



SCRを用いた直流点滅回路の通電時間制御と点滅回数

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-11-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 中村, 岩美 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00002283

SCRを用いた直流点滅回路の 通電時間制御と点滅回数

中 村 岩 美
岩見沢分校技術科電気工学研究室

Direct Switch Circuit by SCR

Iwami NAKAMURA

Laboratory of Electrical Engineering, Iwamizawa Branch, Hokkaido University of Education
068 Iwamizawa

Abstract

Experiments on the control of circularizing time of the direct switch circuit using SCR were conducted, and also those with very low switching frequency.

Changing the relative interval of the two pulses of in-put at the gate of SCR, the circularizing time was controlled to become less than 50 per cent, while that of the previous study had been more than 50 per cent.

However relations between the frequency of osillation of the pulses and the charging property of the transmitting condenser must be studied further, since the control of circularizing time accompanied the change of switching frequency.

§ 1 緒 言

現在、点滅回路は自動車、航空機など広い範囲にわたって使用されているが、これらの点滅回路にはリレー、モータースイッチ、水銀整流器、SCRなどによる方法がある。ここに報告するSCRを用いた直流点滅回路は作動の正確さ、故障率、長寿命、温度、圧力、振動などの外的条件に対する安定度などもっとも信頼性に富んでいる。

この報告では前回の実験¹⁾で課題となっていた通電時間の制御について実験した結果の他、点滅回数について、ごく低いもの(前回では1.2~74 [Hz/s]) に関しての実験結果をのべることにする。

SCRはその動作原理からみて、外部から強制的にターン・オフさせなければならず、本実験で用いた転流コンデンサーもその一つである。転流のコンデンサーの容量はSCRの順電流を阻止できるだけの電流を流すために大きさが決められ、そのために通電時間の制御も制限されることになる。

今回の実験では転流コンデンサーとは別にSCRゲート入力相対的パルス間隔を制御することによって通電時間の制御を試みた。このパルスは二つのし張発振器をコンデンサーで同期させたものである。

§ 2 実験方法

第1図に実験回路を示す。回路の左側半分はUJTによるし張振器で、SCRゲート入力へのパルスを発生する。右側半分はいわゆるフリップフロップ回路であり、負荷電流を流すSCRにより開閉されるCによる転流方法を用いたSCRターンオフ回路である。

SCRを強制的にターンオフさせる方法²⁾をあげると次の通りである。

- A方式—負荷共振による自己転流（負荷がランプのような抵抗では無理）
- B方式—LC回路による自己転流（例、モルガン回路）
- C方式—負荷電流を流すSCRにより開閉されるCまたはLCによる転流（本実験回路）
- D方式—補助SCRにより開閉されるCまたはLCによる転流（例、ジョーンズ回路）
- E方式—外部パルス電流による転流（外部電源が必要となる）
- F方式—交流電源による転流（周波数が電源周波数により制限される）

以上の方法の中でランプの点滅回路としてはB、C、D方式が考えられるが、B、D方式はコイルとコンデンサーを用いた共振回路が入り、電流波形も複雑となり、またラジオ周波数雑音妨害を起こすなどの弊害もある。その点、C方式は回路原理も簡単であり、理解しやすい。

第1図に示した回路におけるパルス発振周波数は次式によって与えられる。

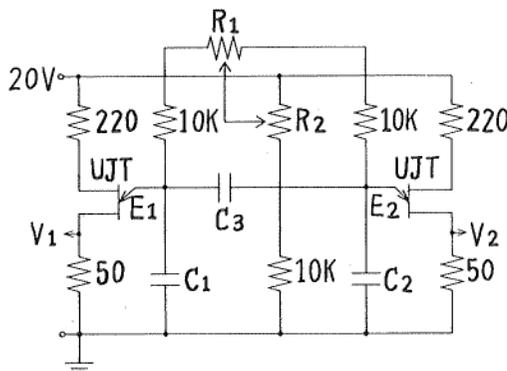
$$T = \frac{1}{N} = 2.3 (R_1 + R_2) C_1 \log_{10} \left(\frac{1}{1 - \eta} \right) \tag{1}$$

η : 真性スタンドオフ比

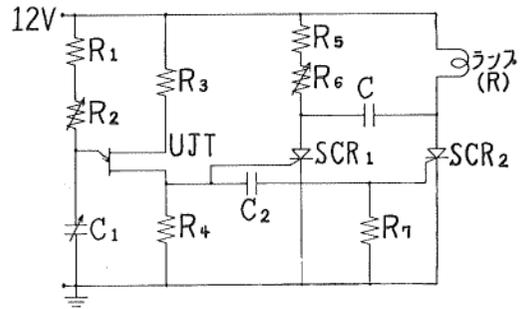
T: 発振周期

N: 発振周波数

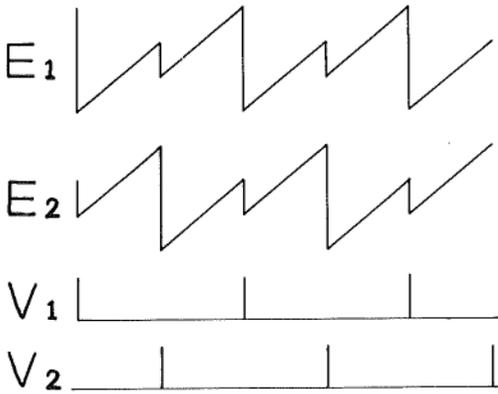
しかるに前回の報告では点滅回数を1.2~74回程度にしか変化させなかったが、使用目的から、さらに少なくしなければ意味がないので、 R_2 とともに C_1 も可変にして低周波発振させた。点滅回路は発振パルス2つで1サイクルになるので発振周波数の $\frac{1}{2}$ になる。



第2図 (a) SCRゲート回路、交互にパルスを発生するUJT回路



第1図 フリップフロップ実験回路



第2図 (b) SCRゲート回路, UJTエミッタ電圧と出力パルス

効果で2つの発振器の間に同期がとれる。第2図³⁾(b)は出力パルスおよびエミッタ電圧の波形を示している。出力パルス間の相対的間隔は可変抵抗 R_1 で調整でき、この2つの出力を第1図の2つのSCRのゲート回路に継ぐと通電時間の制御ができる。なお、この回路の場合は点滅回数を R_2 で変化させることができる。

§3 実験結果

第3図は時定数 $(R_1 + R_2) \times C$ 対点滅回数 N のグラフである。曲線は $(R_1 + R_2) \times C$ と N が逆比例していることを示している。また(1)式から計算した値もグラフに記入してある。実測値が計算値よりも少し高い値を示しているが誤差はさほど大きなものではない。点滅回数を点滅周期でおきかえると1.2~53秒で点滅間隔は比較的長くなっている。ただし、(1)式の η は約0.5~0.85位となっているが0.63とした。

第1図の回路における通電時間の制御は転流コンデンサー C の充電式

$$V_c = E \left\{ 1 - 2 \varepsilon^{-\frac{1}{(R_s + R_0)C} t} \right\} \quad (2)$$

を利用して行なうことができる。しかし、 $(R_s + R_0)$ および C は他の制限によってその値をむやみに変えることができない。いま、転流コンデンサー C の容量は

$$C \geq \frac{t_0 I}{E} \quad [\mu F]$$

I : 転流時の負荷電流 [A]

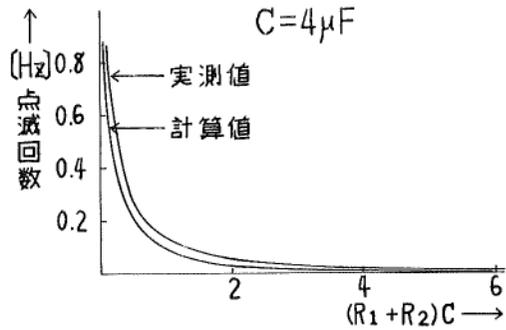
E : C の充電電圧 [V]

t_0 : ターンオフ時間 [μS]

で与えられるので各々の値を入れて計算してみると

$$C \geq \frac{15 \times 0.2}{12} = 0.25$$

ただし、 t_0 は実験で求めたもので $15 \mu s$ とした。故に C は $0.25 \mu F$ 以上のコンデンサーを使用しなければならない。また“Lock-up”(両方のSCRが共に導通することによって起こる点滅の失敗)をさけ

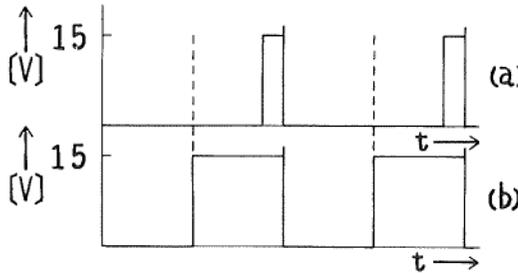


第3図 $(R_1 + R_2) \times C$ 対点滅回数特性

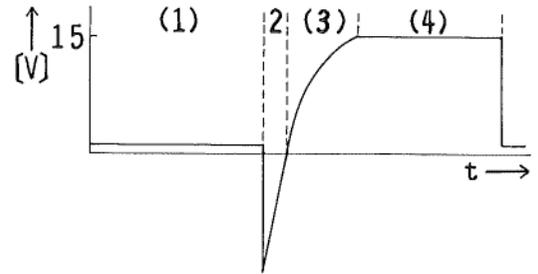
るには、転流コンデンサとは無関係に SCR₁ をターンオフさせればよい。これは SCR₁ を “starved” モード、すなわち C の放電は別にして SCR₂ が導通状態のままとならないように抵抗 (R₅ + R₆) を大きくした条件で作動させることによって可能となる。故に (R₅ + R₆) はランプ抵抗の約 10 倍位とすれば 1kΩ 以上にしなければならない。実際に実験では C = 1μF, R₅ + R₆ = 1kΩ では “Lock-up” した。この条件にしたがうと通電時間は 50~87.5% にしか制御できなくなる。

第 4 図は通電時間を 20%(a) と 50%(b) としたときのランプ電圧波形である。波形でランプ電圧が零になるとき瞬間的に大きな値を示すが、これは考察のところで検討する。これは点滅回数が毎秒 5 回程度のときのもので、点滅回数が多くなればなる程通電時間は長くなっている。毎秒 280 回位では通電時間が約 78% になっていた。また電源電圧の大きさも影響するが両回路とも同一電源を使用したので 15 V とした。

写真 1 は転流コンデンサ C を 1μF, 7μF, 22μF に変えたときのランプ, SCR₂, C の電圧波形であ



第 4 図 通電時間を变化したときのランプ電圧波形
(a)通電時間 20% (b)通電時間 50%



第 5 図 SCR₂ 電圧波形

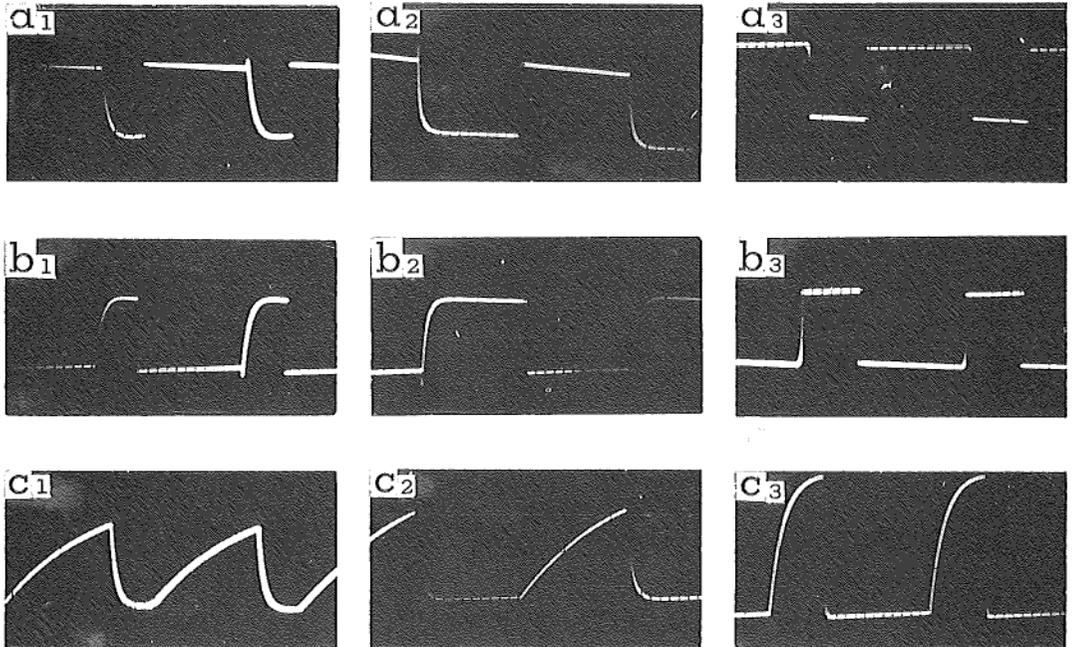


写真 1 各部の電圧波形 a : ランプ電圧 b : SCR₂ 電圧 C : 転流コンデンサ電圧
1 : C = 22μF 2 : C = 7μF 3 : C = 1μF

る。写真のとおり、Cの容量が大きくなるにつれて各部の立ち上がり時間は長くなり、だんだんとまるみをおびてくる。これを検討してみるためにSCR₂の電圧波形を第5図に書き直してみた。

(1)の部分はSCR₂がオンしているときの順抵抗電圧降下分だけの電圧がかかっている。実験では約1.1Vであった。(2)はSCR₁がオンしたときの電圧で瞬間的にSCR₂には転流コンデンサーCの充電電圧分だけ負電圧をうける。この電圧による逆電流値が負荷電流に等しくなったときSCR₂はターン・オフする。(3)はSCR₂がオフしたときに電源電圧まで転流コンデンサーCとランプ抵抗Rとの時定数にしたがって充電される特性を示している。(4)はSCR₂がオフしているとき、電源電圧がそのままにかかっていることを示している。以上の(1)~(4)が1サイクルで次々とくりかえされる。

§ 4 考 察

従来から使用されている電磁装置付点滅回路にくらべて、SCRは無接点であるのが特徴で故障率が非常に少なく保守が簡単である。無接点であるという点ではトランジスタのフリップフロップ回路も考えられるが、トランジスタはその電流容量に制限があり、大電力用としては向いていない。現在、点滅回路は自動車、航空機、交通信号等種々の目的に使用されているがSCRが活躍することと思う。

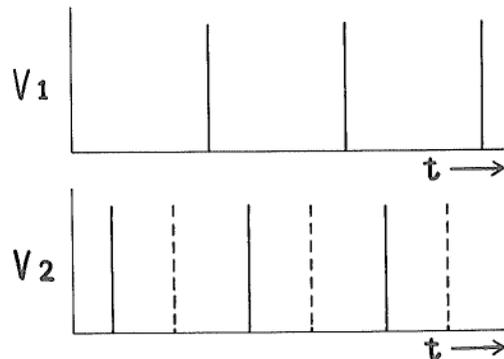
第1図の回路を使用すると通電時間50%で第3図のとおり、毎秒0.0189回(53秒に1回の点滅)というきわめて低い点滅回数で作動することが理解できる。ランプ消灯中はSCR₂順漏れ電流と抵抗(R₅+R₆)によって消費される電力分だけロスすることになるが、順漏れ電流による電力は数mW、(R₅+R₆)による電力は0.14W位なのでランプの消費電力にくらべて約5%にしかみたくないことになる。

通電時間の制御については転流コンデンサーCの充電式

$$V_c = E \left\{ 1 - 2e^{-\frac{1}{R_5 + R_6} t} \right\}$$

におけるCまたはR₆を変化させることによって行なうのであるが、実験回路のところで示したとおり、転流コンデンサーおよび(R₅+R₆)を一定値までしか可変することができなくて、約50~87%にしか制御できなかった。ただし、R₆を変化させると通電時間制御と同時に点滅回数も変化するので調整は非常にむずかしい。

第2図に示すパルス発振回路は通電時間制御のため2つの出力パルスの相対的間隔を制御できるようにしたもので、2つのパルスの間隔は第6図のように約52%の変化をさせることができる。この回路を用いると通電時間は約20~50%まで制御でき、第1図の回路にくらべて点滅回数は同じでもランプの消費電力を少なくすることができる。C₁およびC₂の容量にくらべてC₃の容量を小さくすれば、さらに2つのパルス間の相対的間隔を大きく制御できる。なお、パルス発振周波数と転流コンデンサの充電特性との関係については本実験では十分に検討していないので、発振周波数を変化させると通電時間が不規則になることもあったが、今後検討してみたい。



第6図 位相制御された出力パルス
 V₁より78%進んでいるとき
 —— V₁より26%進んでいるとき

文 献

- 1) 中村岩美 (1971) : 北海道教育大学紀要 (第2部A, 73~75頁)
- 2) 東京芝浦電気株式会社 (1968) : SCRマニュアル, オーム社, 98頁
- 3) 東京芝浦電気株式会社 (1966) : シリコン制御整流器便覧, オーム社, 45頁