

High Power Pulse Source

安 秀 吉

金 憲 珏

1. 序 論

2. 一般의 考察

3. 回 路 設 計

4. 結 論

1. 序 論

正確하게 control된 pulse의 用途는 科學과 工業이 發達될수록 날로 많아져 가고 있는데 그의 一部는 大電力을 取扱하는 경우로서, Radar에 對한 應用을 들 수 있다. 한편, 요즘은 gallium-arsenide等 半導體 diode를 使用해서 Laser action을 일으킬 수 있다는 것이 發見되어 G.E. 및 IBM 등에서 開發되고 있다. (Ref.1,2)이 경우에, continuous emission도 可能하지만 흔히, intermittent operation을 시켜야 할 때가 많기 때문에 timed pulse source가 必要하게 된다.

또 한편, spot welding의 경우에서도 이러한 pulse source가 必要하게 된다. 이들을 크게 나누어 source를 AC로 할 경우와 DC로 할 경우가 있는데, 前者의 경우는 thyatron을 使用할 경우가 많게 될 것이다. DC의 경우나 AC의 경우나 잘 shape되고 time된 pulse source를 만들어 놓으면 眞空管이나 thyatron이나 같은 모양으로 drive할 수(thyatron의 경우는 trigger)있을 것이기 때문에, 이러한 pulse source를 만들 必要가 있게 된다.

2. 一般의 考察

먼저, DC의 경우를 살펴 보면 最終의 電力管의 anode 回路에 負荷를 달고 그 grid를 pulse로 drive해야 하기 때문에, 그 때 pulse의 時間幅을 變化시켜 줄 수 있어야 하며, pulse height는 最終管을 bottom state로 보내는데 充分한 높이로서 固定되어 있고, anode 電源을 變化시켜서 電力을 調整할 수가 있다.

다음에 DC에서도 thyatron을 使用할 경우가 있는데, 그 때는 두 個의 thyatron을 使用해서 負荷와 直列 및 並列로 連結하고, 먼저, 直列로 이어진 thyatron을 fire하고 所要의 time duration이 지나간 다음에,

並列로 이어진 thyatron을 fire함으로써 可能한 것이다. 이번 機會에는 이 以上 取扱하지 않기로 하겠다.

實地에 있어서, 特히, welding에 있어, 가장 工業的 價値가 있을 AC의 경우를 생각해 보면 60 cycle의 半周期인 8.33 msec를 超過하는 pulse가 必要한지, 또는 그보다 짧은 幅의 pulse가 必要한지에 따라 問題는 달라지는데, 後者의 경우 thyatron의 ionization time이 10 μ sec 程度이며, deionization time이 1 msec 程度이므로 그 以上 sharp한 pulse는 thyatron을 使用해서는 不可能하다.

要求된 pulse가 8.33 msec 以下일 때를 먼저 살펴보면 excite하는 pulse는 幅이 좁은 矩形 pulse일지 몰지지만 thyatron을 거쳐 負荷에 걸리는 電力은 firing angle이 다른 半周期 以下の sine wave이다. 問題點은 switch가 어떠한 時間에 들어가건 preset된 firing angle을 갖기 爲해서 switch on된 cycle보다 最小限 1 周期 늦은 cycle에서 time base signal을 얻는다는 것과 그 다음 cycle에서 願하는 angle에서 fire하는 問題가 있다.

한번 fire되면 그 半 cycle이 完成된 때까지 thyatron은 conduct할 것이며, 그보다 먼저 中止시키려면 DC의 경우와같이 두 個의 thyatron을 켜야 하나, 여기서는 역시 取扱하지 않기로 한다.

다음에 必要된 時間이 8.33 msec보다 긴 경우에는 source를 AC에서 인고 있는 以上 몇개의 半周波를 률리게 하느냐의 問題로 歸結되며, 機構의 簡潔化를 爲해서 (binary를 使用하기 爲해서) 1個의 半周波, 2個의 半周波, 4個의 半周波, 8個의 半周波, 16個의 半周波 등으로 time duration을 倍加할 수 있게만 하고, 그밖의 數를 取扱하지 않기로 하나, 구태어 必要하다면 digital technique로서 願하는 整數倍의 半周波를 얻을 수 있는 것은 勿論이다.

3. 回路設計

먼저 半周波보다 짧은 경우를 생각하면 그 block diagram은 다음 Fig.1과 같다. 그 作用은 switch가 on 되었을 때 gate를 거쳐 bistable 회로를 動作시켜 switch가 on되었을 瞬間의 고르지 못한 cycle에서 빠적나와 하나의 time base를 設定하고 monostable flip-flop 회로를 動作시켜, 그 time duration을 可變케하여

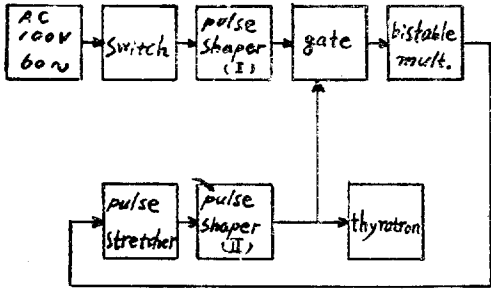


Fig.1. Block diagram of the generator of the variable phase pulse

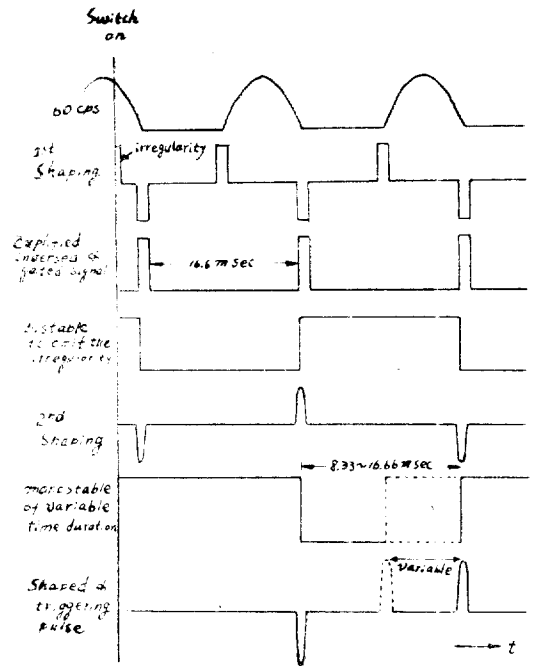


Fig.2 Wave forms of each section

SW₂ normally close.

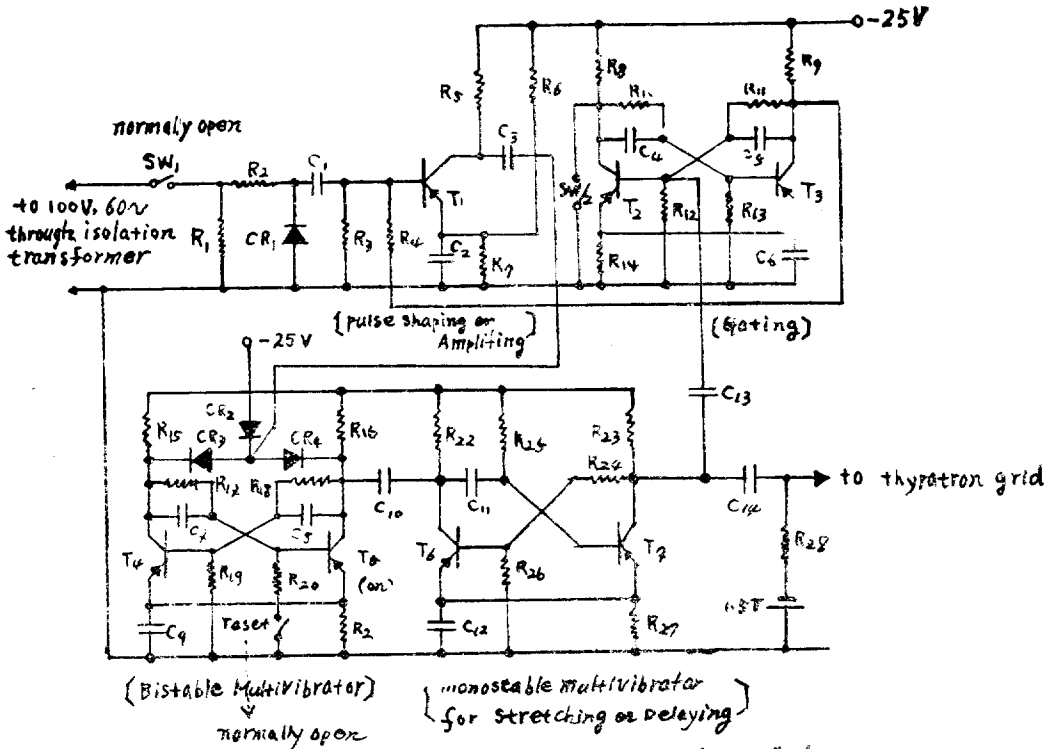


Fig.3 circuit diagram of the generator of the variable phase pulse

그 ending-edge 를 shape 해서 必要된 時間差를 얻는다. 이 shaped signal 이 thyatron 을 fire 하는 한편, 그 signal 이 gate 로 들어가서 다음의 signal 을 못들어오게 하는 것이다. 그러나, 두 個의 switch 를 連動시켜서 눌렀을 때는 sw₁ 이 on, sw₂ 가 off 되고, 놓았을 때는 sw₂ 가 gate 回路를 reset 하게 하면 簡便하다. 따라서 回路는 Fig. 3 과 같이 된다. 한편 block diagram 各部의 波形은 Fig. 2 와 같다.

Transistor 는 T₁ 이 [2N43]이고 그 外는 모두 [2N404]이며, CR₁ 은 zener diode 로서 [1N468]이다.

T₁ 은 T₃ 가 on-state 일 때 R₇ 을 통해서 emitter 에 걸어 놓은 bias 때문에 off-state 에 있으나, T₃ 가 off 되면 增幅을 해서 bistable flip-flop 回路에 信號를 보낸다. sw₁ 및 sw₂ 는 同時에 動作하되 sw₁ 은 normally open 이고, sw₂ 는 normally closed 로 reset 하고 있다.

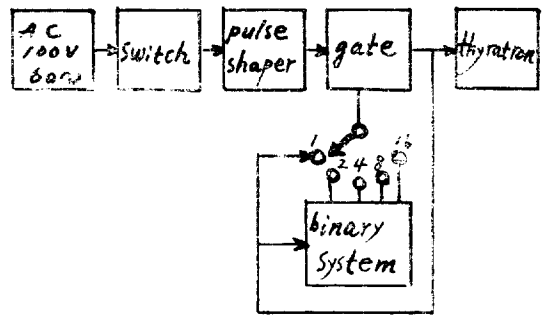


Fig 4. Block diagram of generator of several pulse train

[回路定數]

- C₁=4700P
- C₂=10 μ
- C₈=0.1 μ
- C₄C₅C₇C₈=500P
- C₆C₁₀C₁₂=1 μ
- C₉C₁₃C₁₄=0.01 μ
- C₁₁=0.24~0.45 μ
- (可變 또는 step)

- R₁R₂R₃=10K
- R₄=20K
- R₅=5K
- R₆=1K
- R₈=2.4K
- R₉R₁₁R₁₅R₁₈R₂₂R₂₄=2K
- R₉R₁₀R₁₆R₁₇R₂₅R₂₈=30K
- R₁₂R₁₃R₁₉R₂₀R₂₆=27K
- R₁₄R₂₁R₂₃=560K
- R₂₅=47K

- CR₁: 1N468
- CR₂ CR₃ CR₄: SD46

SW₂ normally closed

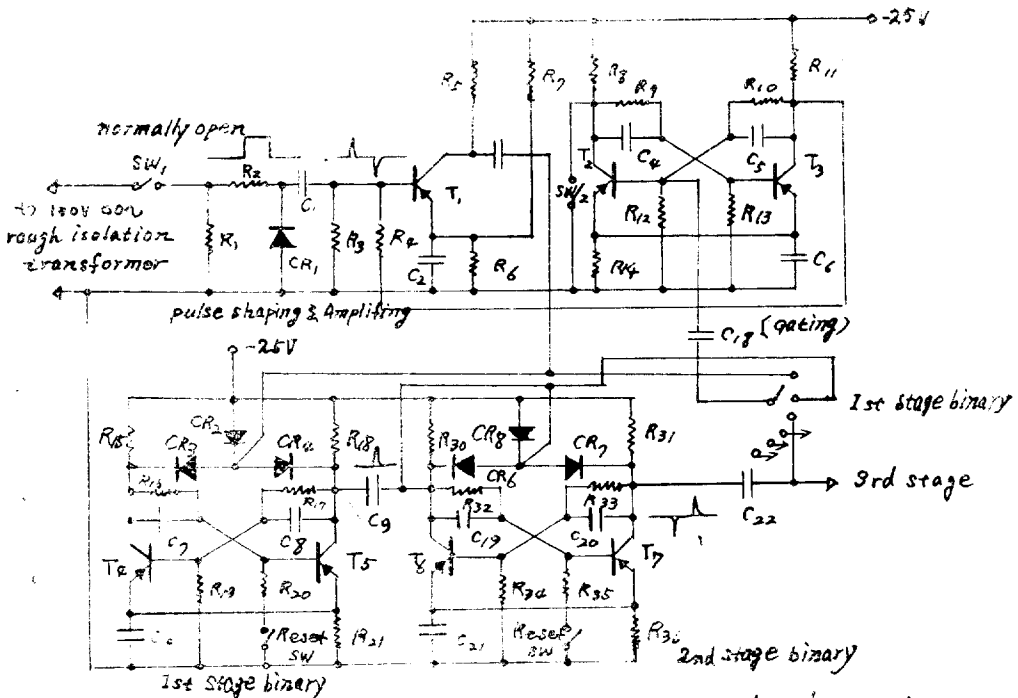


Fig 5 circuit diagram of the generator of several pulse train

다음에 1 cycle 以上の 必要할 경우를 생각해 보면 positive cycle 이 始作할 때 fire 를 하게 하되, 1, 2, 4, 8, 16 과 같이 倍數의 pulse 를 供給하기로 하면(勿論, digital 回路로써 連續된 整數의 pulse 를 만들 수 있지만) 그 block diagram 은 Fig. 4 와 같다.

이 回路는 preset 한 數의 半 cycle 동안을 通하게 할 수 있다. 그 具體적인 回路는 Fig. 5 에 紹介한다. 前 回路와 共通인 部分도 重複하되 定數를 略한다. 勿論, switch 에 依해서 非共通部分만을 바꿔 이으면 된다.

[回路定數]

$$\begin{array}{ll}
 C_{18}=0.01\mu & R_{33}R_{31}=2K \\
 C_{19}C_{20}=500P & R_{32}R_{33}=1,000K \\
 C_{21}=0.1\mu & R_{34}R_{35}=680K \\
 & R_{35}=560K
 \end{array}$$

4. 結 論

一般的으로 thyatron 의 感度가 鋭敏하기 때문에 20 volts 에 가까운 [2N404]의 multivibrator 의 出力은 그것을 trigger 하는데 充分하였다. Fig. 5 의 回路에서는 binary 를 two stages 단 表示했는데 實은, 必要된 pulse 數에 따라서 決定되는 stage 數(=log₂n, n: 必要된 pulse 數)만큼 같은 모양으로 이어져야 할 것은 勿論이다.

Fig. 3 의 回路에서는 gate 回路에 가는 線을 없애므로서 fire angle 을 變化할 수 있는 30 cps 의 電源(binary 때문에)을 얻을 수 있는데 binary 를 正確히 讀고 pulse

amplifying stage 로부터의 positive pulse 로서 直接 monostable multivibrator 를 drive 하면 흔히, 極히 愛用되고 있는 smooth 한 control 裝置가 된다. (交流로부터 整流해서 零으로부터 最大値까지의 直流를 抵抗에 依한 損害없이 control 하는 가장 좋은 方法) RCA thyatron GL 5557 을 使用해서 one pulse 로서 40 A 까지 使用할 수 있었다. Fig. 5 에서는 thyatron plate 에 걸리는 電壓과 isolation transformer 의 二次電壓 사이에는 180° 의 位相差가 있어야 한다.

한편, 1st shaping 에 zener diode 를 썼을 경우에는 irregularity 를 除去하기 爲한 binary 는 不必要하다.

[Reference]

1. Coherent(visible) Light Emission from Ga(As_{1-x}P_x) Junction, N. Holonyark Jr. and S. F. Bevacqua, Appl. Phys. Letters 1, p 82, 1962.
2. R.N. Hall, G.E. Fenner, J.D. Kingsley, T.J. Soltys and R.O. Carson, Phys. Rev. Letters, 9, p 366, Nov. 1, 1962.
3. 여기서 使用한 gate 回路를 同一 Transistor [2N404] 로서 使用한 例는 研究報告書 "放射線計測에 關한 研究 - Transistorized Timer 의 設計 및 試作" 金鍾鍊, 金東勳, 安秀吉 - 原子力 研究所, 業務報告書 (1963年 7月 30日 接受)