

◎三相用

サイリスタ用ゲートユニットGU-7Dは三相200Vサイリスタドライバーです。

GU-7Dをご使用いただきますと、手動制御、定電圧制御、定電流制御、温度調節制御など種々の制御装置を構成することができます。

- 広範囲の出力調整  
出力調整範囲は0～98%です。
- 色々な負荷を制御可能  
広幅パルス出力のためトランス、モータ負荷にも使用できます。  
ハイゲートドライブ出力のため容量負荷にも使用できます。
- 多くの制御機能  
手動制御、定電圧制御、定電流制御、温度調節制御など、多くの制御機能を有しています。
- 各種の設定信号に適応  
電流信号、電圧信号、リレー接点など各種の信号に適応します。
- 種々の保護機能に対応  
BP端子とBN端子をオープンすることによりゲートブロックが可能です。
- 相順に無関係に作動  
電源側の相順に無関係に正常作動します。
- ソフトスタート時間が任意に設定  
手動制御、定電圧制御の場合、電源投入時のソフトスタート時間は外付けの抵抗値により、約40ms～3sの間で任意に設定できます。
- 簡単な回路変更および調整で色々な外部信号を入力することができます。

# GU-7D

## 1. 定格

電源入力電圧	AC200V/AC220V 切り換えは J6~9 のジャンパーにて行なう。 (出荷時は AC200V です) 3φ 200V/220V±10%		
消費電力	約 100VA		
周波数	50/60Hz±1Hz 50/60Hz はスイッチ切り換え、出荷時は 50Hz		
出力位相角制御範囲	導通角：0~155° TYP.		
サイリスタ側側の適応負荷	抵抗負荷、誘導負荷、容量負荷		
出力設定	外付けボリューム設定	ソフトスタート時間設定	
	ボリューム：1KΩ 1/2W 以上	外付け抵抗：0~1MΩ 1/4W	
	外部信号設定：4~20mA/0.8~4V (出荷時)		
ゲートパルス方式	J5 ジャンパーの 1-2 (ダブルパルス) 1-3 (シングルパルス) {出荷時は 1-2 (ダブルパルス) です}		
入力インピーダンス	外部信号制御回路部 (TI 入力)：200Ω	フィードバック制御回路部 (VI 入力)：5kΩ	
保護方式	BP-BN 間オープンによりゲートブロック 応答時間：200μs 以下		
ゲートパルス出力相間バランス	0.3ms 以下		
温度ドリフト 周囲温度 -10~60° 数値は 25°C を基準にした場合の 代表値	外部信号制御回路部 (TI 入力-TO 出力)	オフセット (入力 4mA)	：±1.0mV
		入力 20mA 時出力	：±0.5%
	フィードバック制御回路部 (TI・VS 入力-VO 出力)	オフセット	：±1.0mV
		ゲイン	：±0.1%
	外付けボリューム制御回路部 (R 3 出力)	出力	：0.2%
	位相角制御回路部 (PC 入力-出力位相角)	位相角	：±1°
絶縁耐圧・絶縁抵抗	入力-出力,出力-出力：AC2500V 1 分間, 500V 間 - 10MΩ 以上 ライン出力-制御入力：AC1500V 1 分間, 500V 間 - 10MΩ 以上		
冷却方式	自冷		
使用周囲温度・湿度範囲	-10~50°, 20~85% RH		
保存周囲温度・湿度範囲	-10~60°, 20~60% RH (結露なきこと)		
重量	約 3 kg (ケースなし)		

2. 外形図

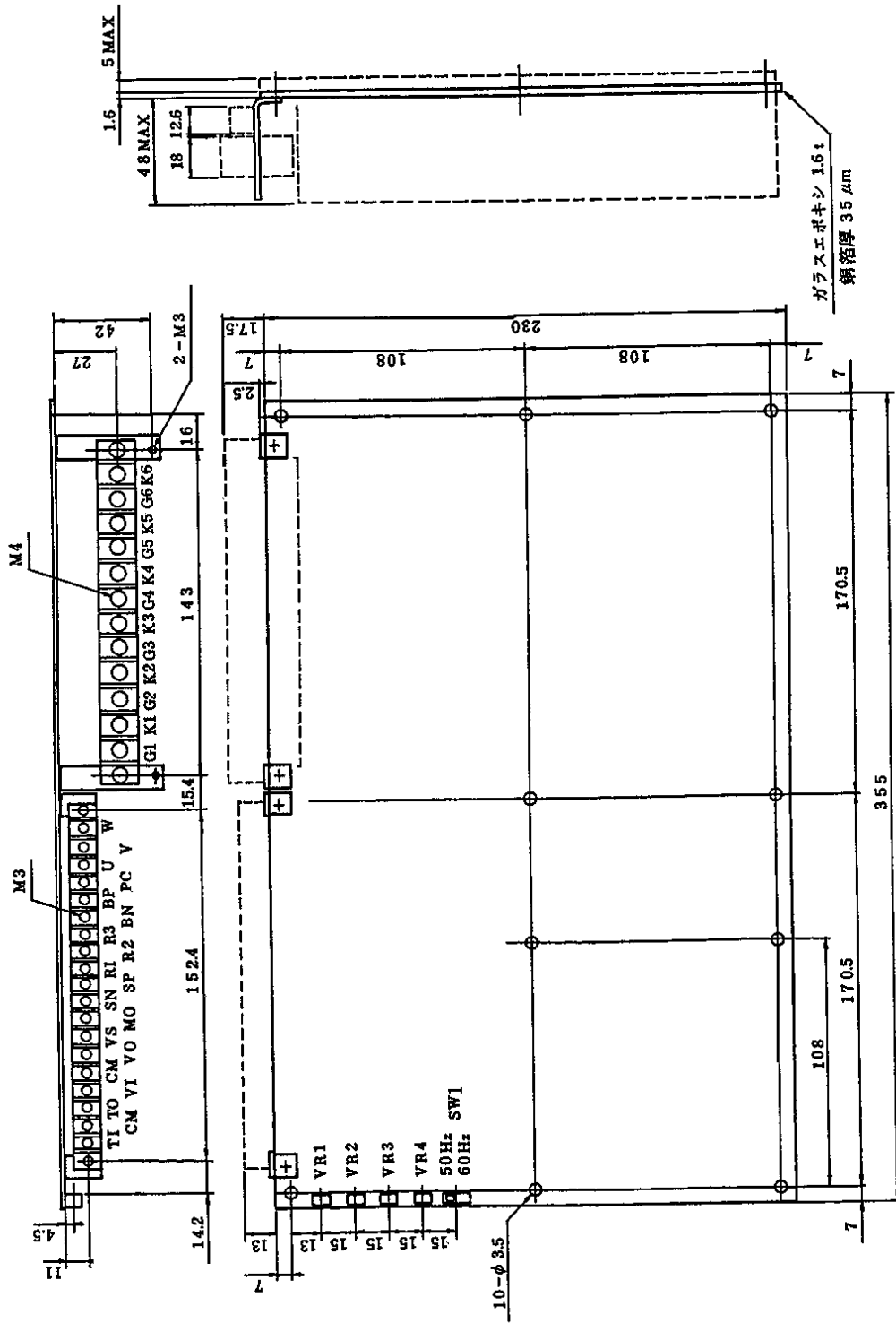


図 1.

3. 回路图

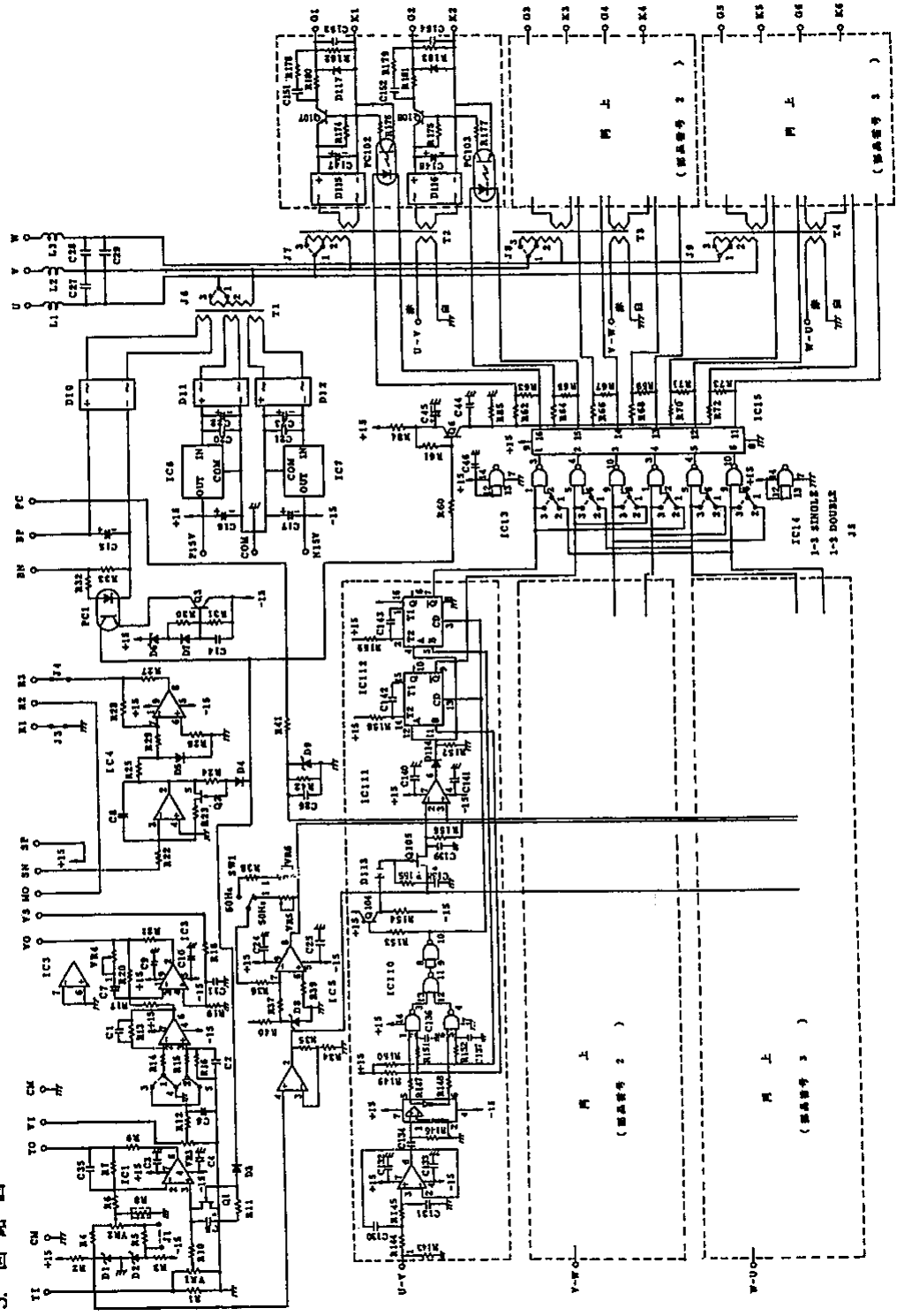


图2.

4. 回路構成および動作説明

(1) 外部信号制御回路部 (TI 入力-TO 出力)

調節計などから出力される信号を TI-CM 間に入力し、これを制御しやすい電圧 (0~7V) に変換する回路です。

(a) 電流-電圧変換

入力抵抗 R1 は 200Ω となっているので、この抵抗に流れる電流を I とすると、両端電圧 V は、

$$V = I \cdot R = I \times 200 \text{ (V)}$$

となり、電流を電圧に変換しています。

(b) 最大値および最小値設定

TO 出力の最大値は VR1 で調整し、最小値は VR2 で調整します。最小値の範囲を広げたい場合は J1 をジャンパー接続してください。

調整の際は、VR1 と VR2 は互いに干渉し合うので、交互に繰り返し行う必要があります。

(c) ソフトスタート動作

ゲートブロック解除時の急な電圧上昇をおさえるため、R10 と C5 の時定数によりソフトスタートさせます。

(d) 出荷時の入出力特性

入力 4~20mA および 0.8~4V のとき、出力が 0~7V になるように設定してあります。

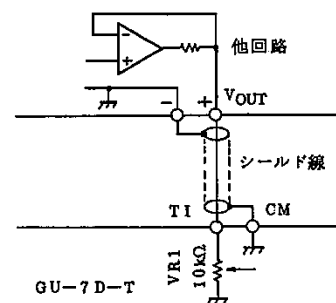
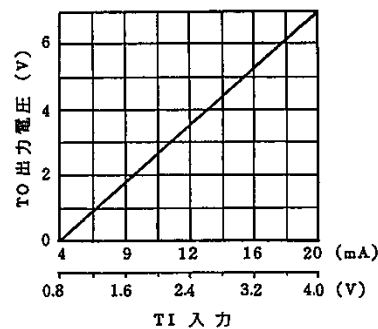
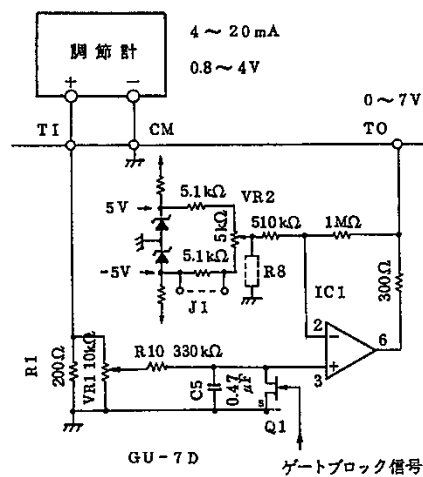
(e) 外部信号が電圧で、0V から制御したい場合の回路変更および調整方法

入力インピーダンスを高くするため R1 を削除し、安定度を良くするため R8 部分に 1/8~1/4 W470Ω を接続します。この変更後、GU-7D を

通常動作状態とし、TI が 0V の時 TO 出力が 0<sub>-1</sub><sup>+0</sup>

mV になるように調整します。次は TI I に信号電圧の最大値 (2.5~15V) を入力し、TO 出力が 7V ±0.1V になるように調整してください。

これにより汎用 OP アンプの出力を TI-CM 間に入力することも可能です。



(注) この回路を改造および調整した場合、汎用品と区別するために品名を GU-7D-T と、かならず変更してください。

# GU-7D

(2) フィードバック制御回路部 (VI・VS 入力-VO 出力)  
 定電圧制御を行う場合、VS-CM 間に基準電圧、  
 VI-CM 間にサイリスタスタック出力に比例するフィードバック電圧を入力し、VO 出力を PC 入力に接続します。

(a) フィードバック電圧のゲイン調整および平均化  
 VI-CM 間に入力されたフィードバック電圧 (DC 電圧) は VR3 によりゲイン調整されます。  
 ここで VI-CM 間の入力インピーダンスは、VR3 の値の  $5k\Omega$  となります。

VR3 でゲイン調整された電圧は、R12 と C6 で平均化されます。

(注) VI-CM 間に DC15V 以上の電圧を入力しないでください。

(b) 極性反転

IC2 の出力つまりエラーアンプ (IC3) の反転入力 (IC3) の反転入力がプラスの信号となるように、ジャンパー J2K の切り換えにより極性を選択します。

フィードバック電圧が  $\ominus$ EARTH つまり、CM を基準として  $\oplus$  の信号が入力される場合は、J2 の 1-4、2-5 を接続し、逆の場合は、J2 の 1-3、2-4 を接続します。

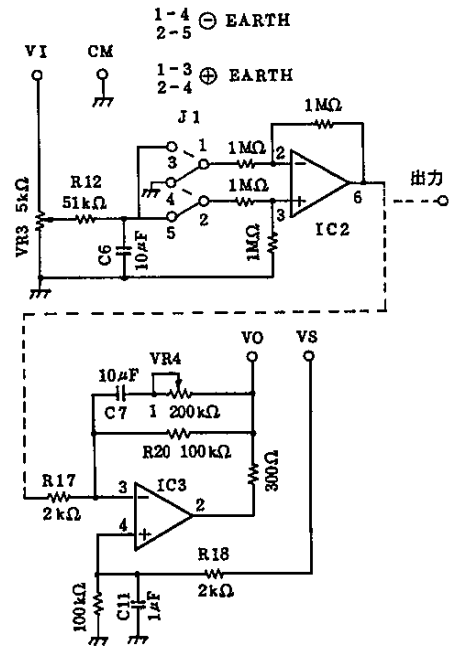
出荷時は  $\ominus$ EARTH で接続してあります。

IC2 の出力は、ゲイン 1 倍であるので、C6 の両端電圧の絶対値に等しくなります。

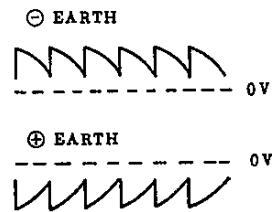
(c) エラーアンプおよび位相補償

エラーアンプ (IC3) の反転側にフィードバック信号を入力し、非反転側に基準電圧が入力されます。このアンプのゲインは 50 倍であるので、反転入力と非反転入力の差が少しでもあれば、大きな変化となって VO 出力に現われます。

定電圧制御装置を構成したとき、容量負荷などでフィードバック信号に位相遅れを生じると、出力電圧が短期変動 (ハンチング) する場合があります。そのようなときは、VR4 を MAX (右) 方向に回していき、出力が安定する点で止めてください。

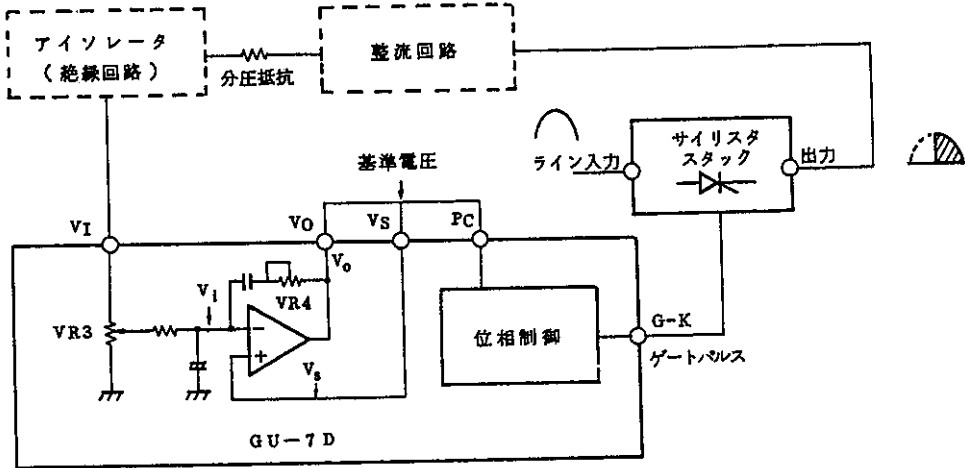


フィードバック信号波形



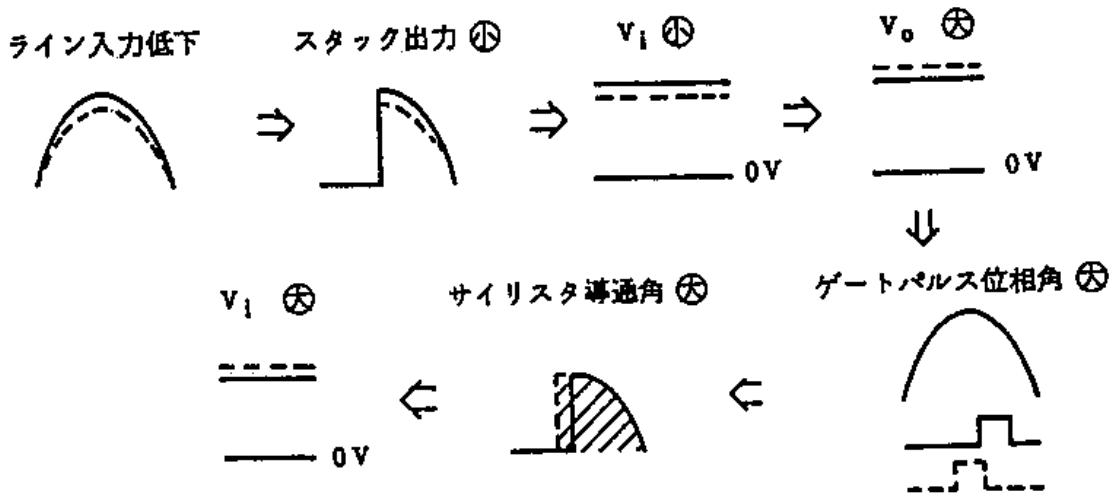
(d) 定電圧制御動作説明

下図のような回路構成で、 $V_s=V_i$  でバランスがとれていて基準電圧が一定であるものとします。



- $V_i$  : エラーアンプ反転入力電圧
- $V_s$  : エラーアンプ非反転入力電圧
- $V_o$  : エラーアンプ出力電圧

いま、スタックのライン入力電圧が低下したと仮定します。すると次のような動作で出力を一定に保とうとします。



このようにして  $V_s=V_i$  となる。

ライン入力電圧が上昇したときは、これと逆の動作で出力を一定に保ちます。

(注) 出力を安定にするために、基準電圧回路整流回路、分圧抵抗、アイソレータ (絶縁回路) などは安定度の良いものを使用してください。

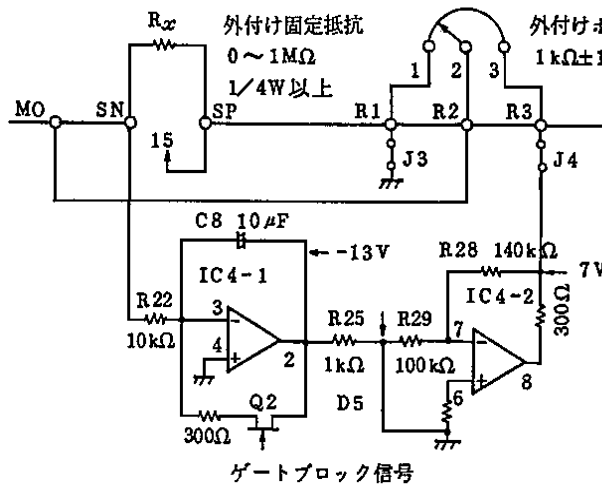
# GU-7D

## (3) 外付けボリューム制御回路部

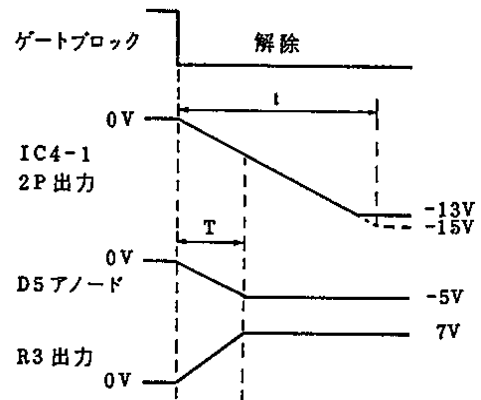
この回路を使用する場合、ソフトスタート時間を設定するための外付け固定抵抗  $R_x$  ( $0 \sim 1M\Omega$ ) を SP-SN 間に接続し、出力を設定するための外付けボリューム  $1K\Omega \pm 10\%$  を R1-R2-R3 端子に接続します。

R3 端子に約 7V が出力されていて、ボリュームにより 0~7V に分圧されます。その分圧された電圧は MO 端子に出力され、手動制御や定電圧制御を行う場合の基準電圧として働きます。

(注) この回路を使用しない場合でも、必ず  $R_x$  を接続してください。



ソフトスタート動作  
タイムチャート

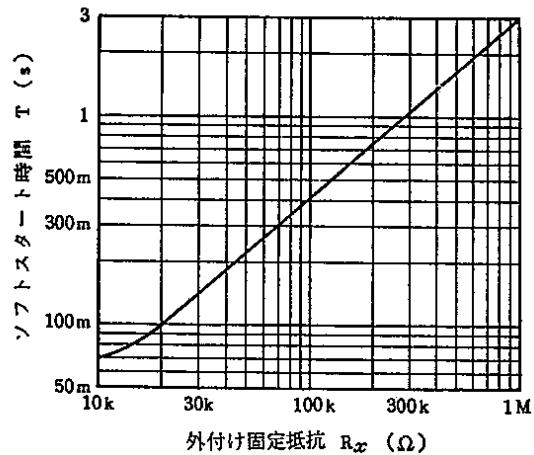


## (a) ソフトスタート動作

ゲートブロック解除時の出力の急な立ち上がりを抑えるため、IC-1,  $R_x$ , R22, C8 からなる積分回路により、ソフトスタート動作を行います。

各ポイントのタイムチャートおよび、外付け固定抵抗  $R_x$  に対するソフトスタート時間 T の推移は右図のようになります。

また、 $R_x$  を  $0\Omega$  つまりショートとしたときの T は約 35ms となります。



## (b) 反転アンプ

IC4-2, R29R28 からなる反転アンプにより、D5 アノード側電圧を  $-(R28/R29)$  つまり 1.4 倍します。したがって、D5 アノード側電圧が -5V となったときの R3 出力電圧は、約 7V となります。



(4) ゲートブロック回路部

BP-BN 端子間をオープンすることにより、サイリスタへのゲート信号を瞬時に断つことができます。

(注1) BP-BN 端子間の開閉には、他回路と絶縁することのできるスイッチ・リレー・フォトカプラなどを使用してください。また、BP-BN 端子間を接続したいときには、BP から BN 方向に約 10mA の直流電流が流れるので、これに見合った開閉器を使用してください。(特に、リレーの接点電流範囲に注意)

(注2) BP-BN 端子間の配線はより線を使用し、配線のループ面積をできるだけ小さくしてください。

(注3) 開閉器としてフォトカプラなどの半導体素子を用いる場合、電流の方向に注意し、接続を間違えないようにしてください。

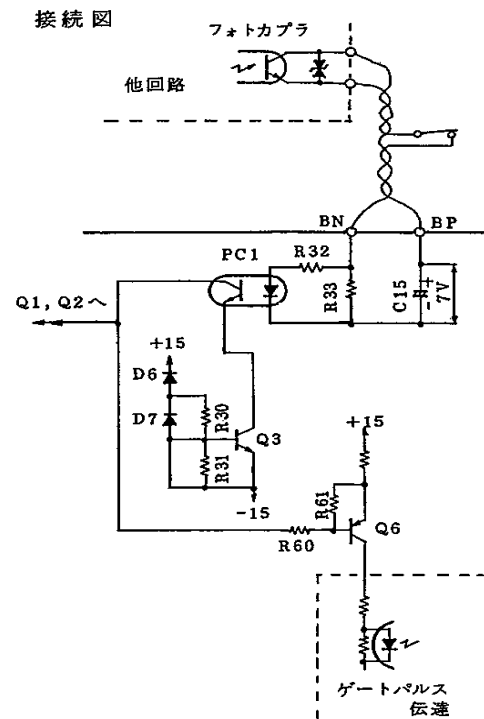
(a) ゲートブロック動作

BP-BN 間をオープンすると、PC1 の受光側が OFF し、Q6 のベース電流が流れなくなって Q6 も OFF し、ゲートパルスを伝達するためのフォトカプラの電源を断ちます。その結果 BP-BN 間オープンと同時にサイリスタへのゲート信号を瞬時に断つことができます。その応答時間は 200 $\mu$ s 以下となっております。

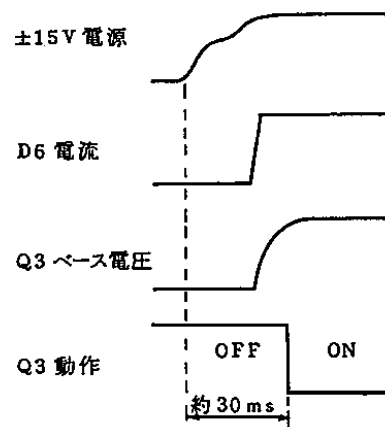
その他、外部信号制御回路部および外付けボリューム制御回路部の出力を、ゲートブロック解除時にソフトスタートさせるために、Q1, Q2 のゲートにも信号を与えています。

(b) 電源投入時誤動作防止回路動作

電源投入直後は、 $\pm 1.5V$  電源および位相制御動作が安定しません。その間約 30ms ゲートブロック動作を行い、誤動作を防ぎます。そのタイムチャートは右図のようになります。



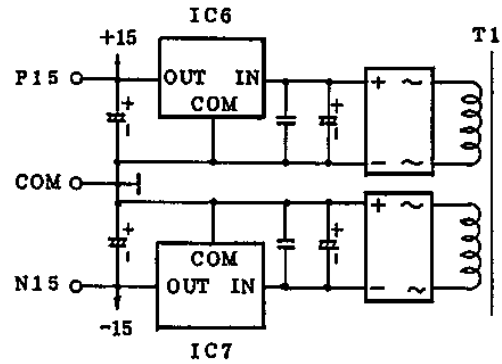
タイムチャート



# GU-7D

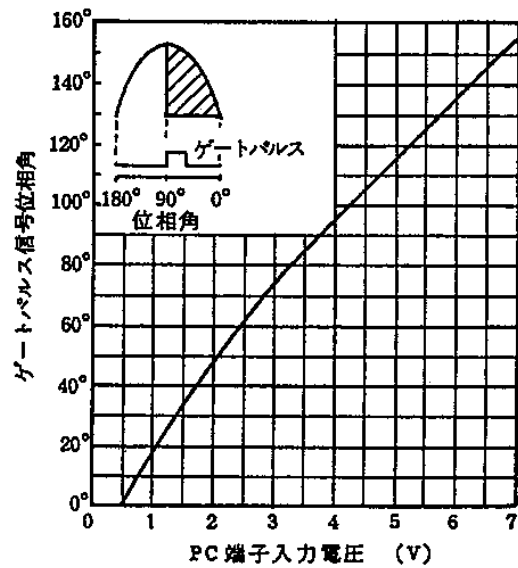
## (5) ±15V 電源回路部

三端子レギュレータにより安定した直流電圧 +15V および -15V を得、それを各制御回路部の電源として、それぞれに供給しています。



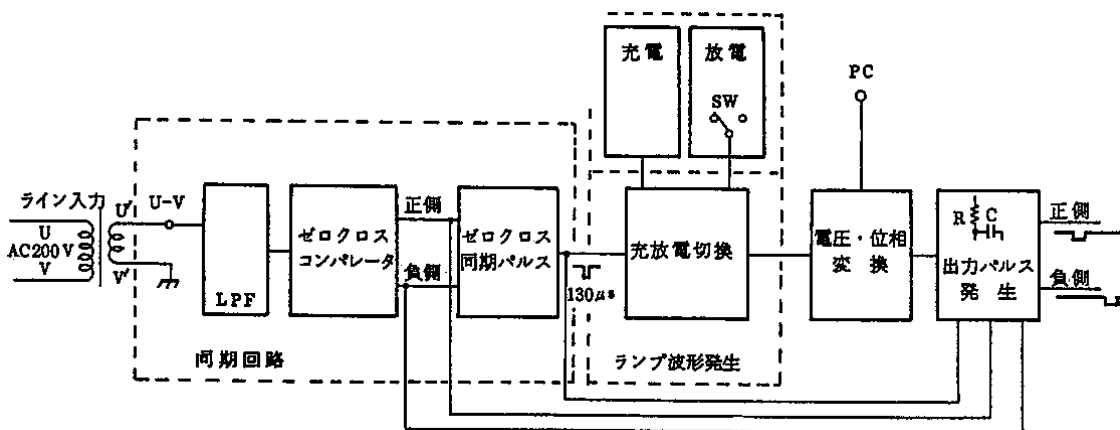
## (6) 位相角制御回路部

電源に同期したゲートパルス信号を発生させる回路で、パルスの位相角は PC 端子入力電圧を変化させることにより右図のグラフのように変化させることができます。



## (a) ブロックダイアグラム

位相角制御回路部をブロックに分けると下図のようになります。



(b) 同期回路部

トランスにより、3相電源のU-V線間電圧に同相の正弦波を取り出し、(V-W間, W-U間についても同様)ローパスフィルタ回路でノイズ分を取り除き、IC□09のゼロクロスコンパレータで正弦波を方形波に変換します。また、IC□10, R□51, □52, C□36, C□37, によりその方形波をもとに約130 $\mu$ sのゼロクロス同期パルスを発生します。

(c) ランプ波形発生回路部

Q□05のFETを130 $\mu$ sの同期パルス信号に応じてONにし、C□39に充電電圧約8.5Vを充電します。充電が終わりFETがOFFすると、放電電圧およびC□39, R□56の時定数により、C□39の両端電圧が低下します。これらの動作を半サイクルごとに繰り返すことにより、ランプ波形を発生します。

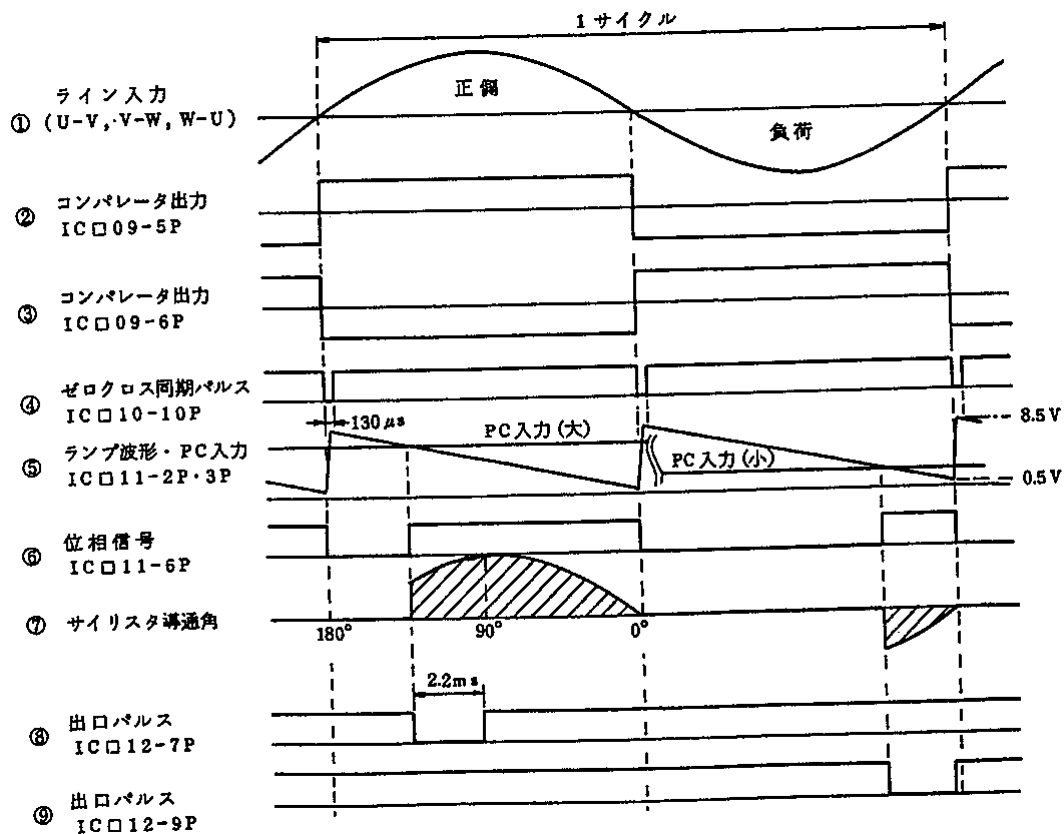
(d) 電圧一位相変換回路部

ランプ波形とPC端子入力電圧をIC□11で比較することにより、PC電圧に応じて位相信号を変化させることができます。この信号はサイリスタスタックの導通角を決定します。

(e) 出力パルス発生回路部

IC□12は単安定マルチバイブレータで、7P出力はライン入力の正の半波、9P出力は負の半波の時、位相信号の立ち上がりから出力され、その最大パルス幅は、R□58 $\times$ C□42およびR□59 $\times$ C□43の時定数で決定されます。

(f) タイムチャート



# GU-7D

## (7) ダブルパルス・シングルパルス選択およびゲートパルスドライブ回路部

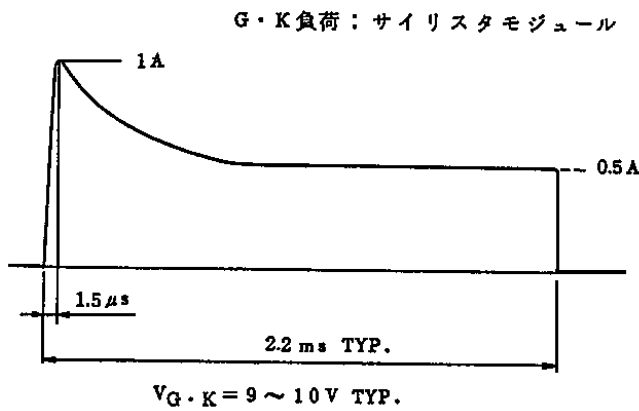
各相の出力パルス信号は、ジャンパー切り換え J5 と IC13・14 により、ダブルパルス・シングルパルスの選択を行います。

ダブルパルスにしたい場合は J5 の 1-2 間をジャンパー接続し、シングルパルスにしたい場合は J5 の 1-3 間をジャンパー接続します。

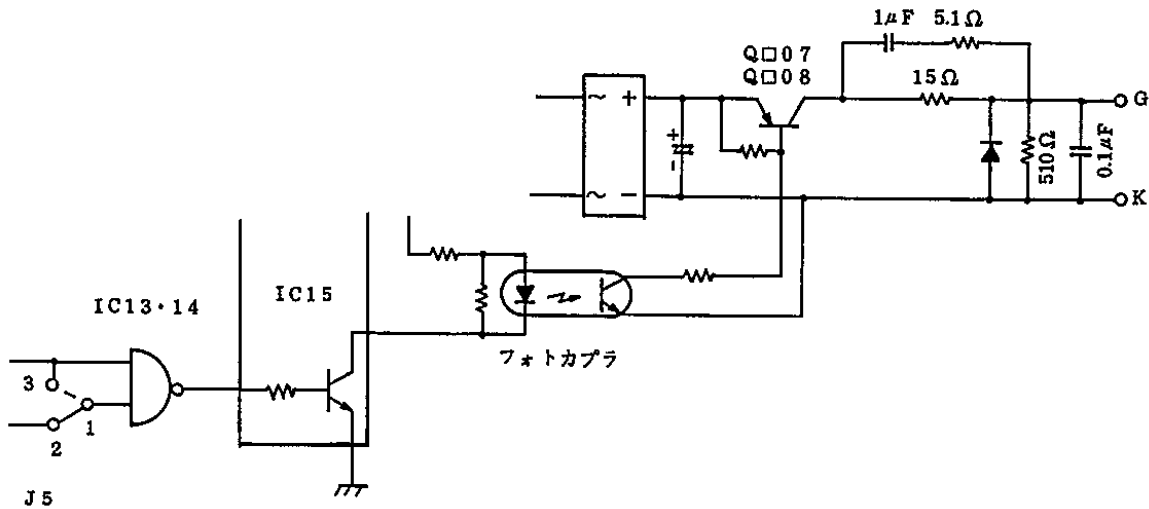
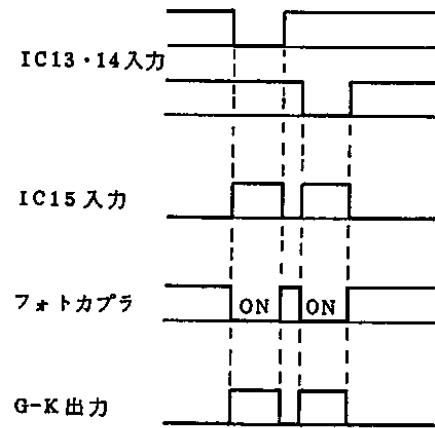
選択された信号は IC15 に入力され、フォトカプラをドライブします。

フォトカプラが ON すると Q□07, □08 のトランジスタが ON し、G・K出力に下図のようなゲートパルス出力電流が現われます。ピーク電流の尖頭値は約 1A, ピークに達するまでの時間が約  $1.5\mu\text{s}$ , ピークを過ぎて直線になったときの電流が約 0.5A となります。

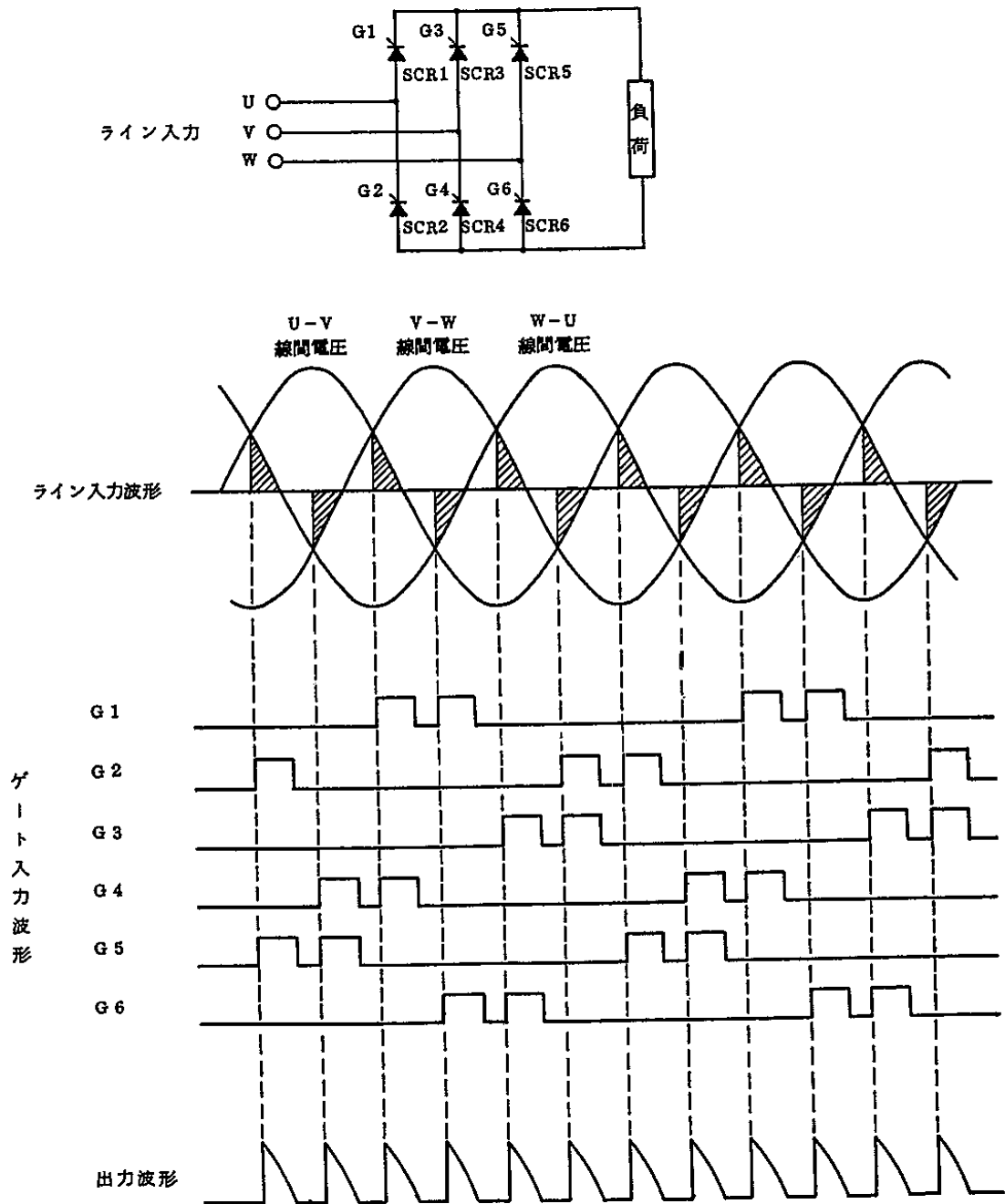
ゲートパルス出力電流



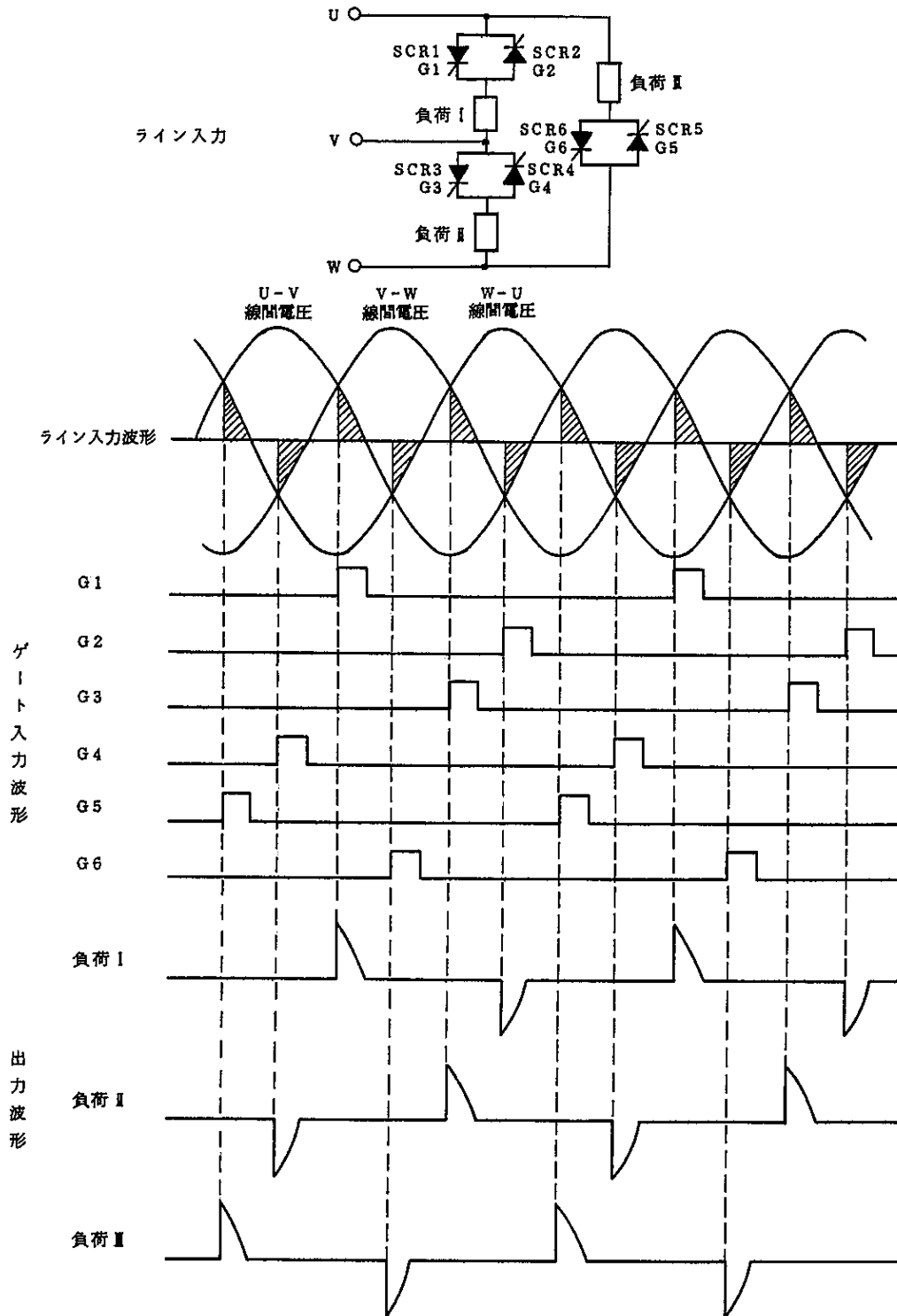
タイムチャート(ダブルパルス時)



5. サイリスタスタック入出力波形  
 (1) 全サイリスタブリッジ制御 (ダブルパルス)



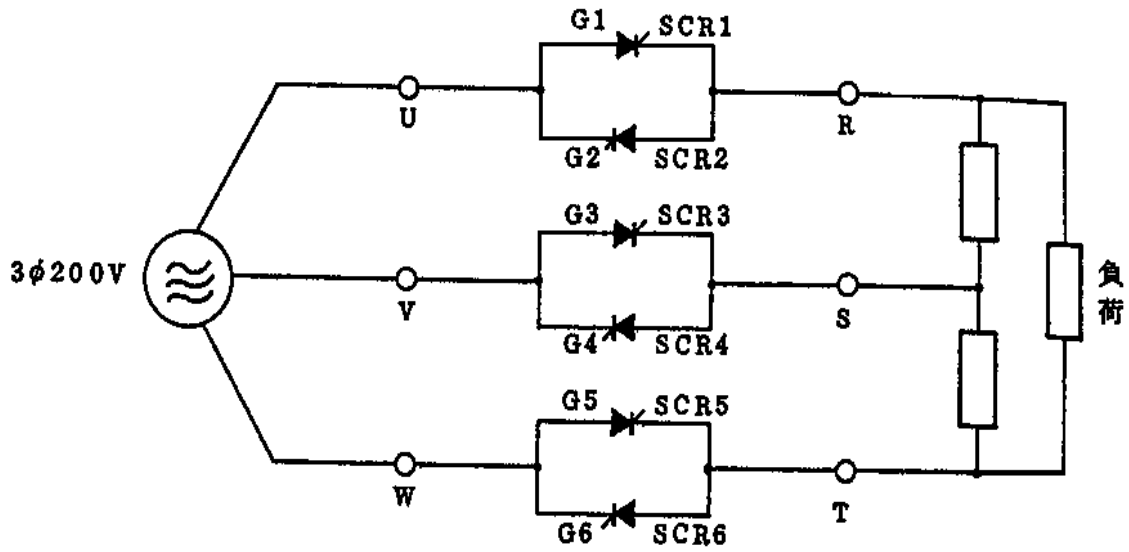
## (2) オープンデルタ制御 (シングルパルス)



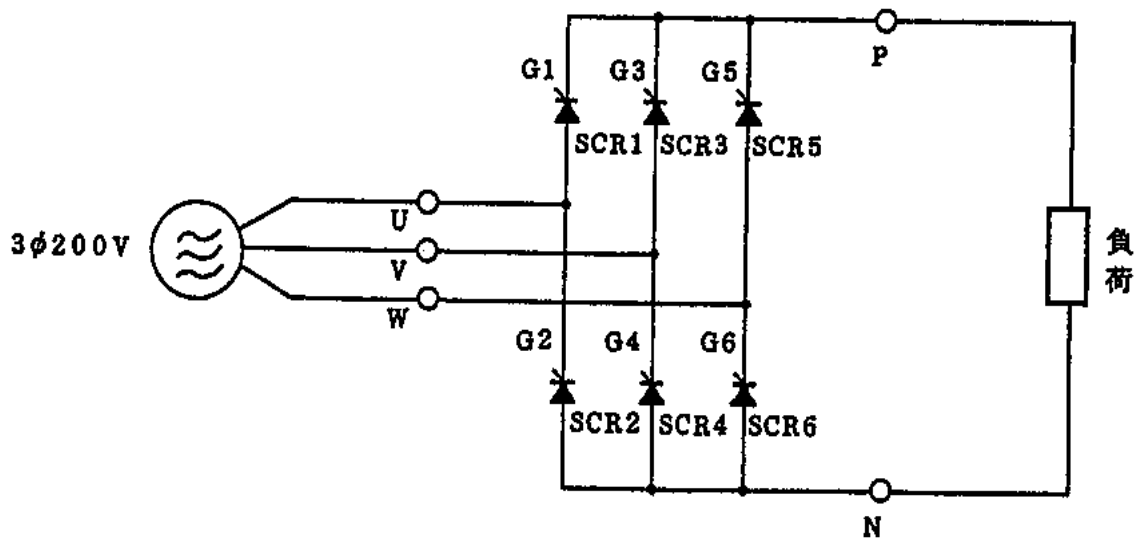
6. 使用方法

(1) 主回路およびゲート回路接続図

(a) ライン制御 (ダブルパルス)

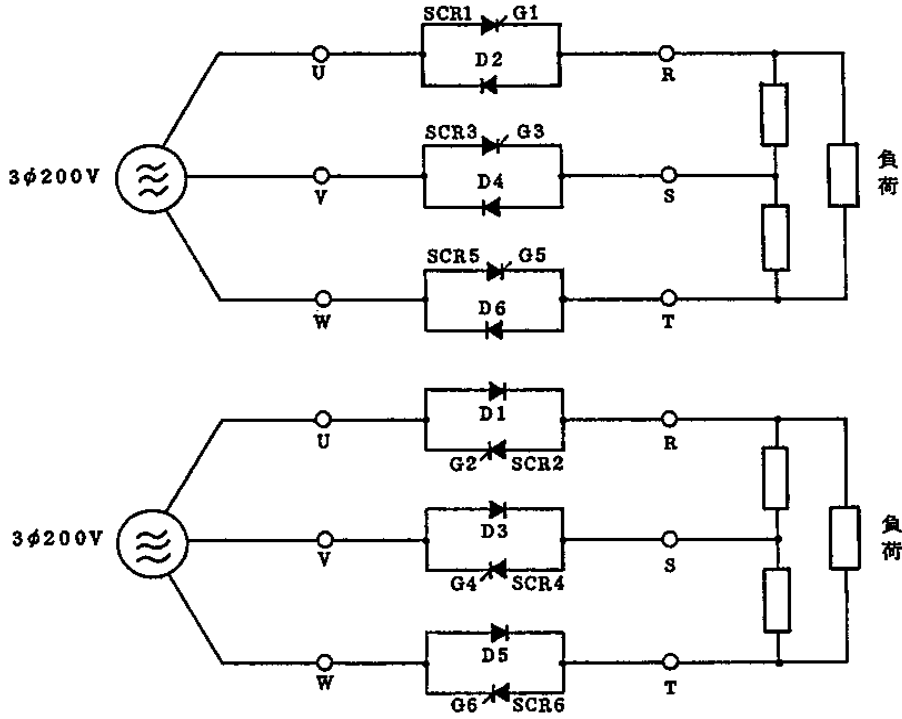


(b) 全サイリスタブリッジ制御 (ダブルパルス)

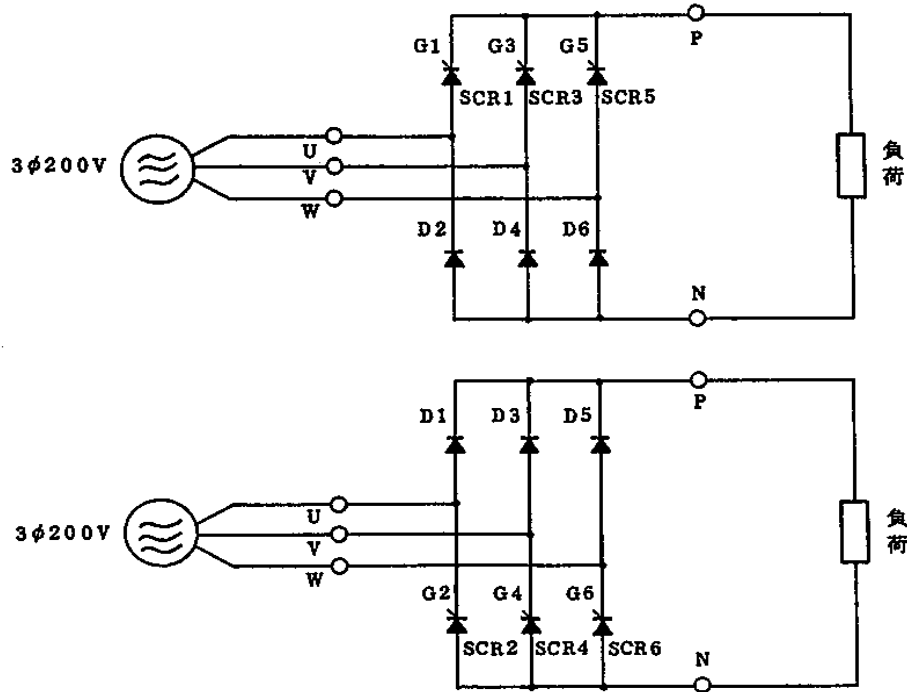


# GU-7D

(c) 混合ライン制御 (シングルパルス)

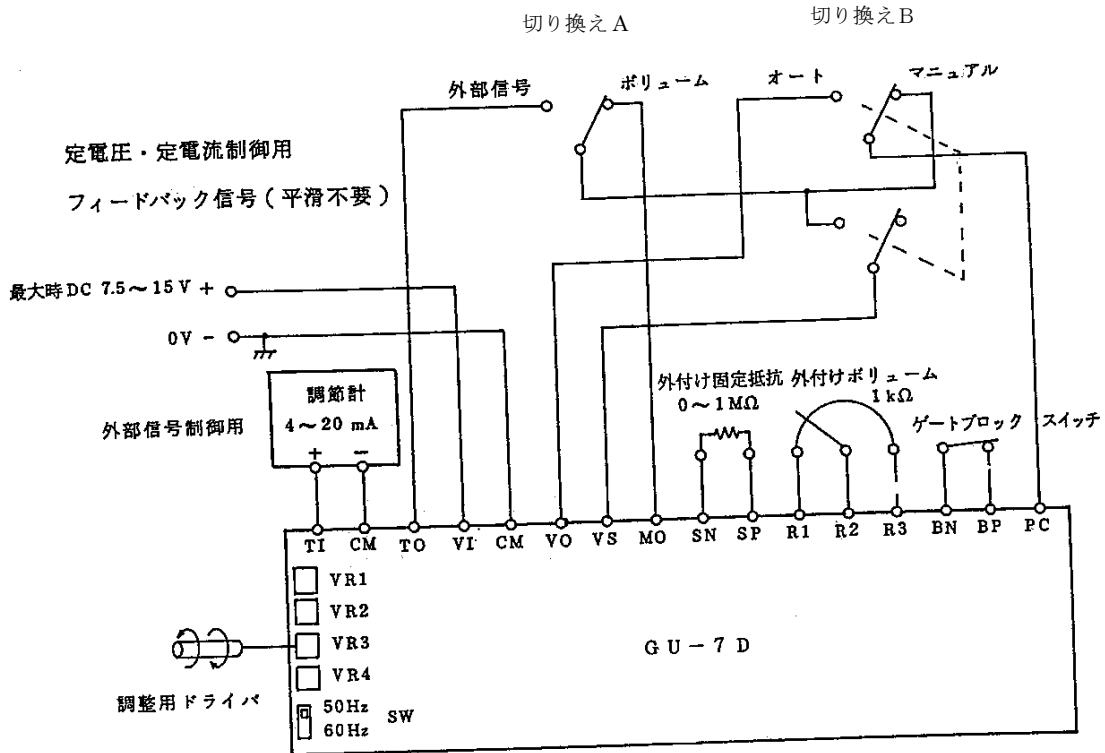


(d) 混合サイリスタブリッジ制御 (シングルパルス)





(2) 設定回路例



- (a) 手動制御接続  
安定度を要求せず、外付けボリュームで出力を設定したい場合、上図の切り換えAをボリューム側、切り換えBをマニュアル側に倒した接続を行います。
- (b) 安定電圧・定電流制御接続  
安定度を要求し、外付けボリュームで出力を設定したい場合、上図の切り換えAをボリューム側、切り換えBをオート側に倒した接続を行います。
- (c) 外部信号制御接続  
安定度を要求せず、調節計などの外部信号により出力を設定したい場合、上図の切り換えAを外部信号側、切り換えBをマニュアル側に倒した接続を行います。
- (d) 安定電圧・定電流—外部信号制御接続  
安定度を要求し、調節計などの外部信号により出力を設定したい場合、上図の切り換えAを外部信号側、切り換えBをオート側に倒した接続を行います。

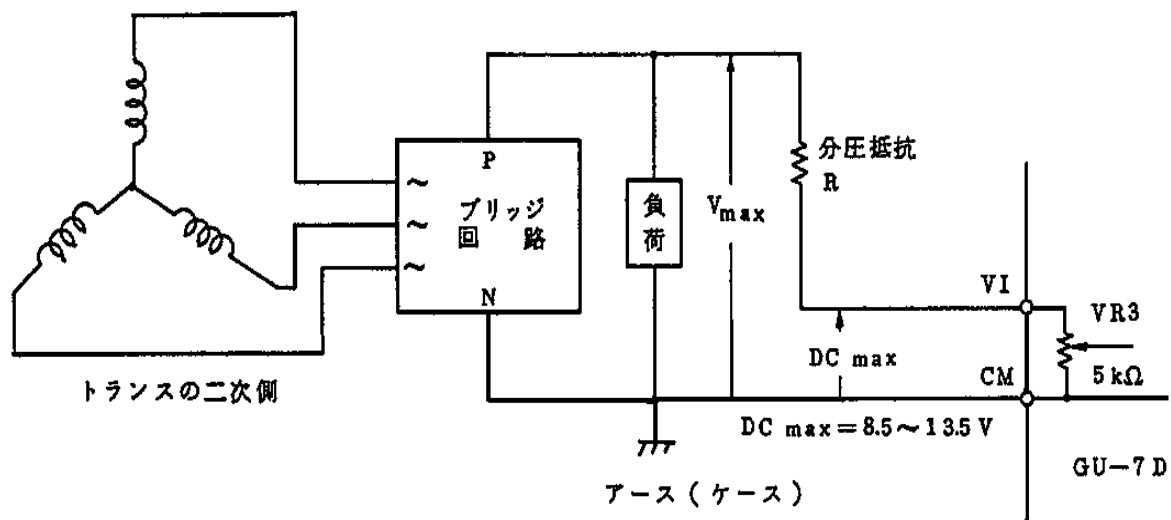
## GU-7D

### (e) 定電圧・定電流制御時フィードバックゲイン (VR3) 調整方法

- ①外部信号または外付けボリュームを最大とする。(VS 入力約 7V)
- ②基板内の VR3 を左一杯に回す。
- ③フィードバック電圧 (サイリスタスタック出力) を観測しながら VR3 を少しずつ右に回し、電圧 (出力) が下がり始める直前で回すのを止める。
- ④外部信号または外付けボリュームを可変し、出力を希望の値とする。

### (3) フィードバック回路例

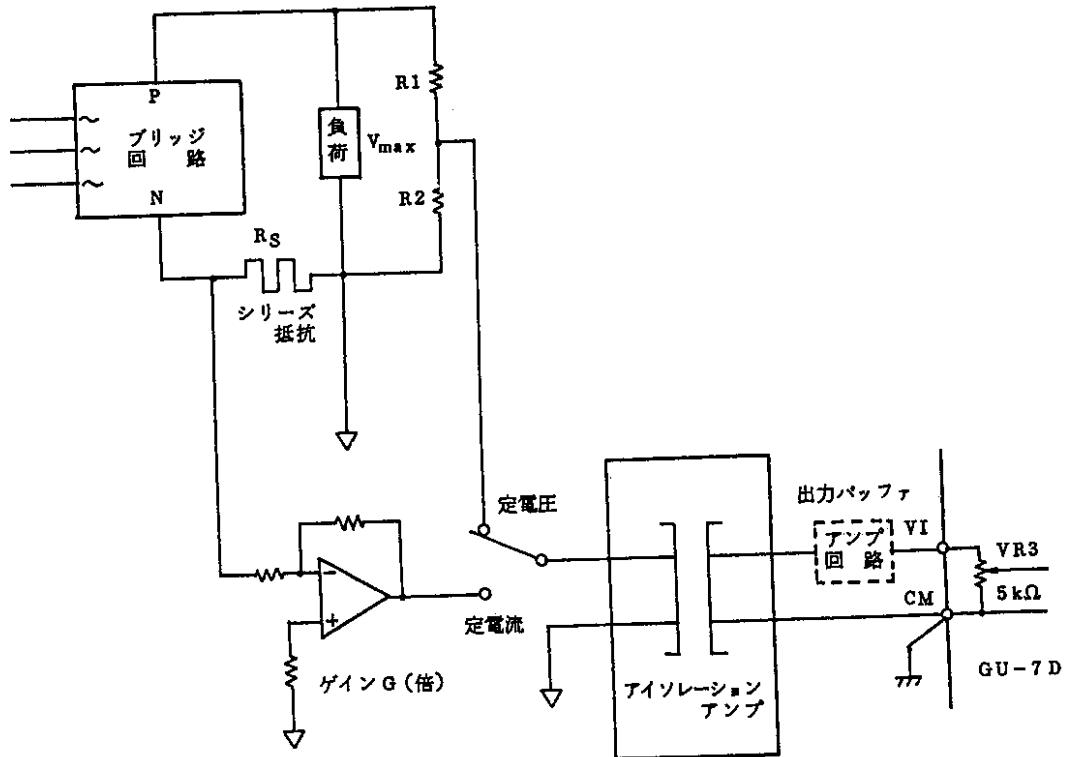
#### (a) 絶縁トランスの二次側を整流した場合の電圧フィードバック



分圧抵抗Rの定数選定

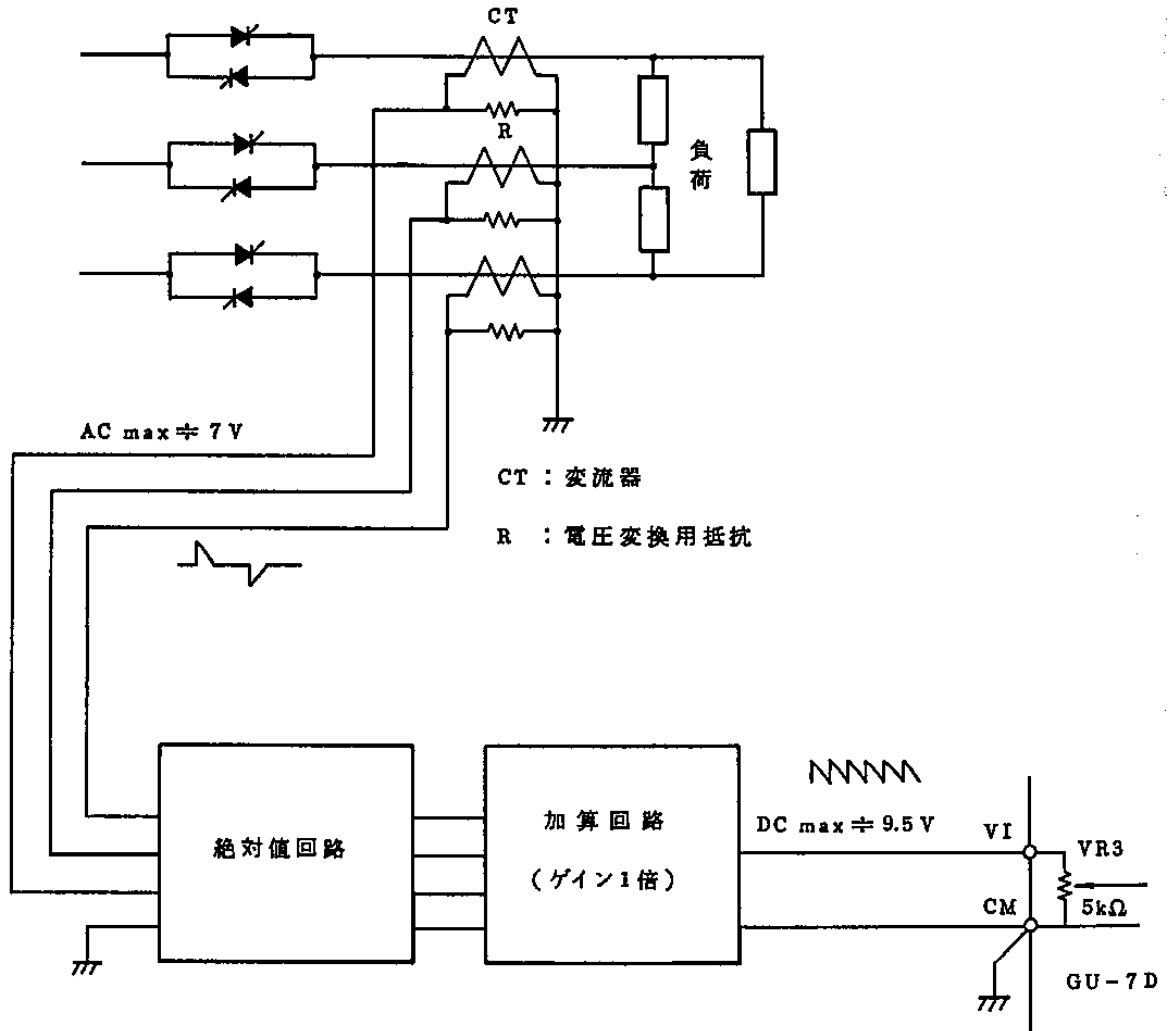
$$R = V_{\max} \times (0.37 \sim 0.625) - 5 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

- (b) トランスで絶縁しないで整流した場合の定電圧・定電流フィードバック  
 出力最大時 VI-CM 間に DC7.5~15V が入力されるように各部品定数を選定してください。  
 出力が 0 の時 VI-CM 間が 0 とならないと誤差が大きくなるのでオフセット調整ができるようにしてください。(0±1mV以下にする)

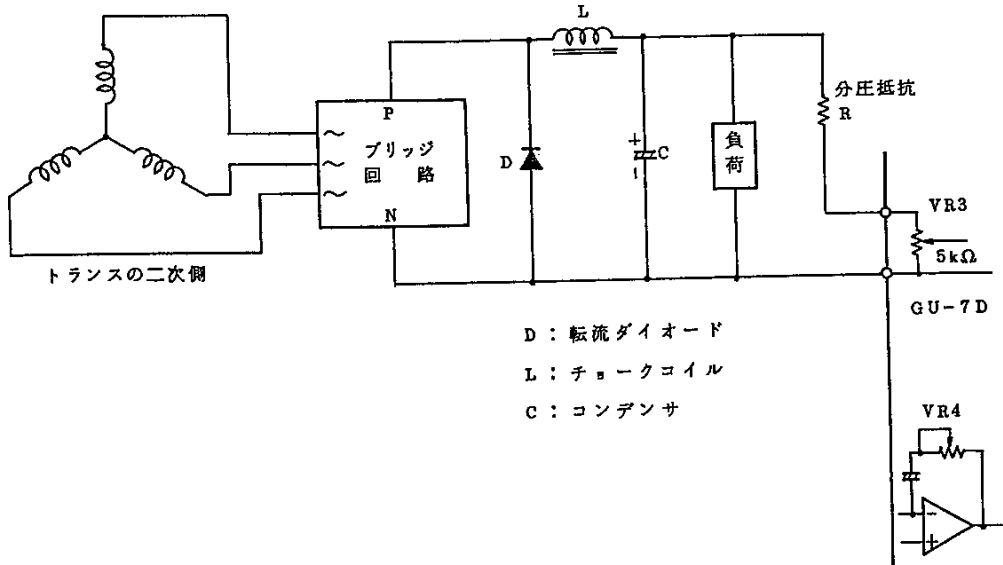


# GU-7D

(c) ライン制御一定電流フィードバック



(d) 絶縁トランスの二次側を整流および平滑した場合の定電圧フィードバック



L・C平滑回路などでフィードバック信号に遅れが生じる場合、出力がハンチング（短期変動）することがあります。その際はGU-7DのボリュームVR4を右側に回していき安定した所で止めてください。

VR4を回しきっても安定しない場合は、LおよびCの値を小さくしてください。

(4) 電源電圧が定格以外の場合

