰이나, 또 다른 回路, Thyristor 의 Remote Control 等에도 쓰인다. 即 若干의 電力으로 任意의 可變出力을 낼 수 있는 Relay 라고 생각된다.

그리고 PA 424 는 Zero Volt Switch 로써 불리는 點弧用 IC 인데 一般의 Thyristor 로 Phase Control 에 依하여 電力의 Control 을 할 때에 商用周波數를 短時間에 斷續하기 위해 pulse 狀의 波形으로 되어 高周波의 雜音을 發生하는 것이 결점으로 되고 있다. Zero Volt Switch 라는 交流電壓이 Zero Volt 를 끊을 때에 Thyristor 를 ON-OFF 시키므로 인해 高周波妨害를 없앨 수 있음이 可能하다. 이의 회로는 그림-2 와 같으며 Trigger 回路와 Zero 를 通하는 電壓을 檢

出하는 檢出回路로부터 이루어지고 있다. 이를 3 部分으로 區別하면

差動增幅器로써 Transistor 와 抵抗으로 Bridge 로 이루어지고 있다. 端子 #8 에는 여러가지의 電壓이 印加되며, Q₁ 이 on일 때 이 IC 에는 出力이 發生하지 않는다. 이의 應用回路로서 그림-3 과 같이 基本 Triac 電力制御回路를 살펴보면, 이 IC 의 外部에 그림과 같은 部品을 接續하였을 때

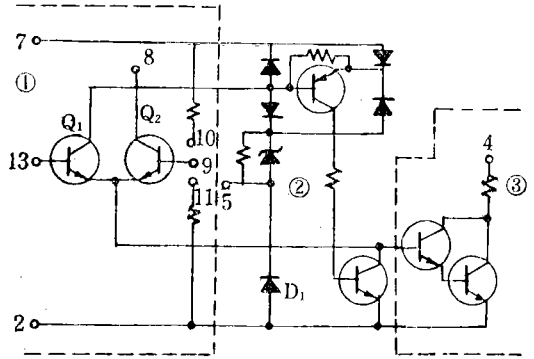


그림-2 PA 424 의 回路

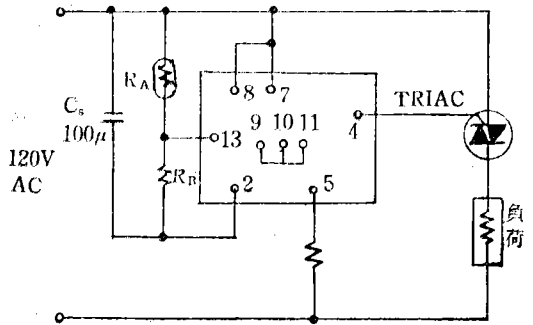


그림-3 基本 TRIAC 制御回路

R_s 를 通하여 電力의 供給 및 Zero volt 의 檢出이 이루어진다. 마치 交流入力이 Negative 의 半周期일 때 D₁은 Forward 로 되며 C_s가 Charging 되어 Positive 半周期에서 回路의 電源으로써 動作된다.

交流電壓이 Zero 를 通할 때에 R_s를 通하는 電流도 Zero 로 되며, (2)의 檢出回路는 出力Pulse 를 낸다. 이 Pulse 는 電壓이 Zero 를 넘어서부터 定해져 있는 時間 T_B 또는 T_A 後에 끊어진다.

(上昇時 T_A , 下降時 T_B). 이 시간이 負荷에 電流가 흐르는 時間을 定하게 된다.

(3)의 出力段은 다아링톤 接續이며, Zero 檢出器로 Drive 되면 電流는 Condenser로부터 Gate를 통해 흘러 負荷에 電流를 흘린다.

이 IC에 適合한 Triac는 6 Ampere에서는 SC 40B×51, 10 Ampere에서는 SC 45×28, 15 Ampere에서는 SC 503×1 等이다 主要한 電氣特性은 表-2와 같다.

以上과 같이 IC와 Triac, 여기에 그림-3의 C_A 와 R_B 를 1의 Case內에 收納된 모듈을 形式의 Power Switch가 GE 會社에서 發表되었고 이는 Print 板과 放熱板을 Aluminum Case에 넣어진 것이다.

電流가 10, 15Ampere, 電壓이 120, 240, 277Volt (rms)에 의해 몇 종류의 製品이 있다. 그림-3과 같이 入力과 負荷를 연결하여 調節하고자 하는 對象에 對한 檢出器 即 Thermistor(R_A)와 抵抗을 接續하여 R_B 를 變化시키면 溫度設定點을 任意로 바꿀 수가 있다. Thermistor 以外에 빛에 의한 抵抗變化素子(感光 SCR), 壓力 Gauge, 濕度計等을 使用하면 廣範圍의 것을 制御가 可能하다. Thermistor의 抵抗 R_B 보다 크게하면 IC가 ON 되어 Triac도 ON 된다. 製品에 따라서 이 許容誤差는 $\pm 5\%$ 이며 普通의 Thermistor를 使用하면 $\pm 1.2^\circ C$ 의 것에 相當된다. 1個에 對해서의 制御精度는 入力電壓이 $\pm 10\%$, 檢出抵抗이 $\pm 0.5\%$ 가 變化하였드라도 溫度에서는 $\pm 0.12^\circ C$ 이다 그림-4는 Origin으로부터 發表된 Hybrid 形의

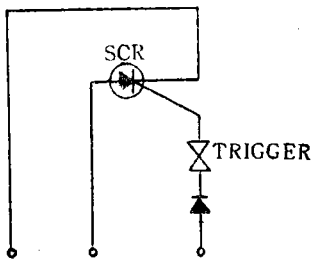


그림-4 F87-01-1의 回路

中出力 IC, F87-01과 02의 回路이며 Gate點弧用으로써 Trigger Diode를 SCR과 組合하여 使用되며, 調光, 速度制御等에 쓰여 진다.

4. Monolithic Voltage Regulator

現在 여러 會社로부터 Monolithic 構造의 Voltage Regulator가 發表되고 있는데 Monolithic에서는 回路構成이 複雜한 것이라도 採用되므로 Regulator는 良好한 것이 얻어지나 出力電流는 200~300 mA 程度가 限度로 되어 있다. 그러나 出力에 다시 power Transistor를 부쳐서 電流容量의 增加가 可能할 수 있는 形式의 것이 많다. 外部 Transistor 付屬에 의해 5 A 程度까지 可能하다. 또 周圍溫度變化에 對한 特性의 變化에도 考慮되고 있다.

그림-5는 Monolithic Voltage Regulator의 보기로써 National Semiconductor의 LM 300의 回路를 나타낸다. Zener Diode 2個를 內藏하여 높은 集積度를 가지고 있다. 出力電壓은 外部로부터 可變이 이루어져 2~30 Volt가 可能하다.

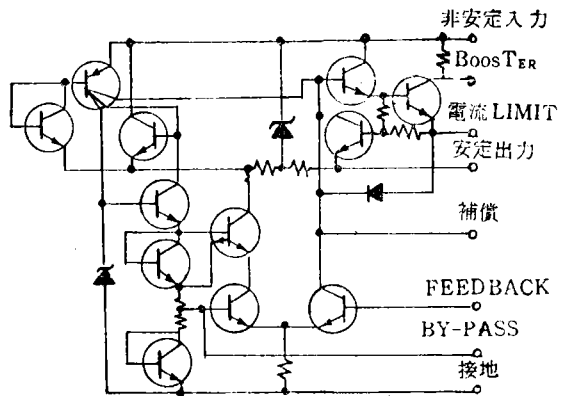


그림-5 LM 300의 回路

電壓極性으로서는 그림-5와 같이 pulas voltage인 것이 많으나 必要에 따라서 Minus 形의 것도 있다. 이것을 Negative Voltage Regulator라고 하며, Monolithic 技術의 關係로부터 負電壓의 쪽이 製作上의 問題가 많다. 負電壓의 보기로써 Amelco 2803 BG의 回路는 그림-6과 같다.

表-3에 現在 發表되어 있는 몇개의 Monolithic Regulator를 나타낸다.

定電壓回路는 그 가운데에 高利得의 差動增幅器를 原理的으로 包含하고 있으므로 다른 種類의

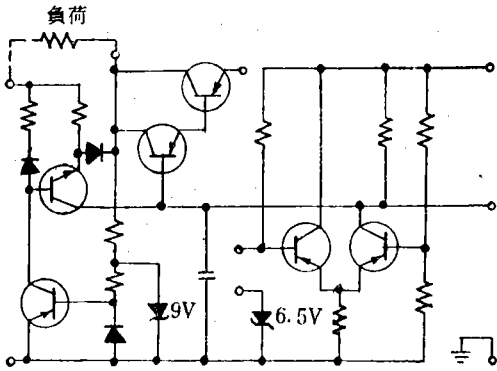


그림-6 負電壓 Regulator 2803 BG 의 回路 IC 를 定電壓回路用으로써 사용할 수가 있다. 이

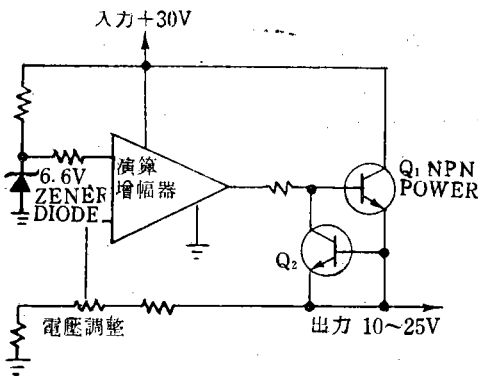


그림-7 Monolithic B-5 의 回路特性

표-3 Monolithic IC Voltage Regulator

Maker	Form	Output Vtg.	Input Vtg.	power	Regulation	temp. Coeff	package
Continental Device	CM C 500	+3~+7(固)	+ 8~+12V	0.5W	±0.01%	±0.02%/°C	To-5, To-3
	CM C 510	+ 8~+25	+13~+30	0.5	0.2	±0.02	"
	CM C 520	+ 8~+25	+13~+30	0.5	0.01	±0.02	"
	CM C 530	+10~+25	+15~+30	0.5	0.001	±0.02	"
National Semiconductor	LM100	+ 2~+30	+8.5~+40	0.4	0.5	1(-55~125°C)	L. P. To-5
	LM200	+ 2~+30	+8.5~+40	0.3	0.5	1(0~+70)	To-5
	LM300	+ 2~+20	+8 ~+30	0.5	0.05	2(0~+70)	"
Raytheon	RM4190	-11~-16	-16 ~-40	0.5	0.05	30ppm/°C	F P
Westinghouse	WM110	+ 8~+48	+10 ~+15	5	2	±0.025	To-3
	WM330	+ 8~+48	+10 ~+51	5	2	"	To-5
Amelco	2802 B G	+4.5~+40	+12 ~+55	出力200mA	0.03	0.1(-55~125°C)	
	2803 B G	-4.5~-40	- 2 ~-55	"	"	"	

目的에 對해서는 演算增幅器가 쓰여진다.

그림-7 은 IC 演算增幅器와 Zener Diode 를 쓴 定電壓源의 한 보기이다. 出力電流는 Transistor Q₁의 容量으로 決定된다.

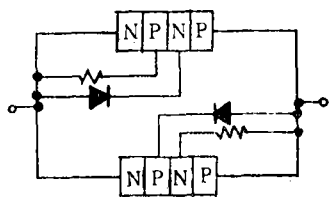
5. Hybrid Voltage Regulator

앞에 쓴바와 같이 Monolithic IC 에서는 그 最大電流가 200~300 mA 로 制限된다. 大電流를 要求할 때는 當然 Hybrid 構造가 有利하게 되며 各種의 Regulator 가 만드러지고 있다. BN-4003 과 같이 TO-3 Case 에 넣어진 1A(最大消費電力 25 W) 級의 Bendix BN 4000 Series 등 이다. 이 種類의 Hybrid Regulator 는 Monolithic 보다도 많은 種類가 만드러져 있고, 이의 需要도 增加一路에 있다. 이 種類의 Regulator 의 一變形으로 自動車の 蓄電池充電用 Regulator 가 있다. 要求하는 電流도 많고, 또 溫度特性에 特別한 係數가 必要되게 되므로 相當히 어려운 IC 이나 여러가지의 試作例의 報告가 있다.

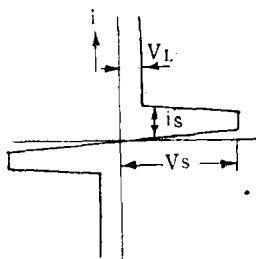
6. 特殊한 特性을 가진 Monolithic Element

프레나技術이 發展함에 따라 Monolithic IC 的인 構成方法을 써서 個別素子가 考案되어 있으며 그것들은 電源에 가까운 用途를 갖는 것이 많다.

이들 몇개를 紹介하면 그림-8 과 같이 Bilateral Silicon Switch 로 불리우는 對稱形 Switch 素子이며, 이의 等價回路는 그림-8(a)와 같으며 2 個의 SCR 回路를 逆接續한 形으로 되어 있다. 그림-8(b)에 나타내는 特性中의 各電壓電流值는



(a)



(b)

그림-8 Monolithic B5 의 回路特性

patten 精度 등으로 制御되고 平面形(프레나형)으로 이루고 있음으로 製造 Cost 도 내릴 수 있는 것이다. 이의 BS는 큰 SCR, Triac 의 Trigger 用 Diode 로써 쓰인다.

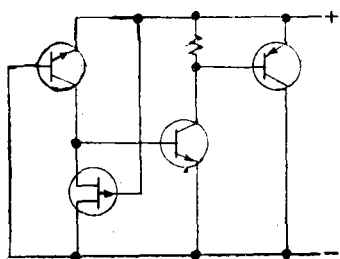


그림-9 Monolithic Zener Diode 의 回路

그림-9 와 같이 低電壓 Zener Diode 와 等價的인 IC 素子이다. 이의 原理는 Zener Diode 의 Soft 한 特性을 增幅하여 無下特性을 얻게 한 것이다. 이것에 依하여 2~6V 의 範圍로 좋은 特性의 Zener Diode 가 얻어진다. 그림-10 은 Diode 1N749 와 IC Zener Diode (LM-103)의 特性을 比較하여 본 것이다.

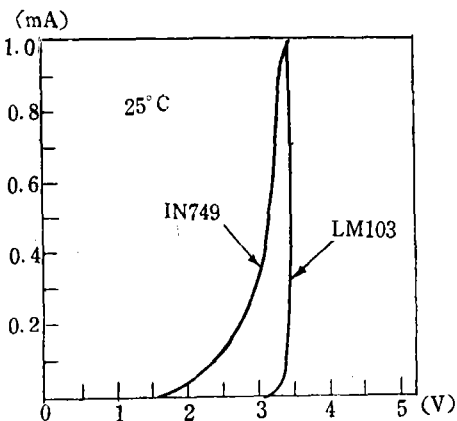


그림-10 Monolithic Zener Diode 의 特性

7. 結 論

從來의 Silicon pnpn 의 電力用 switch 素子는 넓은 範圍의 目的에 應用되게끔 設計되어 있으며 耐壓은 最高 600V, 電流는 平均 150 A 程度까지 였으나 製造技術의 發展과 더불어 耐壓 1800V, 平均 電流 300 A 까지 이루어 졌으나 아직도 高耐壓과 大電流化가 未熟한 開發狀態에 있으며 現在 SCR 도 高耐壓, 大電流化의 要求와 더불어 Gate Turn off SCR, Inverter 用 SCR, 感光 SCR, sss Triac 등이 用途에 따라 特殊化되고 있으며 이에 따라서 電源回路로써 Monolithic 構造를 쓰고 있는 電源關係의 IC 및 關聯素子에 對하여 考察하였으나, 現在로 IC 만의 電源으로서는 300 mA 程度이므로 電源의 IC 化는 大端히 늦은 경향에 있으며, 또한 急速開發이 될것으로 보고 있다. 또한 이의 生産價가 高價이므로 여러 應用 및 實用化등 取扱이 困難하나 漸次 多量生産 및 低廉化되면 더 많은 分野의 電源回路의 實用이 될것이며 이에 따라 많은 機器에 利用될 수 있는 利點을 가져올 것이다. 이로서 더 많은 電子分野에 革新이 생길것으로 본다.

參考文獻

1. R. J. Widlar: 1968 ISSCC papers.
2. H. F. Storm: IEEE Tran. ED-14.
3. 小津: SCR. の應用
4. 誠文堂: 最新 IC 技術
5. RCA: linear IC Fundamentals
6. Motorola: Analysis and Design of IC