



勝特力材料 886-3-5753170  
 胜特力电子(上海) 86-21-34970699  
 胜特力电子(深圳) 86-755-83298787  
 Http://www.100y.com.tw

# MC33034

## Advance Information

# ブラシレスDC モータ・コントローラ

モトローラ社のMC33034は、高性能モノシリック・ブラシレス・モータ・コントローラの新製品であり、オープン・ループ型の三相あるいは四相のモータ・コントローラ・システムを実現するために必要なアクティブ機能をすべて備えています。この製品は、バイポーラ技術を利用することによって、劣悪な工場環境においても高い性能と頑強さを提供するように組み立てられています。デバイスは適正整流シーケンスを発生させるためのロータ位置デコーダ、センサ電力を供給する温度補正された基準電圧、周波数のプログラム可能な鋸波発振器、完全にアクセス可能なエラー・アンプ、パルス幅変調コンパレータ、三個のオープン・コレクタ上位ドライバ、そして、パワーMOS FETの駆動に理想的に適した三個の大電流トータムポール型下位ドライバから構成されています。

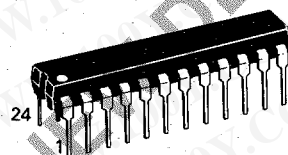
さらに、不足電圧ロックアウト、選択可能な時間遅延ラッチ・シャットダウン・モード付きサイクル別電流制限、内部熱シャットダウン、そしてマイクロプロセッサが制御するシステムにインタフェースさせることが可能なユニークなフォールト出力が保護手段として内蔵されています。

モータを制御する代表的な機能として、オープン・ループ型の速度制御、順方向あるいは逆方向のラン・イネーブルおよびダイナミック・ブレーキ動作が可能です。

### ■特長

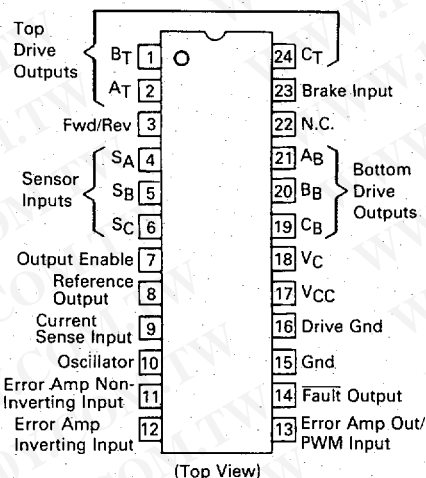
- 10~40V動作電圧
- 低電圧検出回路内蔵
- 6.25Vセンサ供給電圧
- サーボ応用でエラー・アンプ対応
- 高電流トータムポール型下位ドライバ
- 各サイクルごとに電流制限機能付き
- 温度検出回路内蔵

ブラシレスDC  
 モータ・コントローラ  
 シリコン・モノリシック  
 インテグレイテッド・サーキット



Pサフィックス  
 プラスチック・パッケージ  
 ケース724-03

ピン配置



### オーダー情報

パッケージ	Senspr Electrical Phashing	製品番号
MC33034P60	60°/300°	プラスチックDIP
MC33034P120	120°/240°	プラスチックDIP

環境温度範囲 = -40°C ~ +85°C

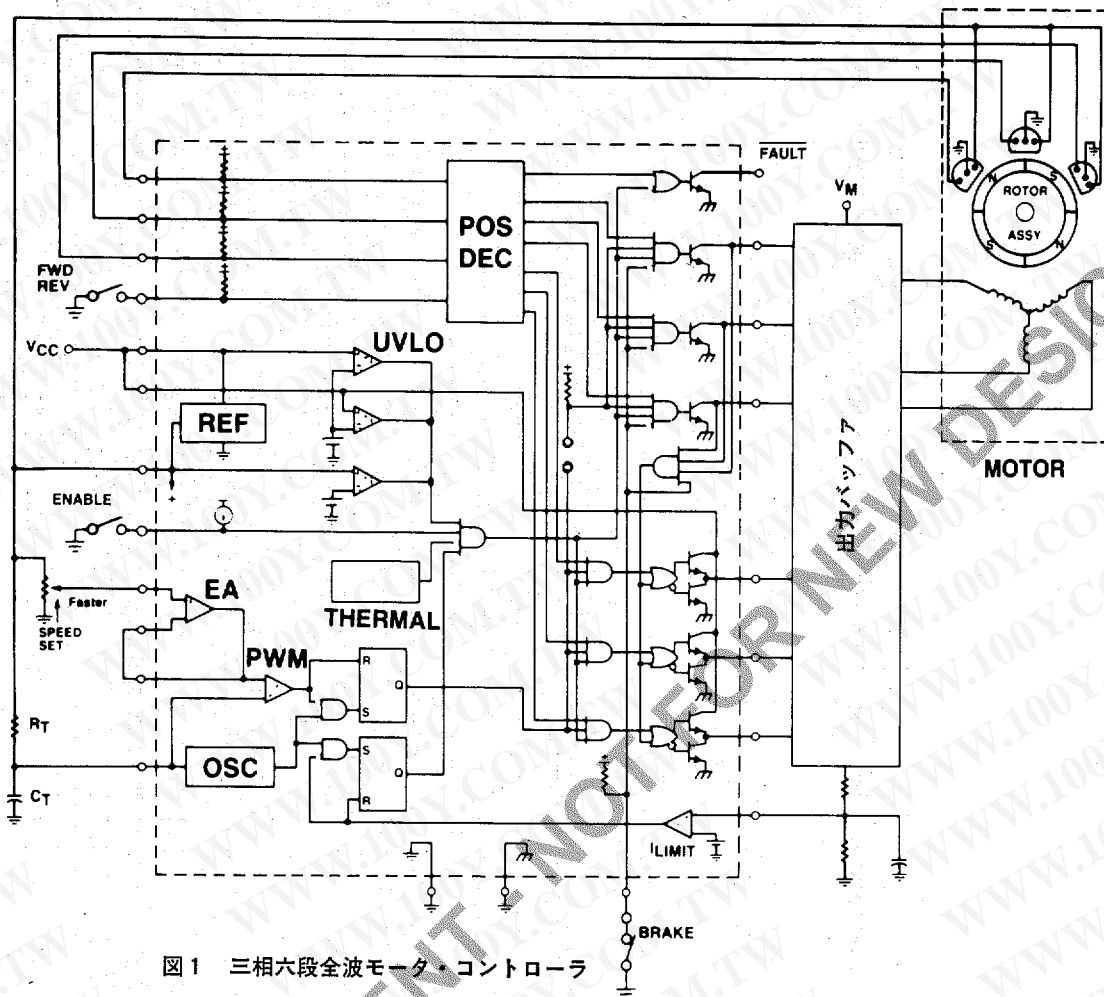


図1 三相六段全波モータ・コントローラ

■絶対最大定格

項目	記号	温度	記号
電源電圧	VCC	40	V
デジタル入力電圧(ピン3、4、5、6、7、23)	-	Vref	V
オシレータ、入力電流(ソースまたはシンク)	I <sub>OSC</sub>	30	mA
エラー・アンプ入力電圧範囲(ピン11、12) <sup>(注1)</sup>	V <sub>IR</sub>	-0.3~40	V
エラー・アンプ出力電流 <sup>(注2)</sup>	I <sub>Out</sub>	10	mA
電流センサ入力電圧	V <sub>Sense</sub>	5.0	V
フォルト出力電圧	V <sub>CE (Fault)</sub>	20	V
フォルト・シンク電流	I <sub>Sink (Fault)</sub>	20	mA
トップ・ドライブ電圧(ピン1、2、24)	V <sub>CE (top)</sub>	45	V
トップ・ドライブ・シンク電流(ピン1、2、24)	I <sub>Sink (top)</sub>	50	mA
ボトム・ドライブ電圧(ピン18)	V <sub>C</sub>	40	V
ボトム・ドライブ出力電流(ピン19、20、21)	I <sub>DRV</sub>	100	mA
消費電力 @T <sub>A</sub> =85°C	P <sub>D</sub>	867	mW
接合部-大気間熱抵抗	R <sub>θJA</sub>	75	°C/W
動作接合温度	T <sub>J</sub>	+150	°C
動作温度	T <sub>A</sub>	-40~+85	°C
保存温度	T <sub>stg</sub>	-65~+150	°C

■電気的特性(特記なき場合 $V_{CC}$  and  $V_C=20V$ ,  $R_T=4.7k$ ,  $C_T=25^\circ C$ )

項 目	記 号	最 小	標 準	最 大	単 位
-----	-----	-----	-----	-----	-----

●リファレンス

出力基準電圧( $I_{Ref}=1.0mA$ ) $T_A=25^\circ C$ $T_A=-40^\circ C \sim +85^\circ C$	$V_{ref}$	5.9 5.82	6.25 —	6.5 6.57	V
ライン変動( $V_{CC}=10V \sim 40V$ , $I_{ref}=1.0mA$ )	$Reg_{line}$	—	12	30	mV
負荷変動( $I_{ref}=1.0mA \sim 20mA$ )	$Reg_{Load}$	—	5.0	30	mV
出力短絡電流 <sup>(註3)</sup>	$I_{SC}$	40	60	—	mA
アンダー・ボルテージ・ロックアウト・ストレスホールド電圧	$V_{th}$	4.0	4.5	5.0	V

●エラー・アンプ

入力オフセット電圧( $T_A=-40^\circ C \sim +85^\circ C$ )	$V_{IO}$	—	2.0	10	mV
入力オフセット電流( $T_A=-40^\circ C \sim +85^\circ C$ )	$I_{IO}$	—	10	500	nA
入力バイアス電流( $T_A=-40^\circ C \sim +85^\circ C$ )	$I_{IB}$	—	-25	-1000	nA
同相入力電圧範囲	$V_{ICR}$	(0V $\sim V_{CC}-2.0V$ )			V
オープン・ループ電圧利得( $V_O=3.0V, R_L=15k$ )	$AV_{OL}$	75	95	—	dB
同相信号除去比	$CMRR$	55	80	—	dB
電源電圧除去比( $V_{CC}$ and $V_C=10V \sim 40V$ )	$PSRR$	65	95	—	dB
出力電圧振幅 "High" 状態( $R_L=15k \sim Gnd$ ) "Low" 状態( $R_L=15k \sim V_{ref}$ )	$V_{OH}$ $V_{OL}$	4.6 —	5.4 0.7	— 1.0	V

1. The input common mode voltage or input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper functional limit of the common mode voltage range is typically  $V_{CC}-2.0V$ , but either or both input can go to 40V, independent of  $V_{CC}$  without device destruction.
2. The compliance voltage must not exceed the range of  $-0.3V$  to  $V_{ref}$ .
3. Maximum package power dissipation limits must be observed.

■電気的特性(特記なき場合  $V_{CC}$  and  $V_{CC}=20V$ ,  $R_T=4.7k$ ,  $C_T=10nF$ ,  $T_A=25^\circ C$ )

項 目	記 号	最 小	標 準	最 大	単 位
-----	-----	-----	-----	-----	-----

●発振器

発振器周波数	$f_{OSC}$	21	23.5	26	kHz
周波数、電圧変換率( $V_{CC}=10V\sim 40V$ )	$\Delta f_{OSC}/\Delta V$	—	0.1	5.0	%
ピーク電圧	$V_{OSC(P)}$	—	4.0	4.2	V
ディブ電圧	$V_{OSC(V)}$	1.2	1.5	—	V

●ロッシック入力

入力スレッシュホールド電圧(ピン3、4、5、6、7、23) "High" 状態 "Low" 状態	$V_{IH}$ $V_{IL}$	2.0 —	1.4 1.4	— 0.8	V
センサ入力(ピン4、5、6) "High" 状態入力電流( $V_{IH}=5.0V$ ) "Low" 状態入力電流( $V_{IL}=0V$ )	$I_{IH}$ $I_{IL}$	-250 -900	-150 -600	-40 -300	$\mu A$
正/逆転入力ブレーキ(ピン3、23) "High" 状態入力電流( $V_{IH}=5.0V$ ) "Low" 状態入力電流( $V_{IL}=0V$ )	$I_{IH}$ $I_{IL}$	-150 -600	-88 -325	-25 -150	$\mu A$
出カイナーブル "High" 状態入力電流( $V_{IH}=5.0V$ ) "Low" 状態入力電流( $V_{IL}=0V$ )	$I_{IH}$ $I_L$	-70 -80	-40 -40	-10 -20	$\mu A$

●電流—コンパレータ・リミット

スレッシュホールド電圧	$V_{th}$	75	100	125	mV
入力バイアス電流( $V_{in}=0V\sim 5.0V$ )	$I_B$	—	-1.0	-2.0	$\mu A$

●出力部

トップ・ドライブ出力シンク飽和電圧( $I_{sink}=25mA$ )	$V_{CE(sat)}$	—	0.95	1.5	V
トップ・ドライブ・リーク電流( $V_{CE}=40V$ )	$I_{DRV(Leak)}$	—	2.0	100	$\mu A$
トップ・ドライブ出力時間( $C_L=47pF$ , $R_L=1.0k$ ) 立上がり時間 立下がり時間	$t_r$ $t_f$	— —	100 35	300 300	ns
ボトム・ドライブ出力電圧 "High" 状態( $I_{source}=50mA$ ) "Low" 状態( $I_{sink}=50mA$ )	$V_{OH}$ $V_{OL}$	( $V_C-3.0$ ) —	( $V_C-2.4$ ) 1.5	— 2.0	V
ボトム・ドライブ出力時間( $C_L=1000pF$ ) 立上がり時間 立下がり時間	$t_r$ $t_f$	— —	75 65	200 200	ns
フォルト・シンク飽和電圧( $I_{sink}=16mA$ )	$V_{CE(sat)}$	—	225	500	mV
フォルト・リーク電流( $V_{CE}=20V$ )	$I_{FLT(Leak)}$	—	1.0	100	$\mu A$
低電圧検出 ドライブ出カイナーブル( $V_{CC}$ or $V_C$ Increasing) ヒステリシス	$V_{th(on)}$ $V_H$	8.2 0.1	9.1 0.2	10 0.3	V
電源電流 $V_{CC}$ and $V_C=20V$ $V_{CC}$ 電流(ピン17) $V_C$ 電流(ピン18)	$I_{CC}$ $I_C$	— —	16 3.0	22 7.0	mA

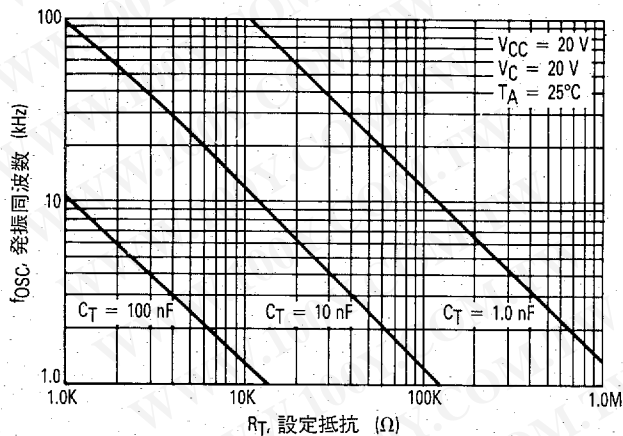


図2 発振周波数対設定抵抗

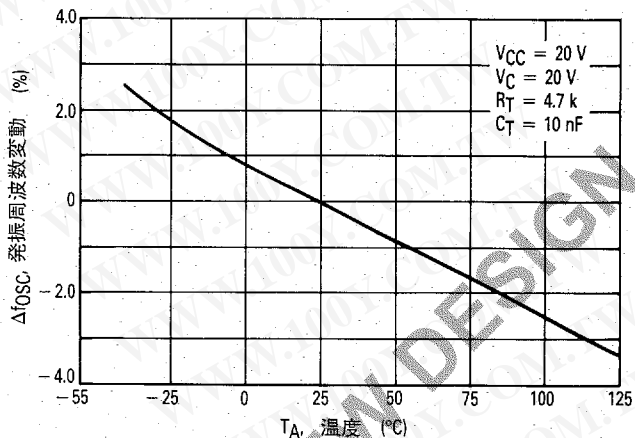


図3 発振周波数変動対温度

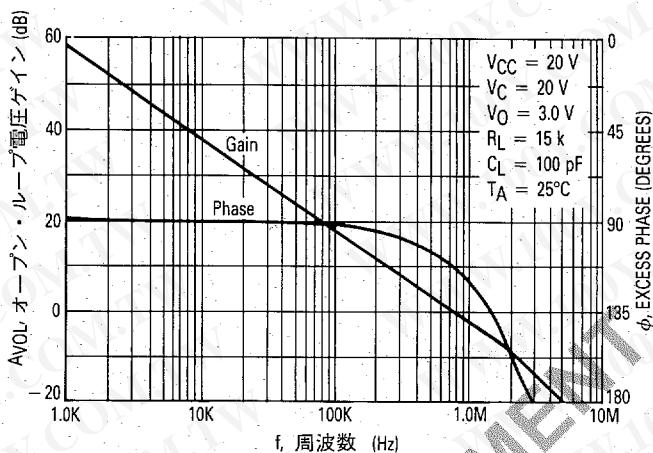


図4 エラー・アンプ・オープン・ループ・ゲインとパルス対周波数

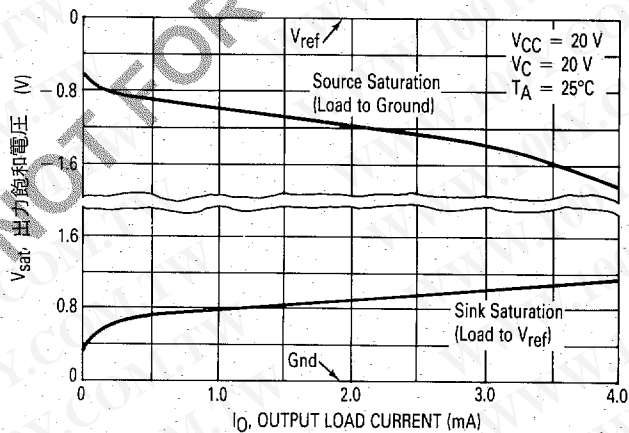


図5 エラー・アンプ出力飽和電圧対負荷電流

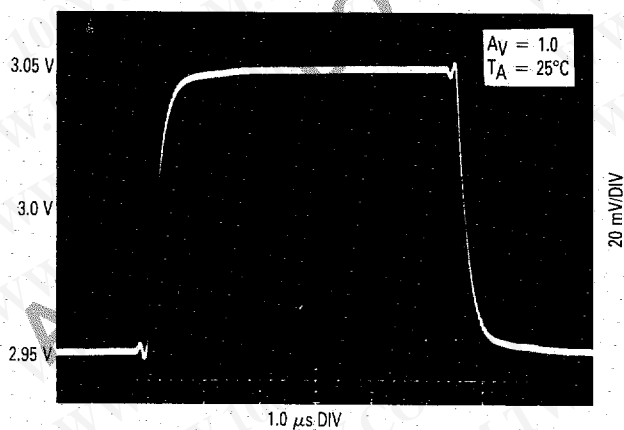


図6 エラー・アンプ小信号応答

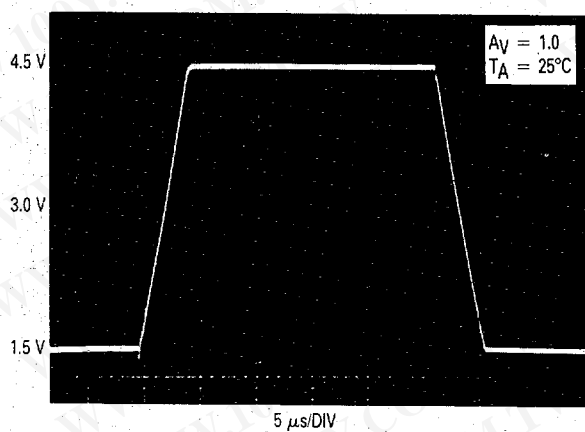


図7 エラー・アンプ大信号応答

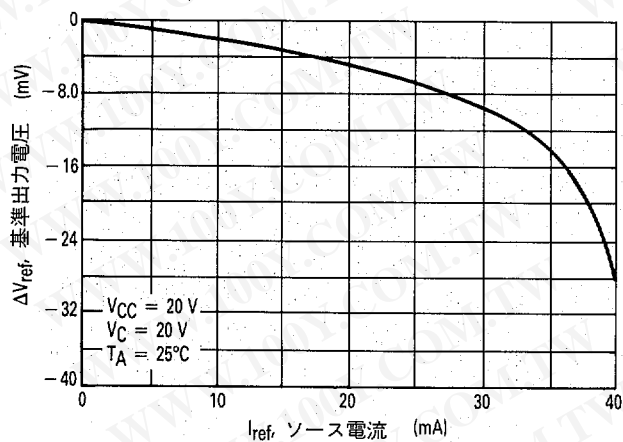


図8 出力基準電圧対ソース電流

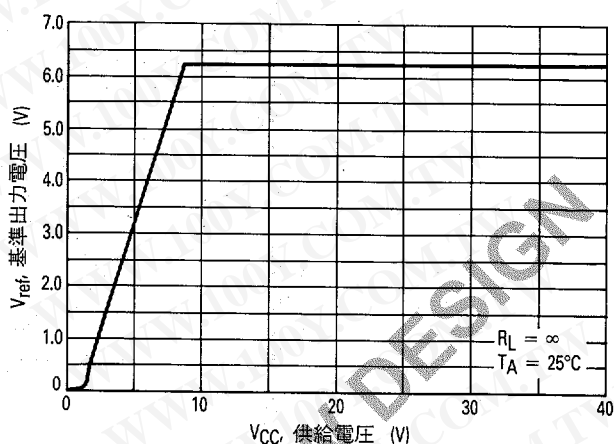


図9 基準出力電圧対供給電圧

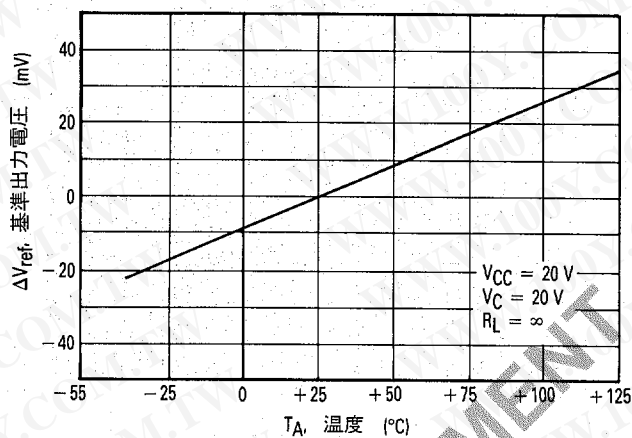


図10 基準出力電圧対温度

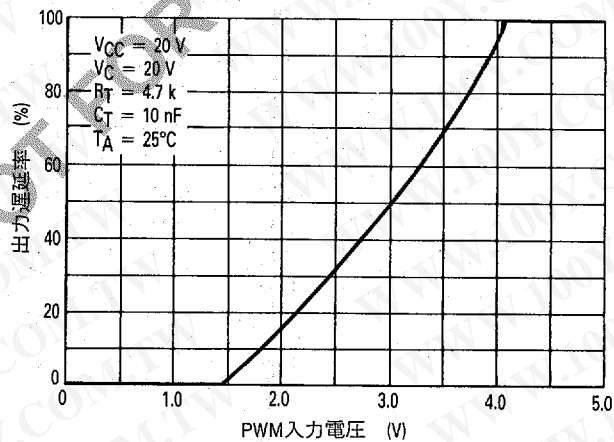


図11 出力遅延率対PWM入力電圧

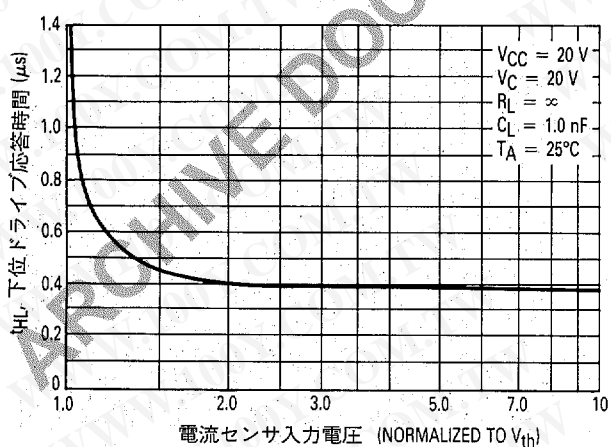


図12 下位ドライブ応答時間対電流センサ入力電圧

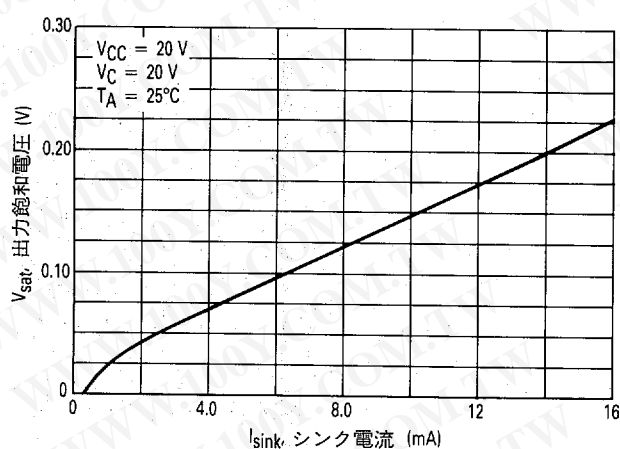


図13 フォルト飽和電圧対シンク電流

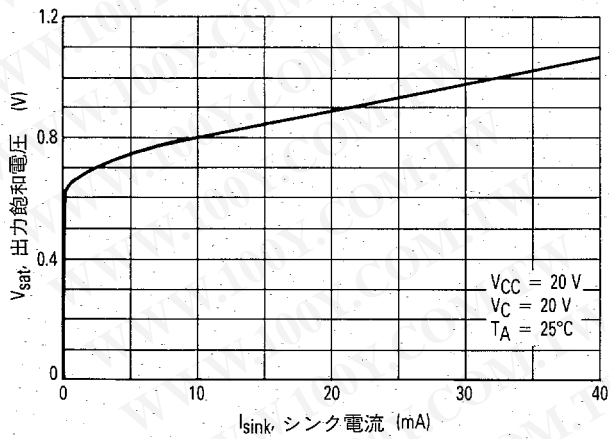


図14 上位ドライバ出力飽和電圧対シンク電流

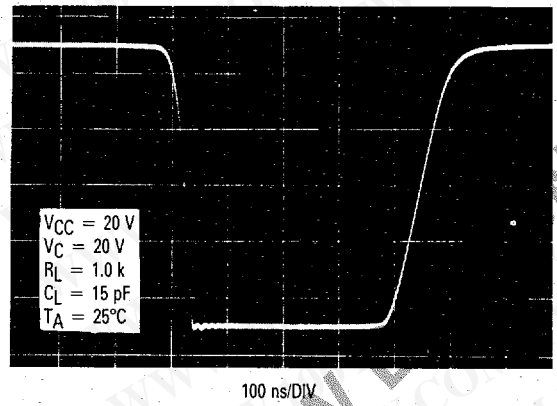


図15 上位ドライブ出力

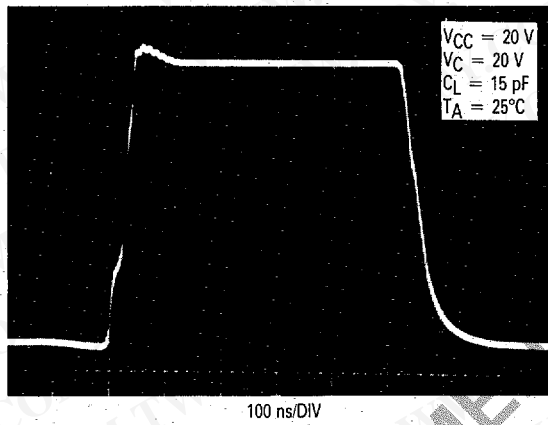


図16 下位ドライブ出力

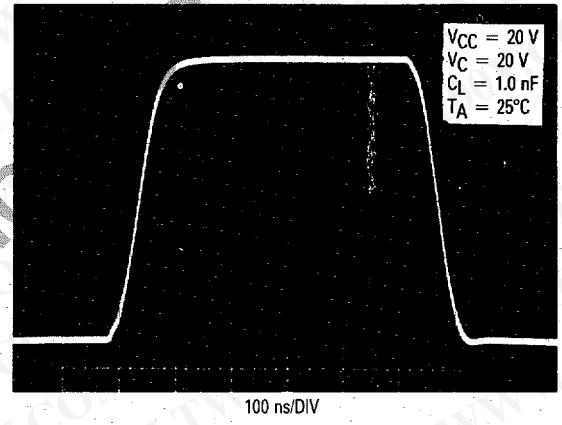


図17 下位ドライブ出力

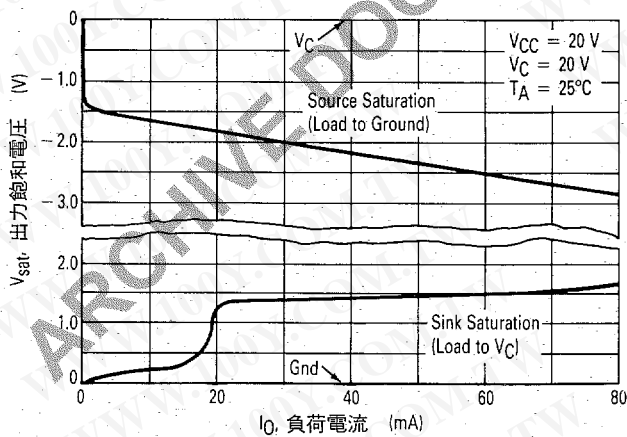


図18 下位ドライブ飽和電圧対負荷電流

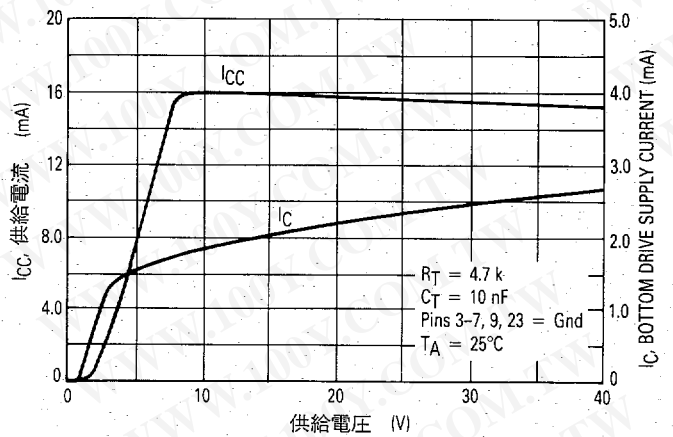


図19 電源電流と下位ドライブ供給電流対供給電圧

■ピン機能

ピンNo.	機能	内容
1、2、24	B <sub>T</sub> 、A <sub>T</sub> 、C <sub>T</sub>	上位出力(オープン・コレクタ)外部高電力のトランジスタを動作させます。
3	FWD/REV	正/逆回転切換え入力。
4、5、6	S <sub>A</sub> 、S <sub>B</sub> 、S <sub>C</sub>	コントロール・センサ入力。
7	Output Enable	High入力でモータは動作します。
8	Reference Output	このピンの出力は充電電流をオシレータのタイミング・コンデンサC <sub>T</sub> とエラー・アンプのリファレンスに供給します。センサへも供給できます。
9	Current Sense Input	ターミナル出力がオシレータ・サイクルを供給している間100mV入力します。
10	Oscillator	発振周波数はR <sub>T</sub> とC <sub>T</sub> の割合で決まります。
11	Error Amp Non-Inverting Input	このピンはスピード設定抵抗入力です。
12	Error Amp Inverting Input	このピンはオープン・ループ時のエラー・アンプ入力です。
13	Error Amp Output/PWM Input	このピンはクローズド・ループ時のエラー・アンプ出力/PWM入力です。
14	Fault Output	無効センサー入力、ゼロ・レベルにおけるイネーブル入力、100mVより大きな電流検知入力、不足電圧のロックアウト、熱シットダウンの状態が一つでも起きるとアクティブ・ローになります。
15	Ground	このピンはコントロール部グランドとソース・グランドです。
16	Drive Ground	このピンはパワー・グランドとパワーソース・グランドです。
17	V <sub>CC</sub>	電源電圧V <sub>CC</sub> : 10V~40V
18	V <sub>C</sub>	このピンよりボトム・ドライブ出力は電力の供給を受けます。
19、20、21	C <sub>B</sub> 、B <sub>B</sub> 、A <sub>B</sub>	トータムボール型ボトム・ドライブ出力。
22	N.C.	このピンは内部でコネクタされていません。
23	Brake Input	LOW入力でモータは動作しHigh入力で減速(ブレーキ)します。

## ■機能説明

図20は内部ブロック回路図を示す一例であり、図1は典型的なシステム・アプリケーションを表わしています。内部ブロックの特性と機能に関しては、次に記述します。

### ●ロータ位置デコーダ

内部ロータ位置デコーダは、三個のセンサ入力(ピン4と5と6)をモニタして、上位と下位のドライブ出力のシーケンスの最適化を図ります。センサ入力はオープン・コレクタ型ホールICあるいはオプティカル・エンコーダなどに直接インタフェースするように設計されています。内部プル・アップ抵抗は、必要な外部コンポーネントの数を最小にするために搭載されています。入力はTTL互換で、しきい電圧の標準値は1.4Vです。MC3303Xシリーズの製品は、二つのデバイス・タイプから構成されており、それぞれが三相モータを制御し、センサ位相の最も一般的な四つの規則のうち二つによって動作するように設計されています。MC33034P60は、センサの電気的位相が60°あるいは300°で動作し、MC33034P120はそれが120°あるいは240°で動作するように設計されています。

センサの三入力に八組の入力コードの組み合わせが可能であり、そのうちの六組が有効ロータ位置です。残りの二組のコードは無効であり、通常、開放あるいは短絡センサ・ラインによって発生させられます。もし、無効な入力状態が存在すると、フォールト出力がアクティブにされ、ドライブ出力はディセーブルされます。六組の有効入力コードによって、デコーダはロータ位置を電気的に60°の枠内で識別することができます。

フォワード/リバース・入力(ピン3)は、ステータ巻線の電圧を反転させることによって、モータの回転方向を変化させるために使用されます。この入力ピンの状態が所定のセンサ入力コードによってHレベルからLレベルに変化すると、イネーブルされた上部と下部のドライブ出力が同じアルファ指定へ変換されます(ATがABへ、CBがCTへ)。結果として、整流シーケンスが反転されます。

モータのオン/オフ動作の制御は、出力イネーブル(ピン7)によって行なわれます。このピンが開放している場合、内部の20 $\mu$ Aの電流源は上位および下位ドライブ出力のシーケンスをイネーブルします。このピンが接地されている場合、上位ドライブ出力はターンオフし、下位ドライブはLレベルに設定され、モータは惰行し、フォールト出力をアクティブにします。

ダイナミックなモータのブレーキ動作によって、最終製品に搭載された時点でも安全に動作するように余分なマージンがあります。ブレーキ入力(ピン23)をHレベルに設定することによって、ブレーキ動作が完了されます。これによって、上位ドライブ出力がターン・オフし、下位ドライブがターン・オンし、モータが生成したバックEMFを短縮します。ブレーキ入力は他の入力すべてに対して無条件に優先権を持っています。20K $\Omega$ の内部プル・アップ抵抗は、開放でも無接続でもブレーキの動作の起動を保証することによって、システムの安全スイッチ

へのインタフェースを簡単にしています。図21は、整流ロジックの真理値表です。

4入力のANDゲートは、ブレーキ入力と三個の上位ドライブ出力をモニタするために使用されています。その目的は、上位ドライブ出力がHレベルになるまで、ブレーキ動作をディセーブルすることにあります。これによって、上位と下位のパワー・スイッチが同時に導通されることを避けます。半波モータドライブのアプリケーションでは、上位ドライブ出力は必要とされず、通常は開放状態にされたままです。こういった状況では、ブレーキ動作はANDゲートによって、ディセーブルされます。もし必要であれば、VCCから単一プル・アップ抵抗を三個のオープン・コレクタへ接続させることによって、ブレーキ動作はイネーブルすることができます。図10の抵抗R<sub>1</sub>を参照して下さい。

### ●エラー・アンプ

高性能で、完全に補正されたエラー・アンプは、入力と出力(ピン11、12および13)にアクセスしていて、閉鎖ループのモータ速度を容易に制御するために搭載されています。このアンプは、95dBの典型的なDC電圧利得、0.8MHzの利得帯域幅、そして接地から(VCC-2.0)Vまでの広範な共通モードの入力電圧範囲を特徴としています。オープン・ループ型の速度制御アプリケーションでは、エラー・アンプに速度設定電圧源に接続する非反転入力を持たせて、単一利得電圧フォロワとして、回路内に配置することができます。

### ●発振器

内部ランプ発振器の周波数は、RTとCTのタイミング・コンデンタで選択された値によってプログラムすることが可能です。コンデンサCT抵抗RTによって基準出力(ピン8)から充電され、内部飽和のトランジスタによって放電されます。通常、ランプ波のピーク電圧は4.0Vであり、谷間の電圧は1.5Vです。

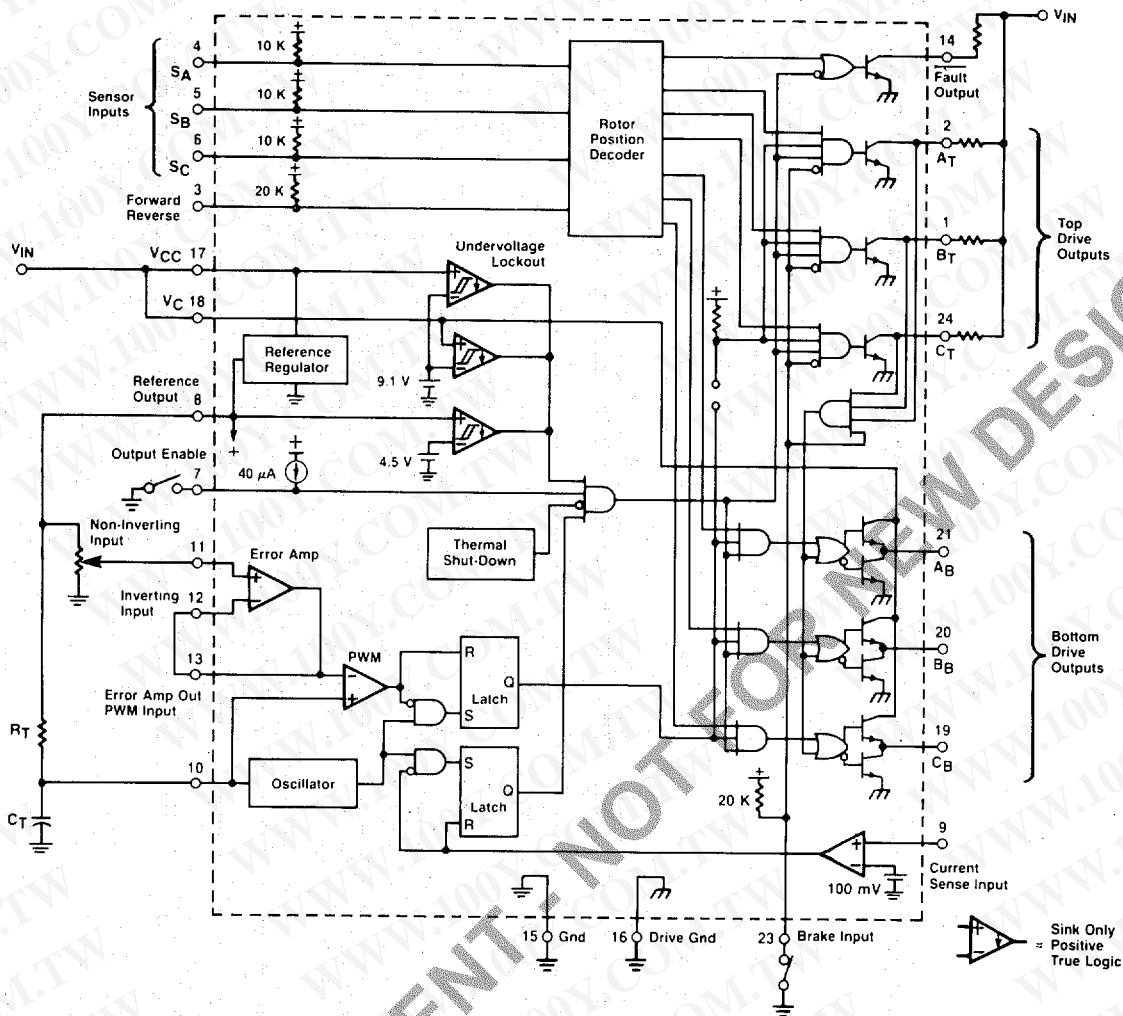


図20 ブロック回路図の例

Inputs (Note 1)										Outputs (Note 2)						
Sensor Electrical Phasing										Top Drives			Bottom Drives			
MC33034P60 60°			MC33034P120 120°			Current										
S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>C</sub>	S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>C</sub>	F/R	Enable	Brake	Sense	A <sub>T</sub>	B <sub>T</sub>	C <sub>T</sub>	A <sub>B</sub>	B <sub>B</sub>	C <sub>B</sub>	Fault
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	0	X	X	0	X	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	X	X	0	X	1	1	1	0	0	0	0
X	X	X	X	X	X	X	0	0	X	1	1	1	0	0	0	0
V	V	V	V	V	V	X	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	0
X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	1	1	1	0	0	0	0

Notes:

- The digital inputs (Pins 3, 4, 5, 6, 7, 23) are all TTL compatible. The current sense input (Pin 9) has a 100 mV threshold. A logic 0 for this input is defined as < 80 mV, and a logic 1 is > 120 mV.
- The fault and top drive outputs are open collectors and are active in the low (0) state.
- V = any one of the six valid sensor combinations.  
X = Don't care.

図21 三相六段の整流真理値表

パルス幅変調器

パルス幅変調器を使用することにより、それぞれのステータ巻線に印加される平均電圧を整流シーケンス中に変化させて、エネルギー効率の良いモータ速度を制御する方法をとることができます。C<sub>T</sub>が放電すると、発振器は二個のラッチ回路をセットし、上位と下位のドライブ出力を誘導させます。PWMコンパレータは、上のラッチをリセットし、C<sub>T</sub>の正の方向に出力するランプ波がエラー・アンプの出力より大きくなると、下位ドライブ出力の導通を制限します。図22は、パルス幅変調器のタイミング図を表わしています。

●電流制限

モータを連続させて動作させると、かなりひどい過負荷状態となり、加熱し、ひいては故障を発生させることがあります。この破壊的な状態は、サイクル別に電流を制限することによって最もうまく防ぐことができます。つまり、それぞれのサイクルで発生した問題は独立した問題として取り扱われるからです。これは、出力スイッチが導通するたびに、ステータ電流の蓄積をモニタし、過電流状態を検知するとただちにスイッチをターン・オフし、発振器のランプ・アップ期間中はスイッチをオフ状態に保つことによって、実現されます。ステータの電流は、接地基準検知抵抗R<sub>S</sub>を三個の下位スイッチ・トランジスタ

(Q<sub>4</sub>、Q<sub>5</sub>、Q<sub>6</sub>)に直列に挿入することによって、電圧に変換されます。この電圧は電流検知入力(ピン9)によってモニタされ、内部100mVの基準電圧と比較されます。もし、この電圧が基準電圧を越える場合、コンパレータは下のラッチ回路をリセットし、出力スイッチの導通を終了します。検知抵抗の値は、次式によって求めることができます。

$$R_S = \frac{0.1}{I_{\text{stator(max)}}$$

フォールト出力は過電流状態にある間、アクティブにされます。デュアル・ラッチPWMコンパレータ構成により、エラー・アンプあるいは電流制限コンパレータの出力によって終了されていても、所定の発振器サイクル中は単一出力伝導パルスのみが発生することを保証します。

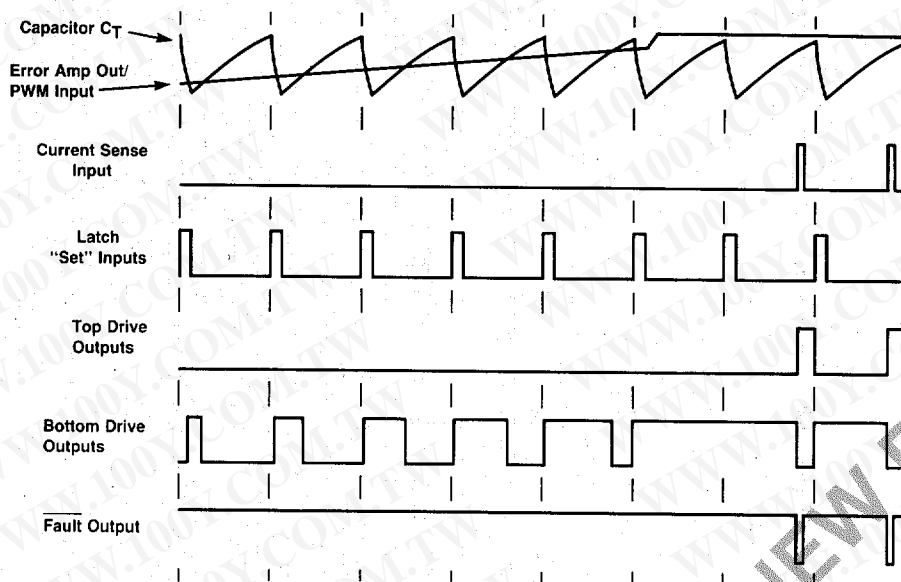


図22 パルス幅変調器のタイミング図

●基準電圧

オンチップ6.25Vの基準電圧レギュレータ(ピン8)は、20 mAの電流能力があり、低電圧アプリケーションのセンサに直接電力を供給するために、設計されました。高電圧アプリケーションでは、ブーストする必要が生じるかもしれません。これは、図23のようなNPNエミッタ・フォロワを一個付け加えることによって、容易に実現することができます。V<sub>Ref</sub>-V<sub>BE</sub>ホール効果センサが、必要とする最小電圧を越えないように、6.25Vの基準電圧レベルを選択しました。トランジスタを適切に選択し、十分なヒート・シンクをとることによって、1 Aまでの負荷電流を得ることができます。

●不足電圧ロックアウト

制御ICと外部電力スイッチ・トランジスタへの損傷を防ぐために、三段階の不足電圧ロックアウトが搭載されています。電源が低い状態では、このロックアウトがICとセンサに十分機能し、下位ドライブに出力に十分な電圧があることを保証します。

正の電力がIC(V<sub>CC</sub>)へ供給され、しきい電圧がそれぞれ8.9 Vの独立したコンパレータによって、下位ドライブ(V<sub>C</sub>)は、独立してモニタされます。この電圧レベルは、標準パワーMOS FETにインタフェースしている場合、r<sub>DS(on)</sub>の値を低くするために、十分なゲート駆動電圧を保証します。ホール・センサが基準電圧から直接に電力の供給を受けている場合、出力電圧が4.5V未満に降下すると、不適切なセンサ動作が発生します。三番目のコンパレータはこの状態を検出するために使用されます。もし一個以上のコンパレータが不足電圧状態を検出すると、フォールト出力がアクティブになり、上位ドライブ出力がターンオフされ、下位ドライブ出力がLレベルに保持されます。コンパレータは、それぞれしきい電圧をクロスする時に発振するのを防ぐため、それぞれのヒステリシスを持っています。

●フォールト出力

オープン・コレクタ型のフォールト出力(ピン14)は、システムが誤動作する場合、診断情報を提供するために設計されました。この出力は16mAのシンク電流能力があり、可視表示としてのLEDを直接駆動させることができます。さらに、マイクロプロセッサが制御するシステム内での使用を考慮して、TTL/CMOSジック回路に容易にインタフェースすることができます。フォールト出力は、次の項目のうち、一つあるいはそれ以上の状態が発生すると、アクティブ・ローになります。

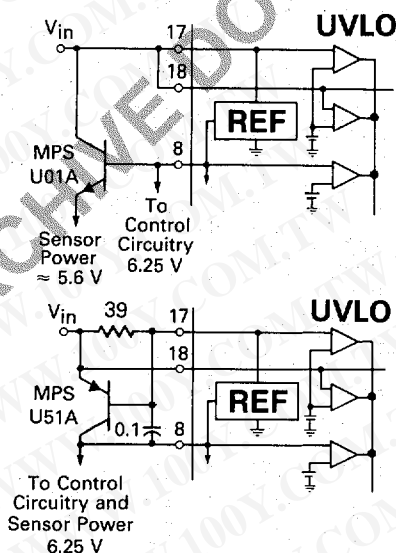
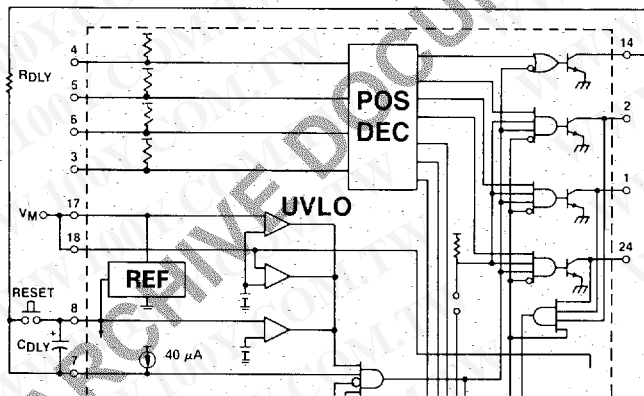


図23 基準出力バッファ

- 1) 無効センサ入力コード
- 2) 論理ゼロ・レベルにおけるイネーブル入力
- 3) 100mVより大きな電流検知入力
- 4) 不足電圧のロックアウト、一個あるいはそれ以上の個数のコンパレータの起動
- 5) 熱シャットダウン、最大接合部温度を越えてしまった

このユニークな出力は、過負荷状態におけるモータの開始あるいは持続した動作を区別するためにも使用することができます。フォールト出力とイネーブル入力の間にR/C回路網を付け加えることによって、過電流時に時間遅延ラッチ・シャットダウン回路を作ることが可能です。図24の付加回路は、始動トルクを付加することによって、過電流保護を維持しながら、高い慣性負荷を持つモータ・システムを容易に開始させることができます。これは、あらかじめ決められた時間だけ、電流の制限を公称値より高く設定することによって可能です。過負荷状態がきわめて長い場合、コンデンサCDLYは、イネーブル入力がしきい値を越えてLレベルになるように充電します。フォールト出力からイネーブル入力への正のフィードバック・ループによって、ラッチ回路が形成されます。ラッチ回路は電流検知入力によって一度設定されると、CDLYを短縮するかあるいは電源をサイクリングさせることによってのみリセットすることができます。



$$t_{DL} \approx R_{DLY} C_{DLY} \ln \left( \frac{V_{ref} - (I_{IL \text{ enable}} R_{DLY})}{V_{th \text{ enable}} - (I_{IL \text{ enable}} R_{DLY})} \right)$$

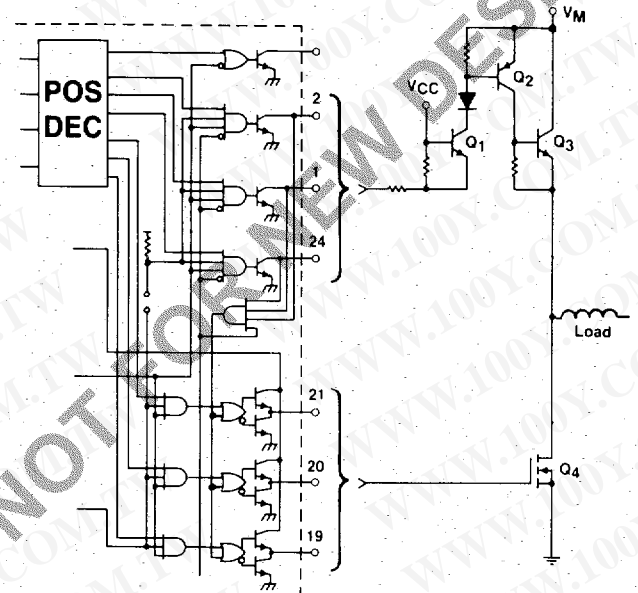
$$\approx R_{DLY} C_{DLY} \ln \left( \frac{6.25 - (40 \times 10^{-6} R_{DLY})}{1.4 - (40 \times 10^{-6} R_{DLY})} \right)$$

図24 時間遅延ラッチ・シャットダウン回路

### ●ドライブ出力

三個の上位ドライブ出力(ピン1と2と24)は、オープン・コレクタ型のNPNトランジスタであり、50Vの最小降状電圧で50mAをシンクできる能力を持っています。高電圧のアプリケーションへは、図26の外部共通ベース段(Q<sub>1</sub>)を付け加えることによって、簡単にインタフェースすることができます。

トータム・ポール型ドライブの三個の下部出力(ピン19と20



トランジスタ Q<sub>1</sub>はV<sub>M</sub>からV<sub>CC</sub>までのレベルに耐えることができます。V<sub>M</sub>がV<sub>CC</sub>より低くなった時のコレクタ・ダイオードが必要です。

図25 高電圧ドライブ(NPN)

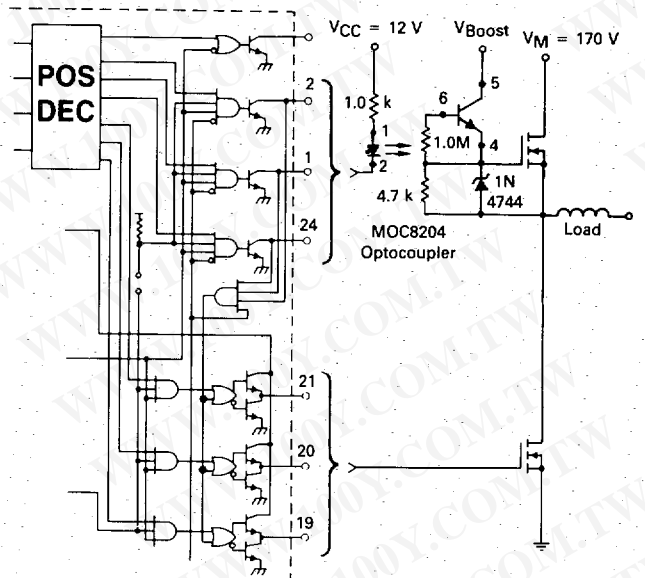


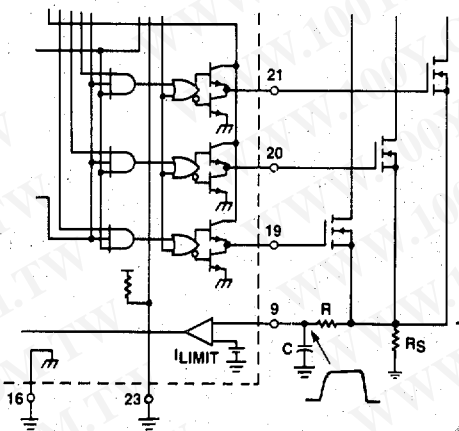
図26 高電圧ドライブ(MOSFET, N)

と21)は、『N』チャネルのMOS FETあるいはNPN構造のバイポーラ・トランジスタを直接駆動することに特に適しています。それぞれの出力は100mAまでのソース能力とシンク能力があります。下位ドライブは、V<sub>C</sub>(ピン18)から電力の供給を受けます。この独立した供給入力、設計者にV<sub>CC</sub>とは別のドライブ電圧を調整する融通性を与えます。V<sub>CC</sub>が20Vより大きなシステムのパワー・MOSFETを駆動させる場合には、通常、ツェナー・クランプ・ダイオードがこの入力に接続されています。独立したドライブ接地(ピン16)が、スイッチングの遷移ノイズ

の電流検知入力に対する影響を低減させるために、設置されています。この特性は図30のような電流検知パワー・MOSFETを駆動させる場合には特に有効です。

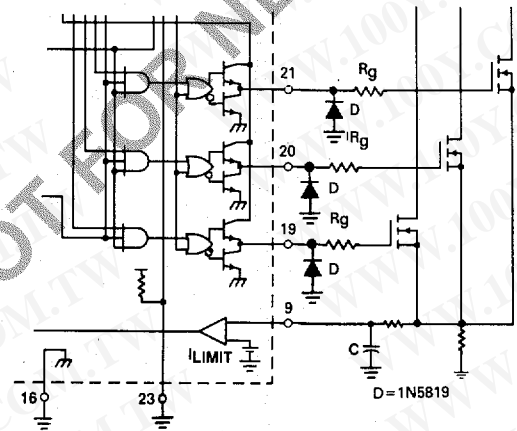
### ●熱シャットダウン

最大接合部温度を越える温度状態でICを保護するために、内部シャットダウン回路が用意されています。通常、この回路は170°Cになるとアクティブ状態になり、イネーブル入力に接地されるように、ICが動作します。



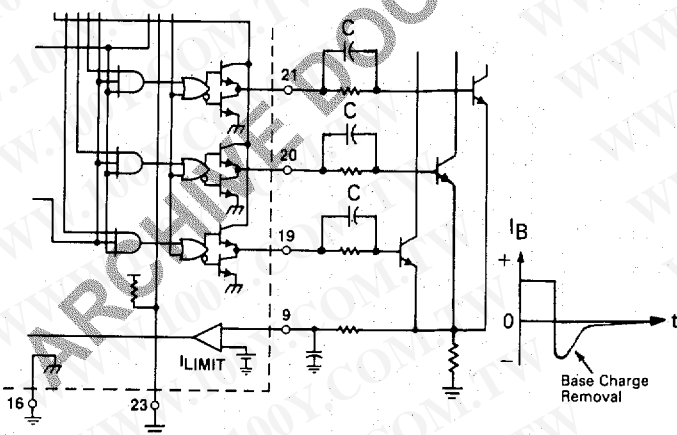
RCフィルタを付けるとスパイク・ノイズが低減でき、電流制御の不安定動作がなくなります。R<sub>S</sub>はインダクタンス・タイプです。

図27 CURRENT WAVEFORM SPIKE SUPPRESSION



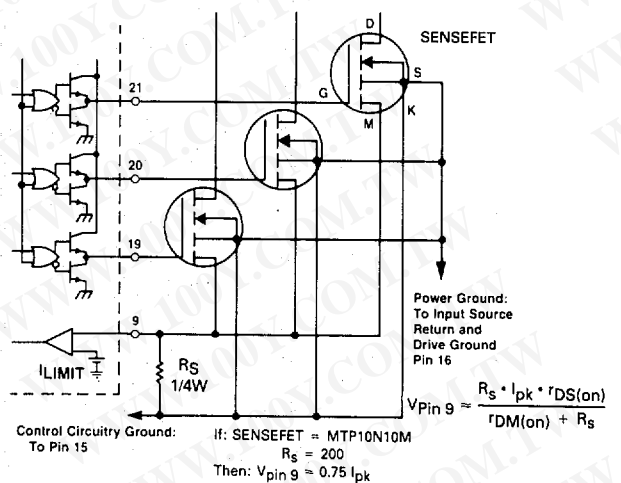
R<sub>g</sub>はMOSFETのゲート・ソース間のインダクタンスと入力容量のダンパーです。ボトム・ドライブの出力に5.0mAピーク以上の電流が必要な時ダイオードDを付けます。

図28 MOSFET DRIVE PRECAUTIONS



Cはスピードアップ・コンデンサです。トータムポール出力はトランジスタのターンoffを早く行うことができます。

図29 BIPOLAR TRANSISTOR DRIVE



電流損失はセンスFETのスイッチング損と考えます。

図30 CURRENT SENSING POWER MOSFETS

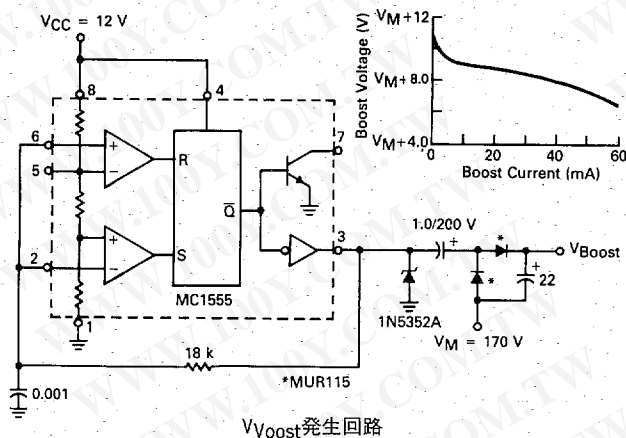
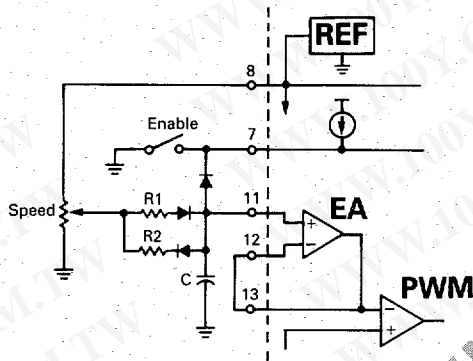
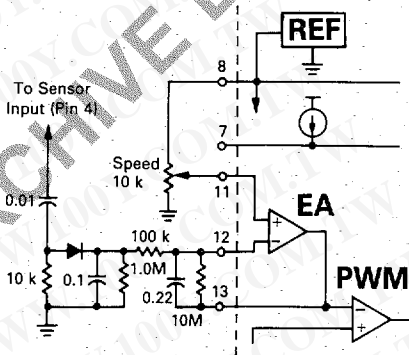


図31 HIGH VOLTAGE BOOSTS SUPPLY



R1、Cは加速時 R2は減速時。R1とR2は少なくとも最少回転数になるようセットして下さい。

図33 CONTROLLED ACCELERATION/DECELERATION



ローター位置はタコメータを使うことができます。タコメータは回転数に応じた電圧が供給されます。エラー・アンプはPWMコントロールでセットされたスピードの電圧と比較します。

図35 CLOSED-LOOP SPEED CONTROL

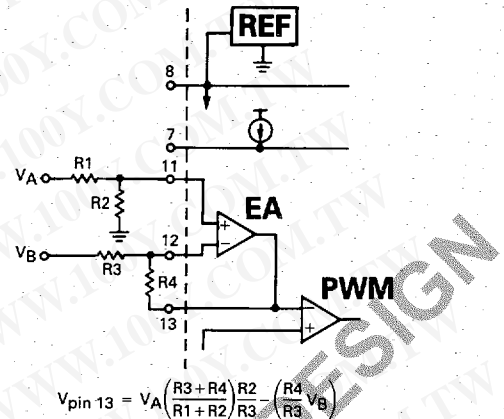
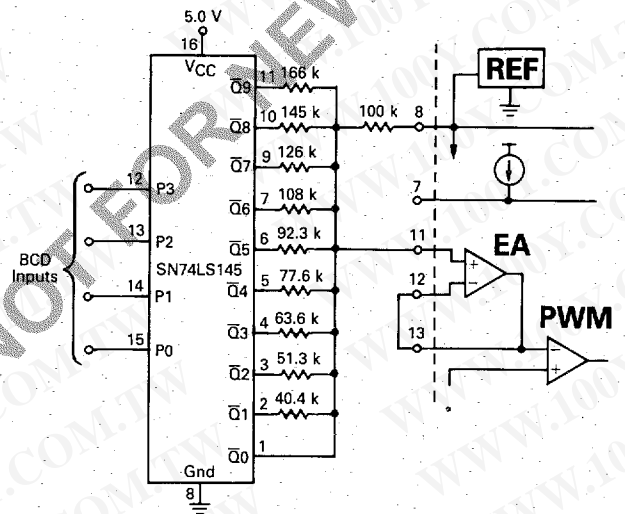
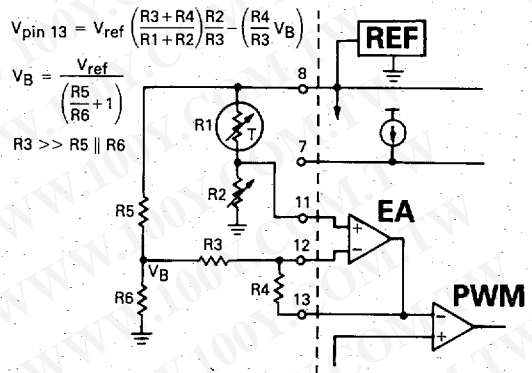


図32 DIFFERENTIAL INPUT SPEED CONTROLLER



SN74LS175はオープンコレクタBCDで1~10のデコーダーを持っています。コード0000~1001はおおよそPWMが10%で0~90%まで増加します。コード1010~1111は、PWMが100%でフルスピードです。

図34 DIGITAL SPEED CONTROLLER



この回路は温度補償されたスピード・コントロールです。NTCサーミスタにより温度補償されたクローズ・ループ・コントロールです。

図36 CLOSED-LOOP TEMPERATURE CONTROL

## ■ システム・アプリケーション

### ● 三相モータの整流

図37に示されている三相モータのアプリケーションは、全波六段駆動のオープン・ループ型モータ・コントローラです。上位パワー・スイッチ・トランジスタはダーリントン型であり、下位デバイスにはパワーMOSFETです。これらのデバイスはそれぞれ内部寄生キャッチ・ダイオードを持っており、このダイオードはステータの誘導エネルギーを電源に帰還させるために使用されます。その出力はステータに接続されているあるいは $\omega$ を駆動させることができます。もし、分割した電源が使用されている場合には、設置された中性 $\omega$ を駆動させることができます。所定のロータ位置では、上位あるいは下位パワー・スイッチの(異なるトータム・ポールのうち)一つがイネーブルされます。この構成では、双方向あるいは全波の電流の流れを発生させる電源から接地へのステータの巻線の両端をスイッチします。先端のスパイクは、通常、電流波形に現れ、電流制限を不

安定にします。RCフィルタを電流検出入力に直列に付加接続させることによって、スパイクを削除することができます。RSに低誘導タイプの抵抗を使用しても、スパイクを低減させることに役立ちます。

ブレーキ動作中の電流がデバイスの定格を越えないように、下位パワー・スイッチ・トランジスタの選択には注意が必要です。ブレーキ動作中、生成されたピーク電流は、下位スイッチおよび巻線の電流を伝導させる抵抗によってのみ、制限されます。

$$I_{\text{peak}} = \frac{V_M + \text{EMF}}{R_{\text{switch}} + R_{\text{winding}}}$$

もし、モータが負荷のない状態で最高速度で回転している場合、生成されたバックEMFは、電源と同じ位の大きさになり、ブレーキ動作の開始時にはモータが脱調する電流の二倍の大きさに近づく可能性もあります。図38は、電気サイクルの2サイ

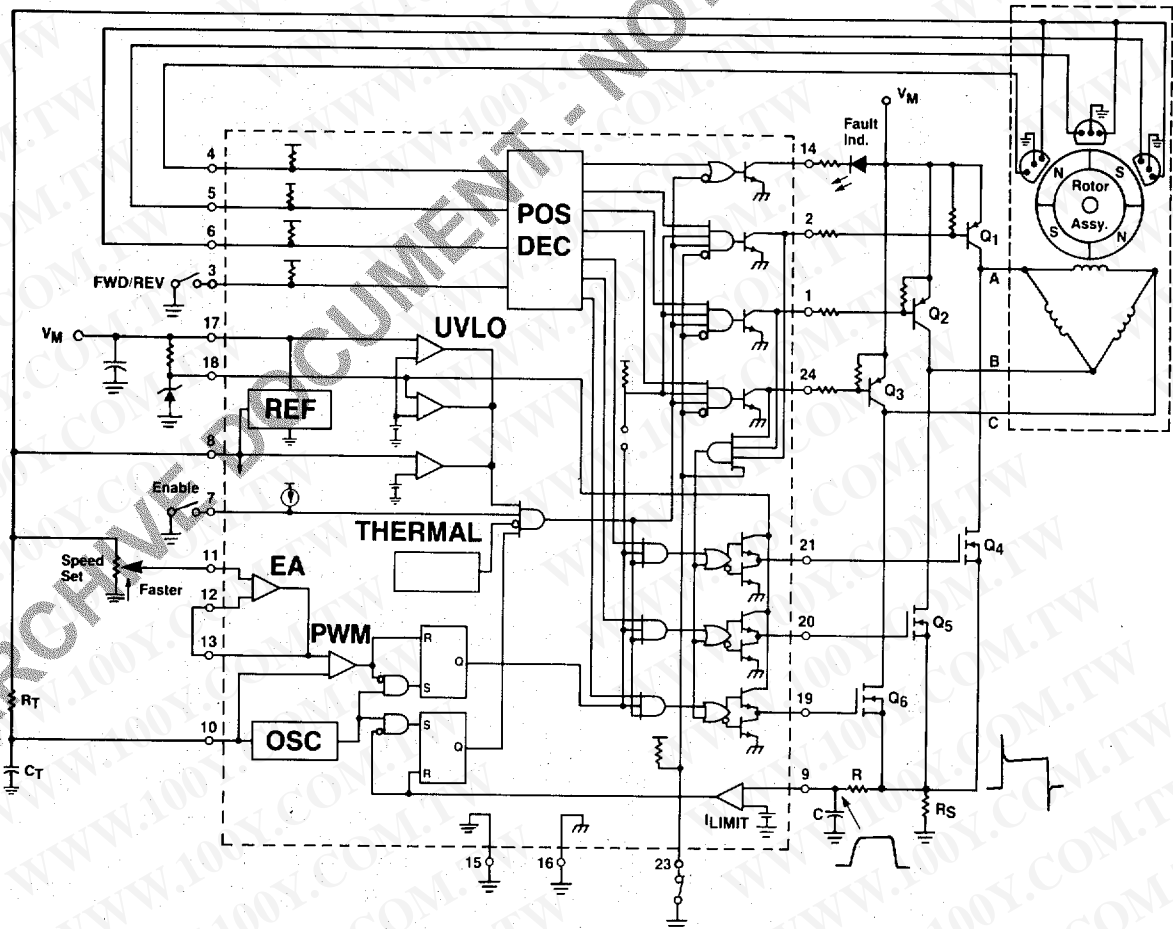


図37 三相六段全波モータ・コントローラ

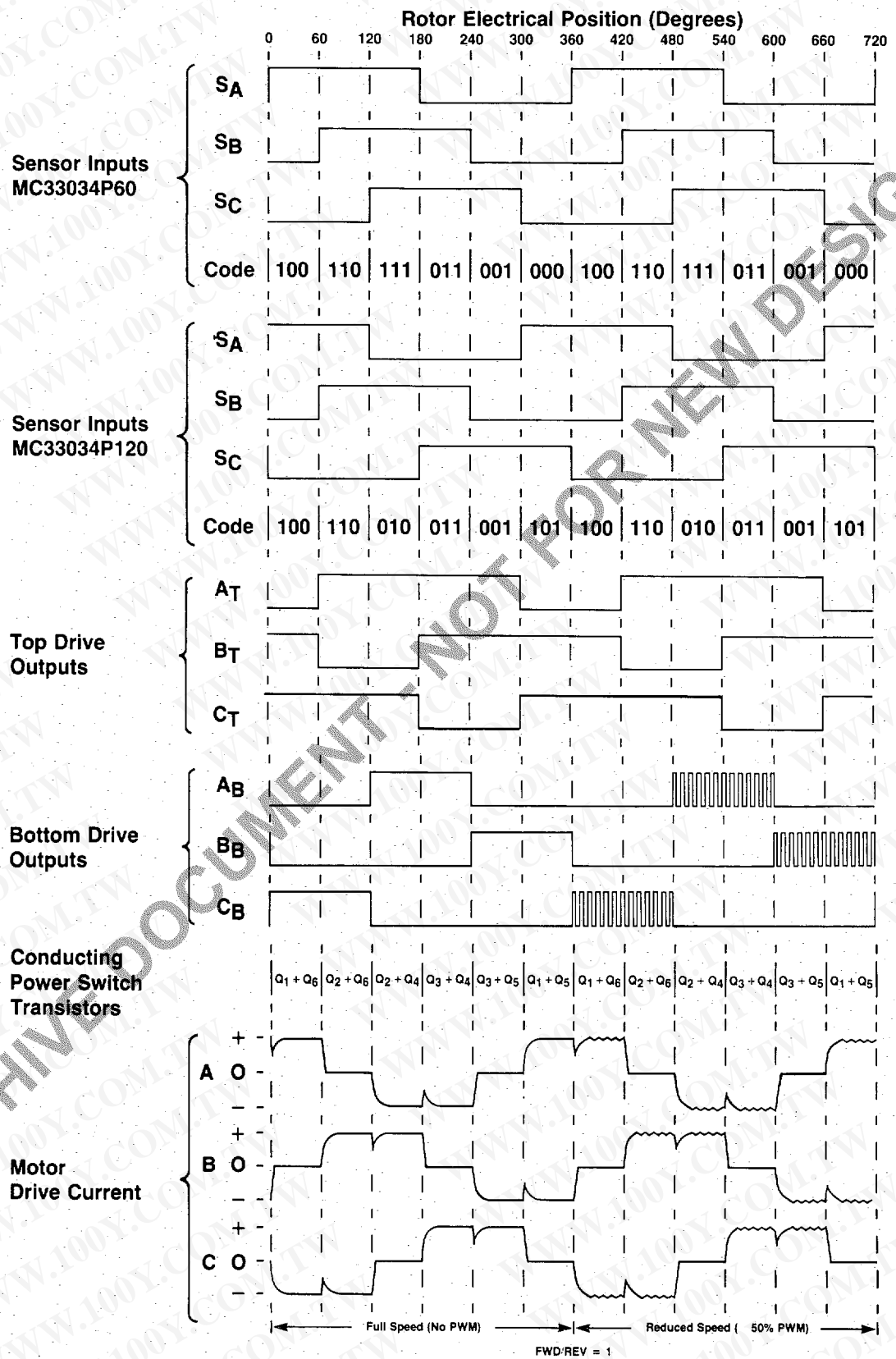


图38 三相六段全波整流波形

クル分の整流波形を表わしています。(0°から360°)第一サイクルは、モータが全速力で動作している様子を表わしており、(360°から720°)第二サイクルは約50%のパルス幅変調がかかった減速状態を表わしています。電流波形は定トルク負荷を反映していて、わかりやすいように整流周波数に同期した形で表わしてあります。

図39は、三相、三段、半波のモータ・コントローラを表わしています。この構成は、所定のステータ巻線に直列なパワー・スイッチの電圧降下が一つしかないので、自動車関連および低電圧アプリケーションには理想的に適しています。それぞれの巻線の一端のみがスイッチされるので、電流の流れは単一方向あるいは半波です。典型的な半波でブレーキ動作を継続させると、ステータの電流が巻線の抵抗によってのみ制限されるので、モータが過熱し、問題を発生させます。これは、全波回路に設

置されている巻線を電源 $V_M$ から開放するために使用する上位電流スイッチ・トランジスタがないために起こります。この問題点は、モータが停止し、下位ドライブをターンオフするまで、ブレーキ動作を行うことによって、解決することができます。つまり、フォールト出力をイネーブル入力とともに過電流タイマとして使用することによって、容易に行うことができます。RDLYとCDLYのコンポーネントは、イネーブル入力レベルにラッチされる前に、モータが停止するようにモータに十分な時間を与えるために選択されています。トランジスタ $Q_1$ と抵抗 $R_2$ と $R_3$ はラッチをリセットするために使用され、ブレーキのスイッチが閉鎖されるとCDLYを放電させることによってモータをイネーブルさせます。ステータのフライバック電圧は、一個のツェナーと三個のダイオードによってクランプされます。

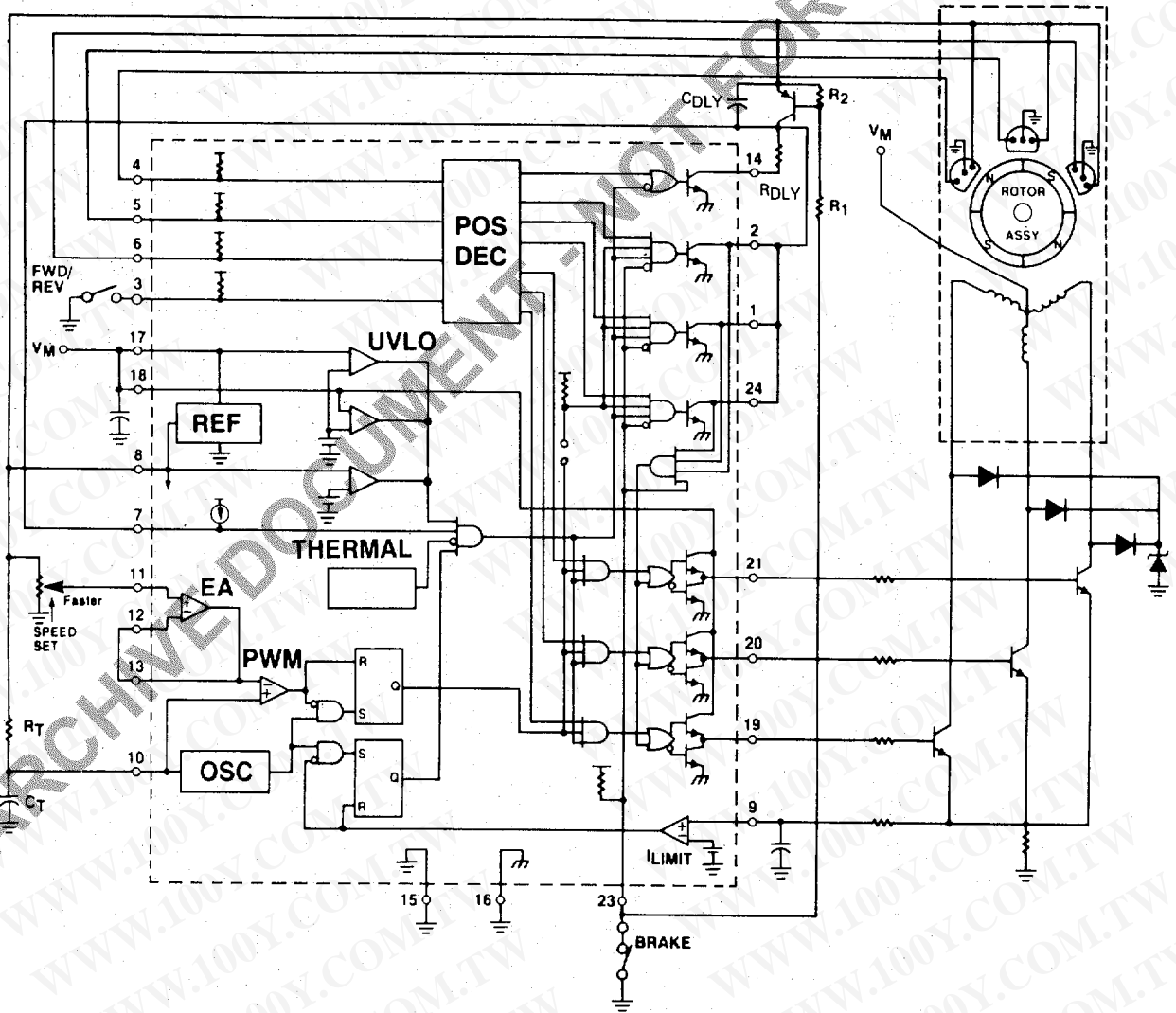


図39 三相三段半波モータ・コントローラ

●センサの位相の比較

センサ信号の相対的整相をつくるために、四つの規則があります。六段のドライブを使用して、入力信号の変化が電氣的に60°ごとに発生するはずですが、相対的信号の位相はメカニカル・センサの設置状態に保存しています。図40は電氣的度数における規則の比較を表わしています。センサ整相表から、60°の整流入力コードの順は、300°の反転です。これによって、MC33034P60の接尾部分は、ロータの方向が変化する状態ならどこでも動作することに注意して下さい。MC33034P120が120°から240°までの範囲で動作する場合にもあてはまります。さらに60°と120°の部分詳しく調べてみると、どちらの部分も図41に表わされているようなインバータとS<sub>B</sub>とS<sub>C</sub>の入力を

付加することによって動作することがわかります。

メカニカル位置は回転する磁気ポールに係数なので、ロータの位置は常に電氣的度数で表わされます。電氣のおよびメカ的な位置の関係は、次の等式から求めることができます。

$$\text{Electrical Degree} = \text{Mechanical Degree} \left( \frac{\# \text{Rotor Poles}}{2} \right)$$

磁気ポールの数が増加すると、所定のメカニカル回転数により電氣的な回転数を発生します。汎用三相モータは通常四本のポールをロータを持っていて、これがメカニカルな一回転に対して電氣的な二回転を発生させます。

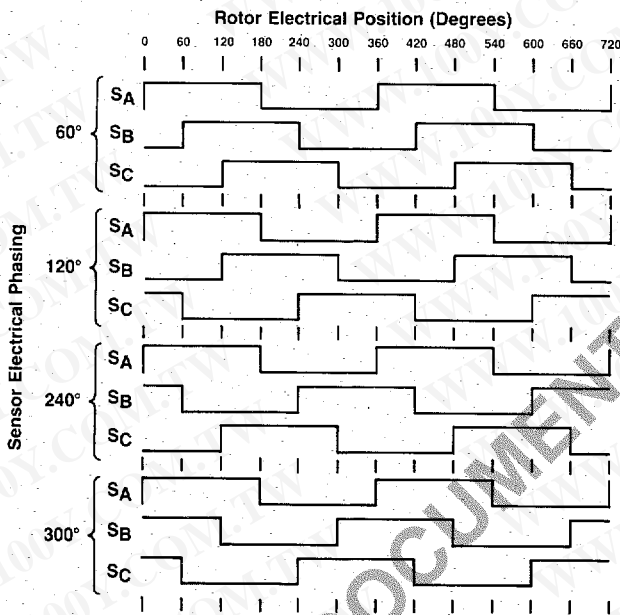


図40(a) センサ位相比較

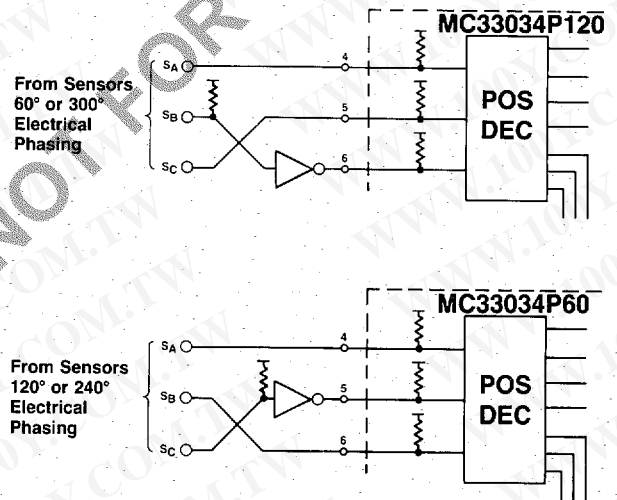


図40(b) センサ位相テーブル

FIGURE 39(b) — SENSOR PHASING TABLE

Sensor Electrical Phasing (Degrees)											
60°			120°			240°			300°		
S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>C</sub>	S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>C</sub>	S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>C</sub>	S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	S <sub>C</sub>
1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	↑	1
1	↓	0	1	0	0	1	0	0	1	↑	0
1	↓	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1

図41 センサ位相変換

●二相および四相モータの整流

MC33034P60は、二相あるいは四相モータを駆動させるために使用する四段出力を提供することもできます。図42の真理値表は、センサ入力S<sub>B</sub>とS<sub>C</sub>接続させることによって、ドライブ出力の状態を六つから四つへ低減することができます。出力パワー・スイッチはB<sub>T</sub>、C<sub>T</sub>、B<sub>B</sub>およびC<sub>B</sub>へ接続されています。

図45は、四相で四段の全波モータ制御アプリケーションを表わしています。Q<sub>1</sub>からQ<sub>4</sub>までのパワー・スイッチ・トランジスタは、ダーリントン・タイプであり、それぞれ内部寄生キャッチ・ダイオードを持っています。四段駆動では、電気的90°に設置されたロータ位置センサを二個だけ必要とします。図44は、整流波形を表わしています。

MC33034P60						
Inputs			Outputs			
Sensor Electrical Spacing = 90° S <sub>A</sub>	S <sub>B</sub>	F/R	Top Drives		Bottom Drives	
			B <sub>T</sub>	C <sub>T</sub>	B <sub>B</sub>	C <sub>B</sub>
1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1
0	0	0	0	1	0	0

S<sub>B</sub> connected to S<sub>C</sub>

図42 二相および四相四段整流真理値表

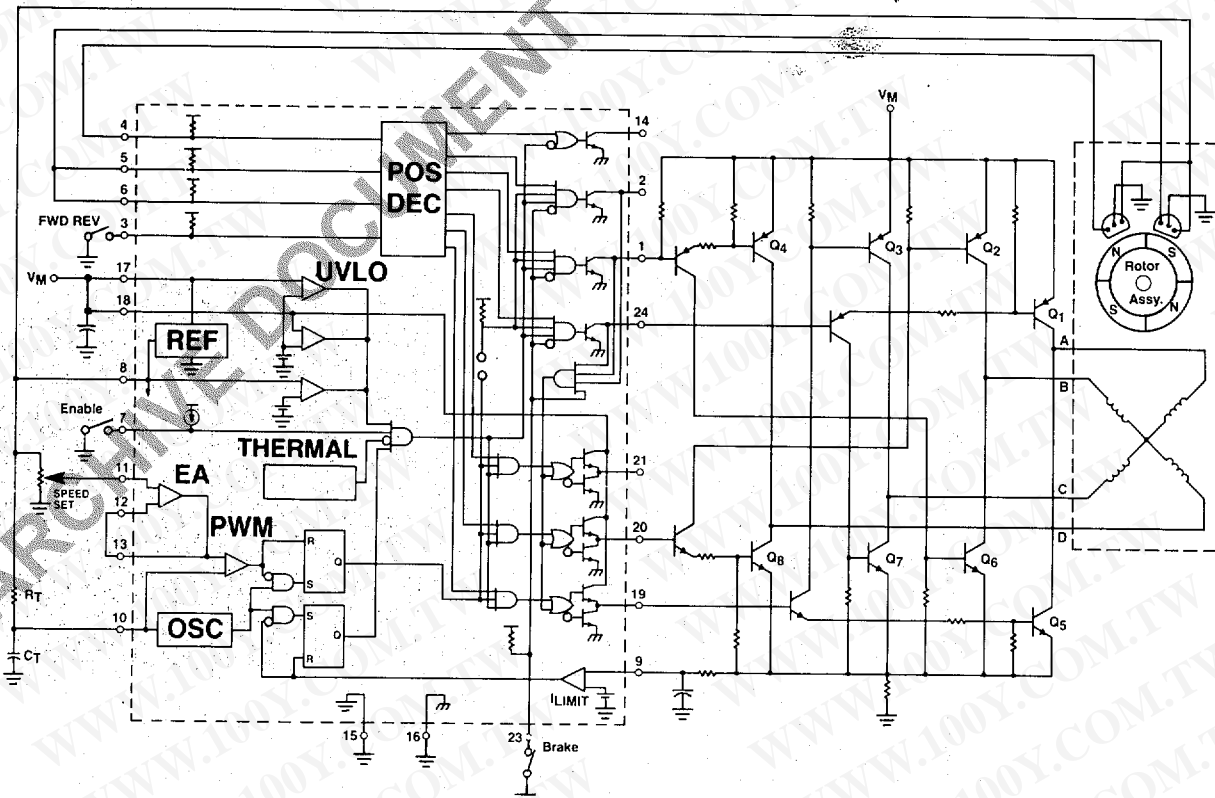


図43 四相四段全波モータ・コントロール例

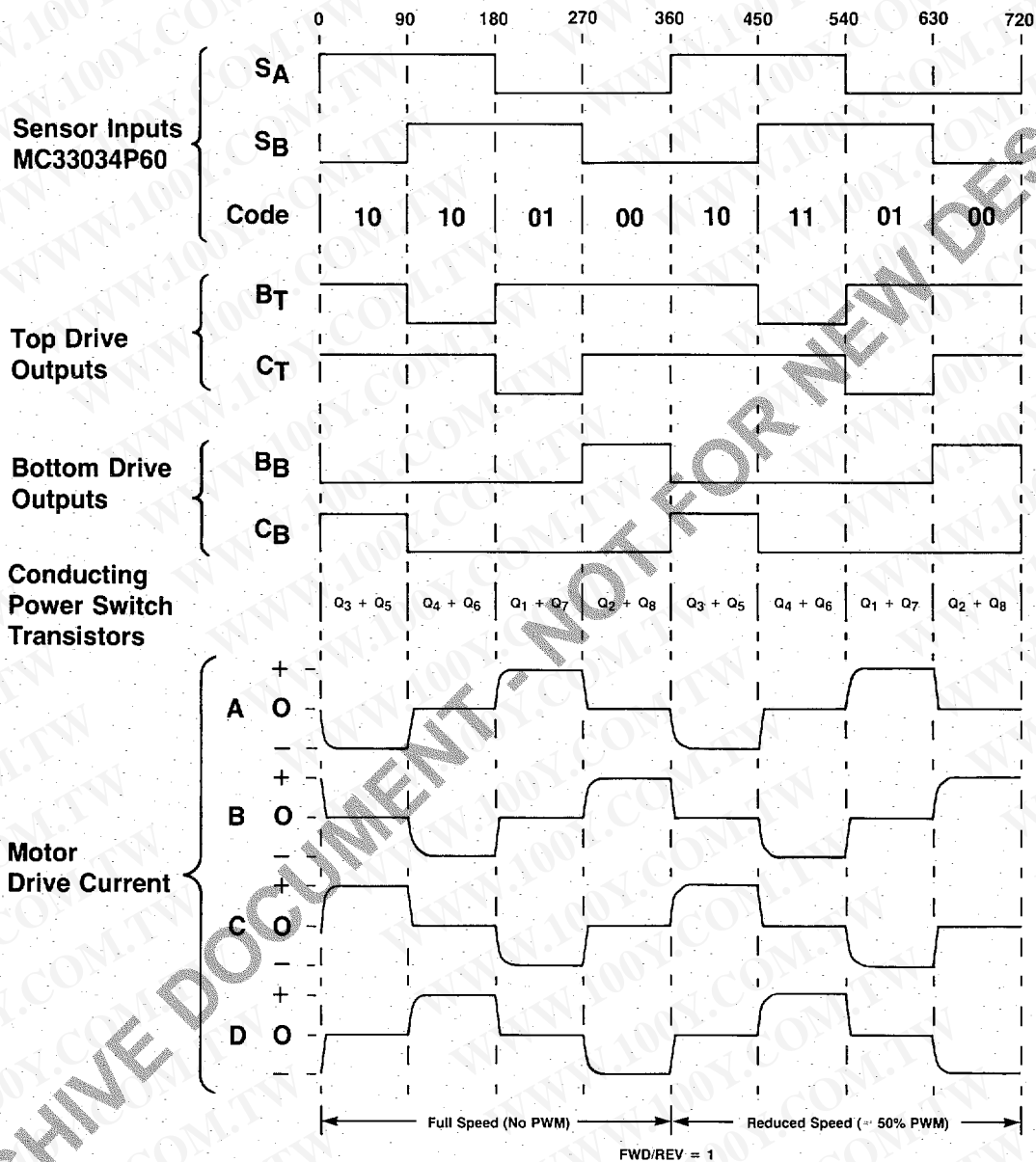


图44 四相四段全波整流波形

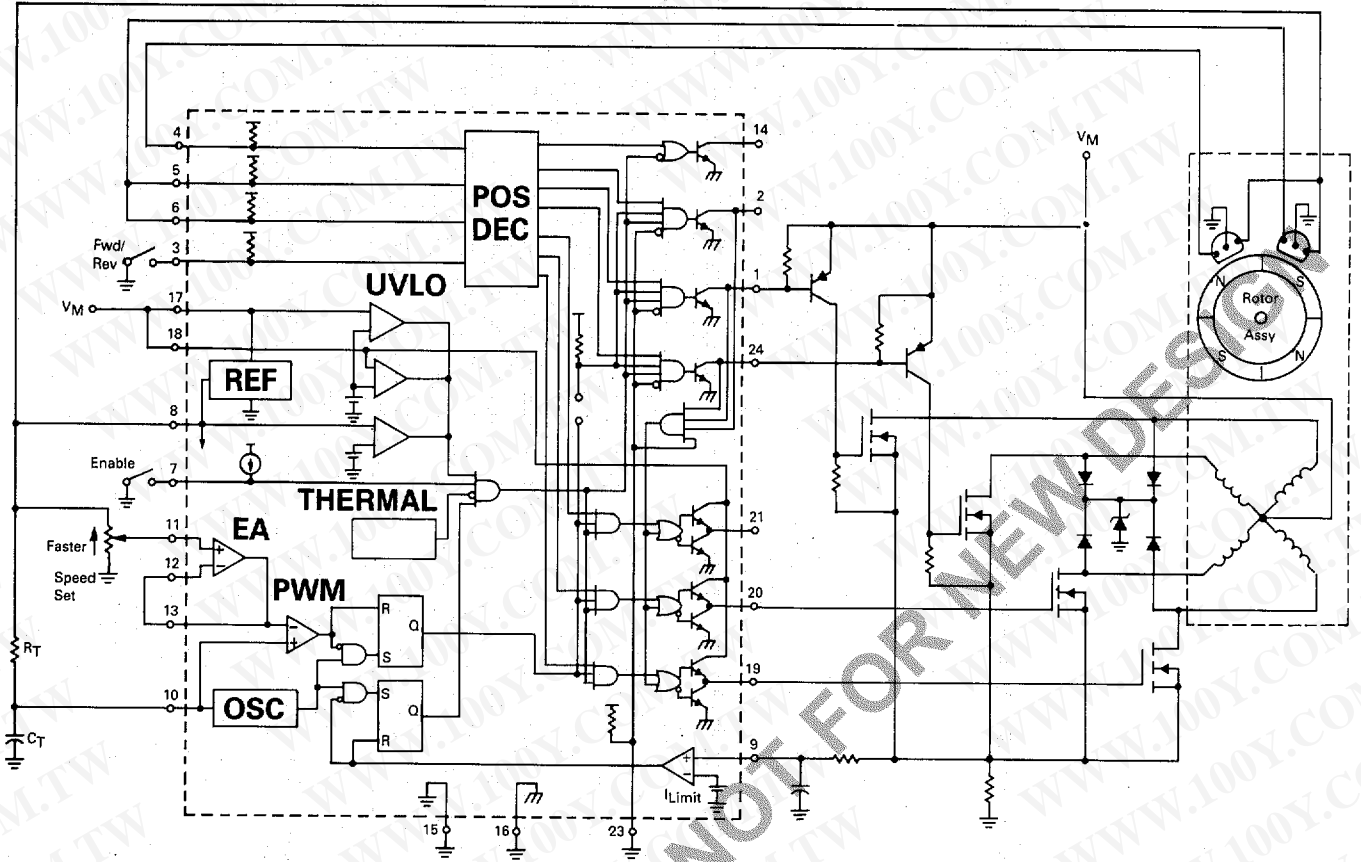
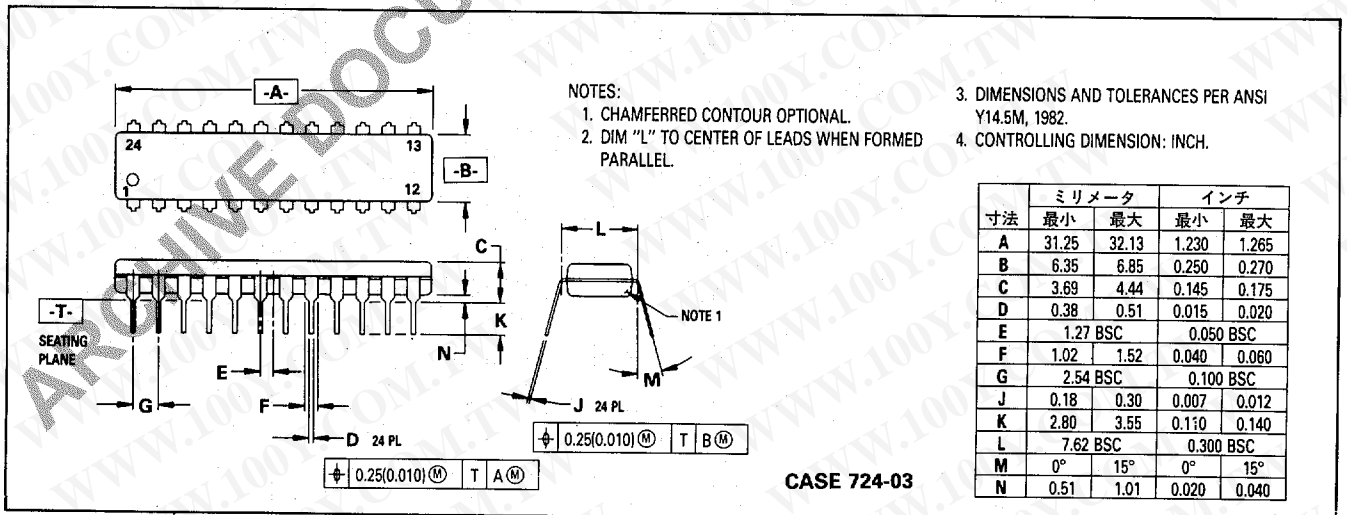


図45 四相四段半波モータ・コントロール例


外形寸法



## ■レイアウトの注意点

ブラシレス・モータ・コントロール回路は、プラグインのプロトタイプボードや、細い配線で作らないで下さい。電流センサやエラー・アンプのノイズの影響をおさえるためにレイアウトを工夫して下さい。高電流部低電流部バッファなどのグラウンドのノイズに注意してレイアウトして下さい。0.1 $\mu$ Fぐらいのコンデンサ(レイアウトによって異なる)をVCC、V<sub>C</sub>、Uref、エラー・アンプNON-invertingなどに入れノイズを取りのぞいて下さい。ロー・インピーダンス・パスなどを作り、高周波の影響に注意して下さい。また、高電流ループなどのレイアウトにも注意して下さい。

ARCHIVE DOCUMENT - NOT FOR NEW DESIGN

本書に記載した情報は、慎重に検討したものです。ただし、万一その内容の一部に不備があった場合にはご容赦ください。当社は、随時予告なしに、ここに記載した製品または仕様に変更を加える権限を保留しています。当社は、ここに記載した製品、回路の適用、使用に起因するいかなる債務についても責任をとるものではなく、また、その特許権または第三者の権利にもとづくライセンスを与えるものではありません。「Motorola」およびは、Motorola Inc.の登録商標です。日本モトローラは、すべての人に、均等な雇用機会を与えるように努力している会社です。



## 日本モトローラ株式会社

### 半導体事業部

本社	〒106 東京都港区南麻布3-20-1	TEL.(03) 440-3311代
大阪	〒532 大阪市淀川区西中島5-5-15	TEL.(06) 305-1801代
仙台	〒980 宮城県仙台市青葉区本町1-2-20	TEL.(022)268-4333代
熊谷	〒360 埼玉県熊谷市本町2-76-1	TEL.(0485)26-2600代
立川	〒190 立川市曙町2-31-15	TEL.(0425)23-6700代
厚木	〒243 神奈川県厚木市中町3-15-4	TEL.(0462)23-0761代
横浜	〒222 横浜市港北区新横浜2-14-27	TEL.(045)472-2751代
名古屋	〒460 名古屋市中区錦1-16-20	TEL.(052)232-1621代
九州	〒810 福岡市中央区天神1-13-2	TEL.(092)771-4212代
会津	〒969-35 福島県耶麻郡塩川町大谷地1	TEL.(0241)27-2231代

〈半導体製品販売代理店〉