

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

エンジン制御システム(ハードウェア編)

目 次

1. まえがき	2
2. 特定エンジン制御システムの設定	2
2.1 機能	2
2.2 システムブロック	2
3. 各ブロックの必要特性と電子デバイス	3
3.1 電源回路(Aグループ)	3
3.2 ハルス入力回路(Bグループ)	7
3.3 スイッチ入力回路(Cブロック)	10
3.4 アナログ入力回路(Dグループ)	12
3.5 フェールセーフ(Eブロック)	15
3.6 バッファゲート(F, Gブロック)	19
3.7 モニタドライバ, 出力バッファ(Hグループ)	21
4. その他	21
5. まとめ	21

1. まえがき

自動車のエンジン制御システムは、単機能から総合制御まであります。さらに同じ制御内容でもセンサ、アクチュエータおよび制御範囲などの各種条件によってシステムが千差万別変化します。したがって、すべてのエンジン制御システムの応用について検討することは困難です。ここでは、特定のセンサおよびアクチュエータを想定して電子デバイスの応用と要望される特性についてまとめてみましたのでシステム全体をとらえる概説としてご利用ください。

2. 特定エンジン制御システムの設定

2.1 機能

- (1) 燃料噴射制御
- (2) 点火時期制御
- (3) 排気還流 (EGR) 制御
- (4) アイドリング制御
- (5) ノック制御
- (6) 各種モニタ

以上の機能を持つ総合エンジン制御システムで燃料噴射方式はシングルポイントインジェクション (SPI) とします。

2.2 システムブロック図

図1 にシステムブロック図を示します。本ブロック図の各ブロック毎に説明します。なお、制御内容につきましては弊社技術資料 (IEM-785, 799) にありますのでここではハード設計を中心に説明します。

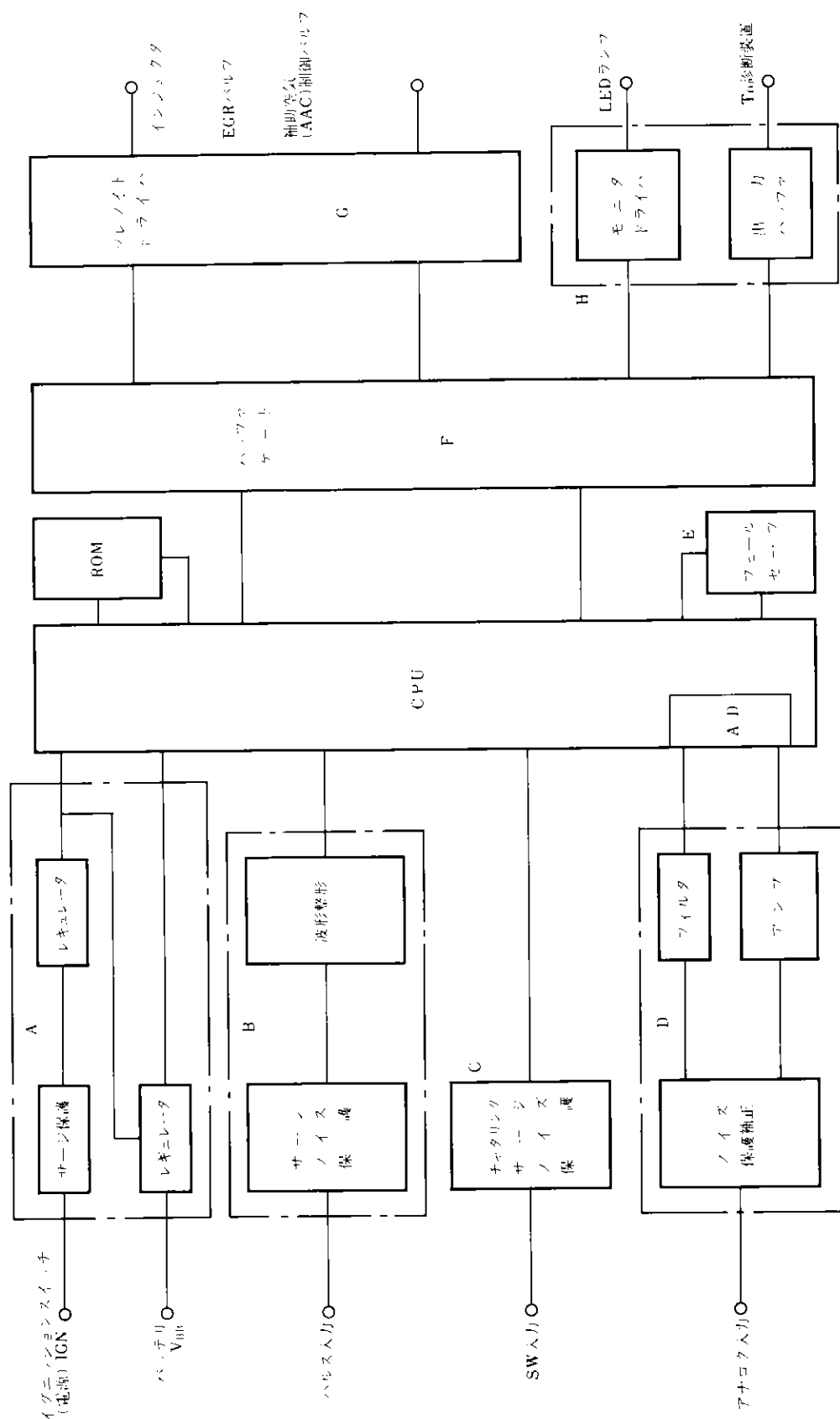


図1 エンジン制御システムプログラムブロック図

3. 各ブロックの必要特性と電子デバイス

図1のシステムブロックをA、Hの8つのグループに分けて説明します

3.1 電源回路 (Aグループ)

(1) サージ保護回路

自動車の電源にはイグニッションスイッチからくる電源 (IGN) とバッテリーからくる電源 (V_{BAT}) の2種類があります。

イグニッションスイッチ (IGN) からくる電源は

IGNオン → セルモータ → エンジン → オルタネータ始動

という流れを経て電源が供給されるため、大電流の供給が可能です。しかしバッテリーは、オルタネータが動作していない時のセルモータ始動、電子回路の暗電源供給の役割で使用されるため、できる限り供給電流 (暗電流) を小さくする必要があります。

したがってエンジン制御システムではIGN電源の負荷インピーダンスは V_{BAT} バッテリー電源に比べて小さくなりバッテリーラインよりサージ保護回路に十分な配慮が必要です

サージ条件はJASOのA, B, Cサージがありますか通常ロードタンクと呼ばれるA種サージが発生電圧、エネルギー共に大きくなっています。(図2参照)

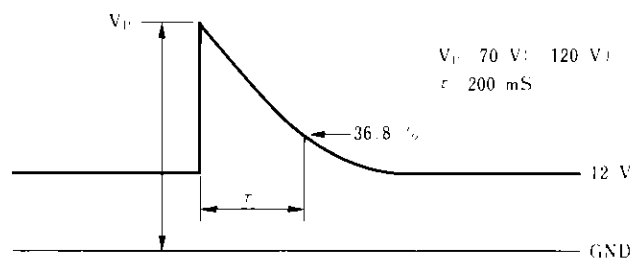


図2 A種電圧波形

図3にPC78M05Hを使用したIGNラインのレギュレータ回路を示します。

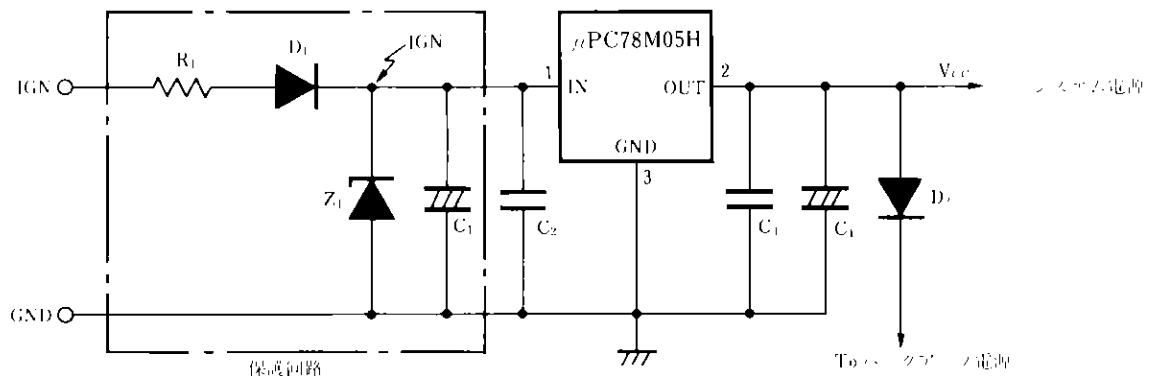


図3 IGNレギュレータ

＜保護回路の設計目標＞

- (a) サージを吸収または耐圧によって遮断しレギュレータ用ICを保護し、かつ保護回路自身が破壊しないこと。
- (b) システムの減電圧特性に影響を与えないこと。

以上の目標を満足させるため直列抵抗 R_1 を取る場合があります。各部品の役割とデバイスを以下に示します。

- R_1 : Z_1 保護用抵抗 0.1 Ω ~ 数 Ω
- D_1 : 負サージ保護 F14A ~ F14C
- Z_1 : 正サージ吸収 24 V ~ 27 V 5 W ツェナー
- C_1 : 平滑用 47 μ F ~ 100 μ F

ロードタンク時には Z_1 の過渡熱抵抗が問題になりますが通常定格5 Wのものが使用されています。

(2) レギュレータ (IGNライン)

エンジン制御システムを含め自動車用各種システムはCPUおよび周辺ICがCMOS化されておりレギュレータの出力電流は年々減少しています。またアクチュエータドライバにパワーMOS FETが使用されるようになるとさらに電源の設計は楽になります。

本システムは動作電流170 mAを想定し μ PC78M05Hを使用します。(図3参照)

＜レギュレータの設計目標＞

- (a) 出力電圧: 5 V \pm 10 % $T_a = -40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$
- (b) 暗電流: 小
- (c) 入力耐圧: $> [(Z_1 \text{動作抵抗} \times \text{ロードタンク時電流}) + Z_1 \text{電圧}]$ 24 V動作
- (d) 入出力間差電圧: 小
- (e) 保護回路: 出力短絡等

以上、すべてレギュレータ用ICの設計によって決定されるため、 μ PC78M05Hの特性と改善すべき目標特性について検討します。

	μ PC78M05H	目 標	理 由
出力電圧	$0^\circ\text{C} < T_j < 150^\circ\text{C}$ $7\text{ V} \leq V_{\text{IN}} \leq 20\text{ V}$ $5\text{ mA} \leq I_o \leq 350\text{ mA}$	$V_{\text{IN}} \leq 24\text{ V}$ までの保証	バッテリー直列時の動作
暗電流	$T_j = 25^\circ\text{C}$ で 6 mA MAX.	3 mA MAX.	電子化増大によるバッテリー負担の軽減
入力耐圧	35 V以上	40 V以上	Z_1 の動作抵抗数 Ω あり27 V ツェナーで約38 V位上昇
入出力間差電圧	$T_a = 25^\circ\text{C}$ で 2 V TYP.	1 V以下	システムの6 V動作始動時の制御

保護回路としては出力短絡時若干の“フ”の字特性をもっており標準250 mAに制限されるとともに過熱保護が入っており $T_j > 150^\circ\text{C}$ で出力が遮断されます。

次にヒートシンクの設計について説明いたします。

条件としまして $T_a = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 6 \text{ V} \sim 24 \text{ V}$ 動作とします。

$V_{IN} = 24 \text{ V}$ 時のレギュレータの消費電力 (P_T) は

$$P_T = (24 - 5) \times 170 \times 10^{-3} (I_O) = 3.23 \text{ W}$$

本ICの T_j MAX. は $125 \text{ }^\circ\text{C}$ で T_a MAX. $85 \text{ }^\circ\text{C}$ より

$$R_{th(j-a)} = \frac{125 - 85}{3.23} \approx 12.4 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

したがって、ヒートシンクは $R_{th(j-a)}$ を引いた値となり $8.4 \text{ }^\circ\text{C/W}$ のものが必要となります。

図3の C_3 , C_4 のコンデンサはロードレギュレーション時の出力電圧の過渡安定度向上および平滑用で容量値は負荷条件によって異なります。

$$C_2 : 0.1 \text{ } \mu\text{F} \sim 0.47 \text{ } \mu\text{F}$$

$$C_3 : 0.1 \text{ } \mu\text{F} \sim 0.47 \text{ } \mu\text{F}$$

$$C_4 : 47 \text{ } \mu\text{F} \sim 100 \text{ } \mu\text{F}$$

なお、 D_2 はバッテリーラインレギュレータ出力への供給用に1S953(1SS53)で十分と考えます

(3) レギュレータ (V_{BB} ライン)

ロードダンフはバッテリー端子外れ時に生じるA種サージが特に電圧、エネルギー共に大きいことは前に説明しました。

したがってバッテリーラインにおいてはIGNラインほどロードダンフを考慮する必要がありません。またバッテリーラインの供給する電流も数mAから数十mA程度ですので保護回路が非常に簡単となります。

レギュレータの設計目標

- (a) 暗電流 3 mA以下 (12 V時)
- (b) 24 V動作
- (c) 入出力間差電圧 小
- (d) 出力電流 10 mA MAX.

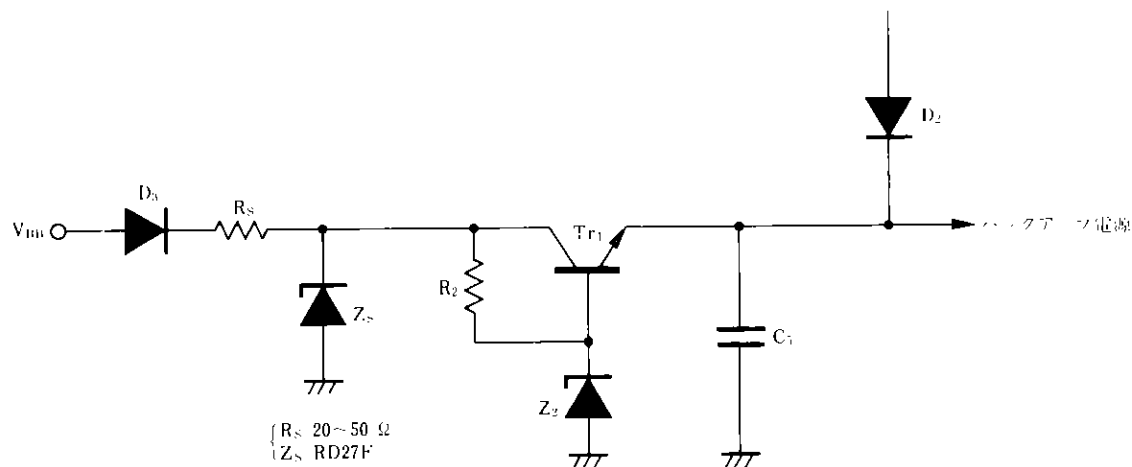


図4 V_{BB} レギュレータ

暗電流 (I_{BIAS}) は $V_{BB}=12$ V時 3 mA とすると

$$I_{BIAS}=3 \text{ mA} = \frac{V_{BB} - (D_3 + Z_2)}{R_2}$$

$$R_2 = \frac{12 - (0.7 + 4.7)}{3 \times 10^{-3}} = 2.2 \text{ k}\Omega$$

また、 $V_{BB}=24$ V時の Z_2 の消費電力 (P_T) は

$$P_T = \frac{24 - (0.7 + 4.7)}{2.2 \times 10^3} \times 4.7 = 40 \text{ mW}$$

D_3 : 負サージ保護	.....	F14A~F14C 1S954~1S955
R_2 : Z_2 電流制限用	.....	2.2 k Ω
Z_2 : 基準電圧	.....	RD4.7E

ただし I_L は $V_{BB}=12$ V時 3 mA TYP.

T_{r1} : 出力電圧制御用 2SC2716

C_5 : 過渡安定度の向上 0.1 μ F ~ 0.47 μ F

バックアップ用電源に使用されるICレギュレータの要求特性は暗電流はできる限り少なく(1 mA以下)、入出力間差電圧が小さい(0.3 V at 10 mA)ものと考えております。

非常に簡単なレギュレータを検討しましたが最近では、ディスクリートによる工夫を施したものの、ICレギュレータを使用したものが増えています。

また、システム回路の標準化、共通化に伴い自動車用レギュレータICの開発を考えておりますが付加機能の標準化がむずかしく現在、次に示します開発品を予定しております。

(i) $V_0=5$ V (500 mA) 5端子レギュレータ

暗電流 5 mA MAX. (1.2 mA TYP.)

最小入出力間差電圧 0.8 V MAX. (0.6 V TYP. @ 500 mA)

入力耐圧: 35 V MIN.

パワーONリセット、出力電圧低下検出しリセット出力

(ii) $V_0=3$ V, 5 V (100 mA) 4端子レギュレータ

暗電流 2 mA MAX. (1.3 mA TYP.)

最小入出力間差電圧 0.3 V MAX. (0.15 TYP. @ 40 mA)

入力耐圧: 12 V MIN.

入力電圧低下検出しリセット出力

3.2 パルス入力回路 (Bグループ)

(1) サージ、ノイズ保護回路

パルス信号としては基準気筒信号、BTDC、クランク角度、車速等があります。センサは電磁ピックアップコイル、フォトインタラプタ、リードスイッチ等が代表的なもので電源供給はIGNラインからされるためサージの保護が必要となります。またセンサからコントロールユニットへの配線インピーダンスが高くなるためノイズ

の保護も必要となります。

センサによって入力回路は多少変わりますので代表的な3つのセンサについて回路を検討します。

(i) 電磁ヒックアップコイル

比較的高速であるクランク角度センサに使用されます。クランクシャフトの回転角度を1°の精度で検出するために180個の突起を設けた円板を取付けその1/2周期を1°として計測します。

次に入力回路例を示します

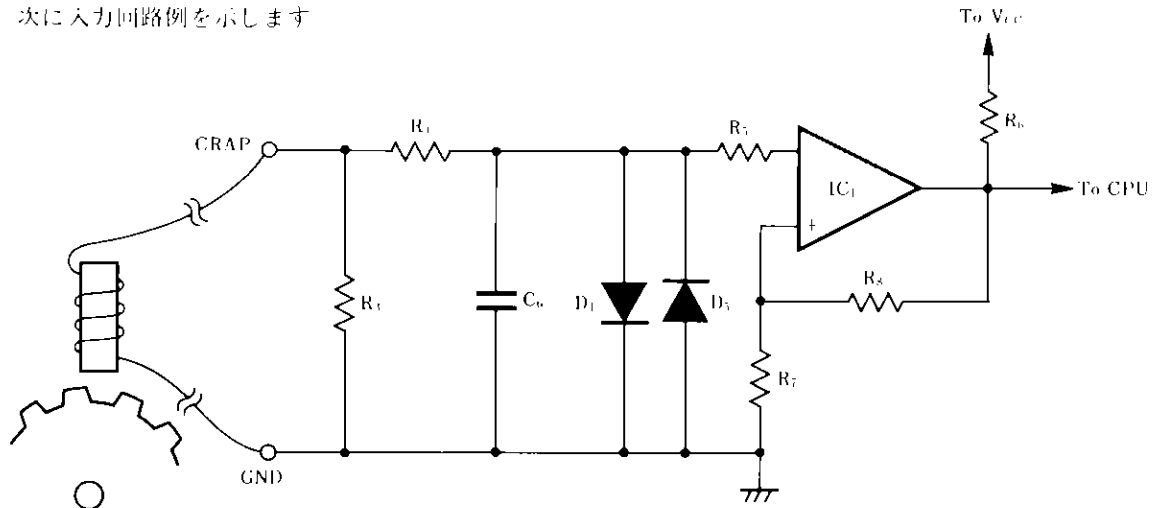


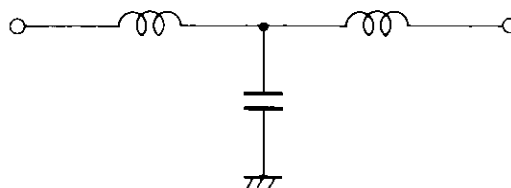
図5 入力回路I

電磁ヒックアップコイルの出力波形には各種の周波数成分が乗っておりフィルタを通し、正負高電圧の保護回路を経てヒステリシスコンパレータで波形整形されます。フィルタはローパスフィルタ(RC)を使用しますが最高回転時の周波数約24 kHzを考慮しかつEMI対策が必要となります。

図5に回路案を示します。

R_1	: ヒックアップコイル終端抵抗	.....	5 k~10 k Ω
R_4/C_6	: フィルタ	.....	2.5 k Ω /2 200 pF
D_1/D_2	: 正負ノイズ保護	.....	1S953
R_5	: 負入力保護	.....	2.5 k Ω
IC_1	: 0 入力コンパレータ	.....	μ PC177C, 277C
R_7/R_8	: ヒステリシス回路(=50 mV)	.....	1 k Ω /100 k Ω
R_6	: 負荷	.....	5 k Ω

なお、EMI対策にはCRフィルタの後に次の等価回路で示される素子を使用されています。



(ii) フォトインタラプタ

本センサも比較的高速な回転および位置検出に使用されます。しかし受光トランジスタのオフ時間や周囲温度について十分な検討が必要となります。

受光トランジスタの負荷抵抗はオフ時間とラインインピーダンスを考慮して決定する必要があります。

次に入力回路例を示します。

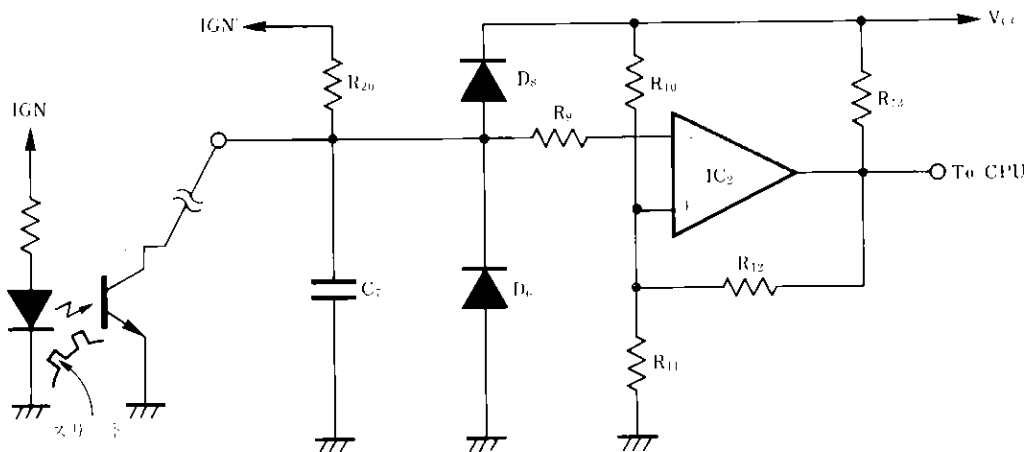


図6 入力回路II

受光トランジスタの出力は比較的低いインピーダンス (500 Ω ~ 2 kΩ) でラインドライブされますのでノイズ等の保護は比較的簡単で良いと思います。

ここでは受光トランジスタと制御ユニットの電源および接地の差がある場合を考慮して負電圧保護タイオードを入れヒステリシスコンパレータで受けるようにしています。

ヒステリシスコンパレータの基準電圧はV_{CC}が5 Vで2 V以上に設定します。

D ₈	: 入力電圧クランプ	.....	1S953
C ₇	: ノイズ保護用	.....	2 200 pF
D ₆	: 負電圧保護	.....	1S953
R ₉	: 負入力保護	.....	2.5 kΩ
R ₁₀ /R ₁₁	: 基準電圧設定(2 V)	.....	1.5 kΩ/1.0 kΩ
R ₁₂	: ヒステリシス設定(≒30 mV)	.....	100 kΩ
R ₁₃	: 負荷	.....	5 kΩ
IC ₂	: コンパレータ	.....	μPC177C, 277C
R ₂₀	: 受光トランジスタの負荷	.....	1 kΩ ~ 5 kΩ

(iii) リードスイッチ

低速回転、位置の検出、およびスイッチ等の使い方があります。回転検出はスピード (4 Pulse/1回転) 等位置検出は基準気筒信号、BTDC等に使用されています。スイッチは感熱タイプのようにサーモフェライトを使用し、任意温度でのON, OFF信号として使用します。

本入力回路にはチャタリング防止に注意する必要があります。

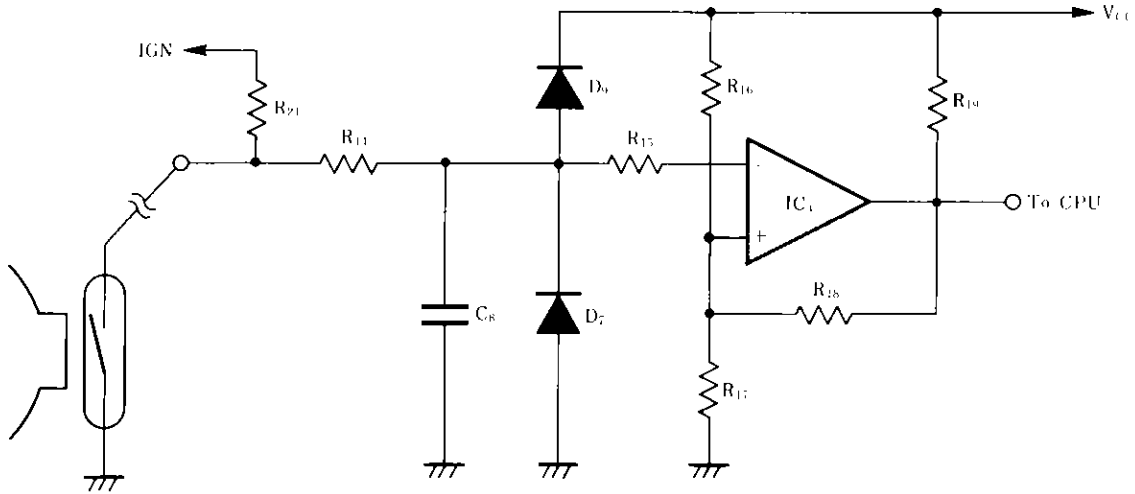


図7 入力回路III

図7に入力回路例を示します。

R ₂₁	: リードスイッチ負荷	.....	1 kΩ~5 kΩ
R ₁₁ ・C ₈	: ローパスフィルタ	.....	10 kΩ/0.033 μF
D ₇	: 負電圧保護	.....	1S953
D ₉	: 入力クランプ	.....	1S953
R ₁₉	: 負入力保護	.....	2.5 kΩ
R ₁₆ ・R ₁₇	: 基準電圧設定(2 V)	.....	1.0 kΩ/1.5 kΩ
R ₁₈	: ヒステリシス設定	.....	100 kΩ
R ₁₉	: 負荷	.....	5 kΩ
IC ₃	: コンハレータ	.....	μPC177C, 277C

(ii) 入力回路まとめ

ハルス入力回路はピックアップコイルのようにダイナミックレンジが広い出力電圧を波形整形する入力回路 I 以外は回路の共通化は可能と考えます。ただし、検出する回転または位置信号の周波数によってローパスフィルタの定数を考慮する必要があります。本資料では最大周波数にしゃ断周波数を設定していますが通常 1.5~2.0 倍位に設定されます。

また、リードスイッチのチャタリングは 2 ms としておりますがマイコンのソフトタイマでも有効と考えます。コンハレータの基準は入力回路 II, III とともに 2 V に設定しておりますが特殊な基準が必要となる場合を除いて、CMOS シュミットゲートでも可能と考えます。

3.3 スイッチ入力回路 (Cブロック)

スイッチ入力回路は基本的にはチャタリング、サージ、ノイズ保護があれば良いと考えますが CPU ダイレクトに接続しないで CMOS バッファを通して接続されていることが多いです。

スイッチ入力情報としては次のものがあります。

- エアコンスイッチ
- 触媒温度（リードリレー）
- クラッキングスイッチ
- ギヤポジションスイッチ（含ニュートラル信号）
- スロットルスイッチ
- アイドルスイッチ
- オートマチック、マニュアル切換え
- その他

スイッチ情報はシステムによって取り方および量が変わります。スイッチとしてはメカニカルスイッチ、またはリードリレー等に大別できると思います。

スイッチの接点電流は信頼性等によって各々違ってきます。またスイッチ等が電源または接地側に接続されますがその環境条件によってはレベルシフトや高電圧保護回路が必要となります。

次にスイッチ入力回路を示します。

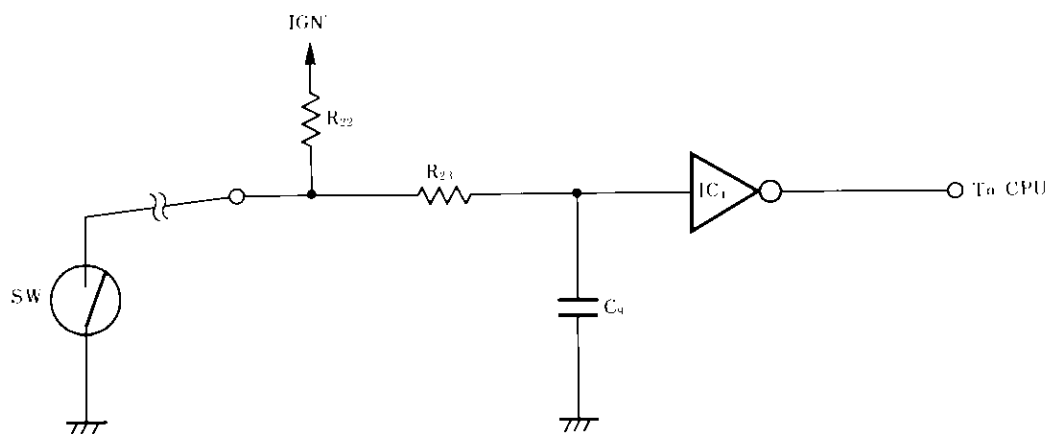


図8 スイッチ入力回路

R_{22} : スイッチ負荷 270 Ω ~ 1.5 k Ω

接点電流は10 mA ~ 50 mA位でIGN'は24 V_{DC}まで
考慮し抵抗パワーを決定します。

R_{23}/C_9 : ローパスフィルタ 51 k Ω /0.033 μ F

しや断周波数 100 ~ 200 Hz

IC₁ : CMOSインバータ $\begin{cases} \mu$ PD4066BC \\ \muPD4584BC \end{cases}

IGN'のクランプダイオードはCMOS入力ダイオードを使用

I_{IX} \leq \pm 10 mA保証

3.4 アナログ入力回路 (Dグループ)

アナログ情報には吸入空気量、位置、温度、電圧、O₂センサ等があり抵抗変化による電圧検出が中心です。また変化速度としては吸入空気量信号が早くなくてはならないため各種のセンシング技術が使用されています。

ここでは3つのセンサと1つの入力情報に分けて検討します。

(1) サーミスタ

サーミスタは温度センサとして現在最もよく使用されています。特徴は抵抗値変化が大きく温度対抵抗特性は通常負特性をもちますが正特性も可能であり、また自動車用センサとして必要な任意温度で抵抗値が急激に変化する特性が得られます。正特性サーミスタについては約300℃まで自由に温度が選択できます。

入力回路はセミログで直線になるサーミスタと任意温度で急激に変化するサーミスタとで違います。前者は抵抗ブリッジ構成をとりますが後者は抵抗分割で良いため自動車用として主に使用されています

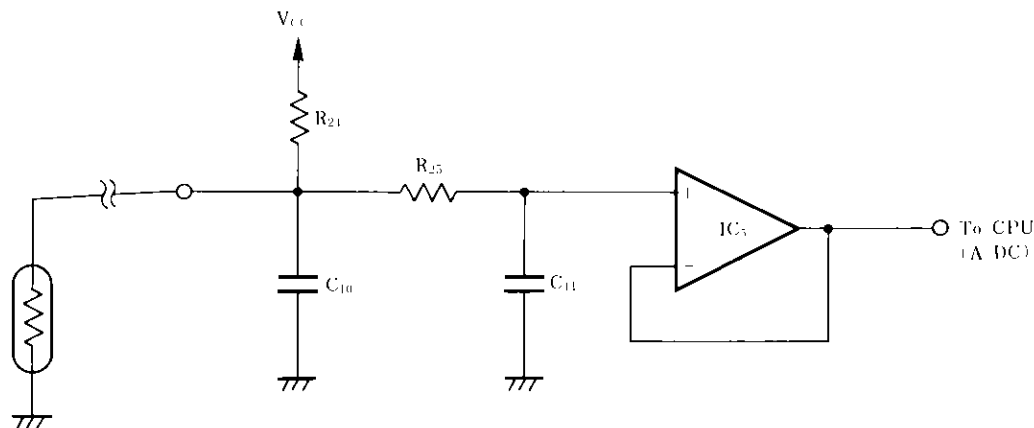


図9 サーミスタ入力回路

- | | | | |
|----------------------------------|---|-------|-------------------|
| R ₂₁ | ：サーミスタとの分圧抵抗 | ..... | 500 Ω～1 kΩ |
| | サーミスタ特性によって決定されます。 | | |
| | 特に50℃～60℃の検出および80℃～90℃付近の検出の分解能が良いことです。 | | |
| C ₁₀ | ：ノイズ防止 | ..... | 0.01 μF～0.033 μF |
| R ₂₅ ・C ₁₁ | ：ローパスフィルタ | ..... | 51 kΩ・0.033 μF |
| IC5 | ：ボルテージフォロア | ..... | μPC1251C, μPC451C |

なお、IC5は使用されていない例が多い

(2) 抵抗変化 (ボリューム)

抵抗変化として検出しているものにフラップ方式による吸入空気量、および弁、バルブ等の位置検出などがあります。吸入空気量については精度を必要としますので抵抗ブリッジ構成になっていることもあります。

通常スロットル開度センサの場合、制御ユニットから基準電圧を供給し、その基準電圧を再び制御ユニットに戻しA/DCの基準にすることによってセンサ出力電圧の基準電圧変動による誤差を補正しています。

また断線検知のため減衰器 (A_p<1アンプ) を使用し断線時にフルスケールになるように設計する場合があります。

次に基準電圧の出力、入力回路を含めスロットル開度センサの入力回路を示します。

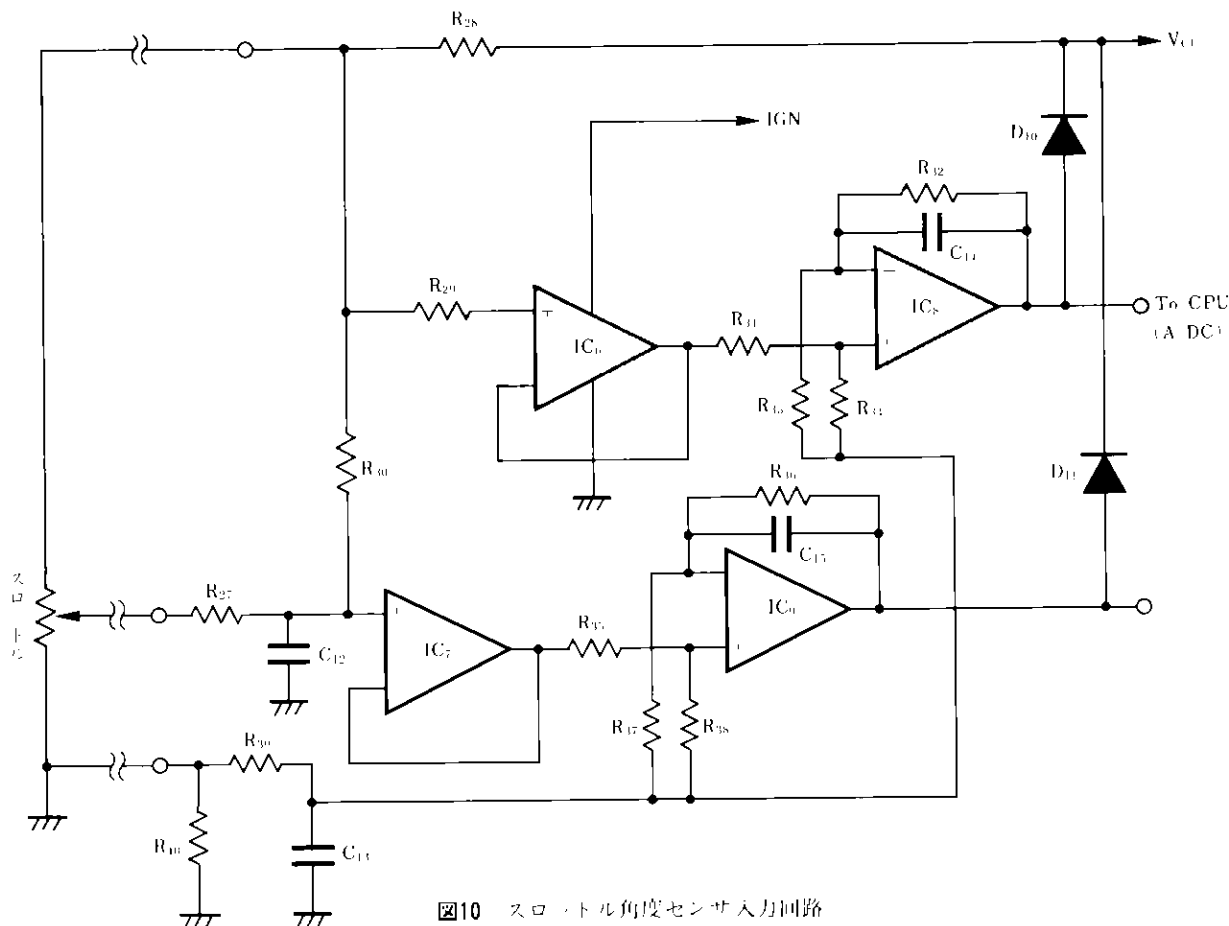


図10 スロットル角度センサ入力回路

- R₂₇・C₁₂ : 入力保護とフィルタ 10 kΩ・0.033 μF
- R₂₈・R₂₉ : 入力保護 50 Ω～200 Ω
- R₃₀ : スロットルセンサ断線検出 1 MΩ～2 MΩ
- R₃₁・R₃₄ : 入力信号分圧 100 kΩ・82 kΩ

$$(R_{35}/R_{38}) \quad V_{\oplus} = \frac{R_{34}}{R_{31} + R_{34}} V_{IN} = 0.45 V_{IN}$$

- R₃₂・R₃₃ : ゲイン設定 82 kΩ・100 kΩ

$$(R_{36}/R_{37}) \quad V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_{32}}{R_{33}}\right) V_{\oplus} = 1.82 V_{\oplus}$$

$$\therefore V_{OUT} \cong 0.82 V_{IN}$$

- R₃₉・C₁₃ : 入力保護とフィルタ 50 Ω～200 Ω・1 000 pF
- R₄₀ : GNDオープン時のレベル設定 1 kΩ
- R₃₂・C₁₄ : ローパスフィルタ 82 kΩ・0.01 μF

$$(R_{36}/C_{15}) \quad f_0 = \frac{1}{2\pi R_{32} C_{14}} \cong 200 \text{ Hz}$$

- D₁₀・D₁₁ : 出力電圧クランプ 1S954
 IC₆~IC₉ : オペアンプ μ PC451C

以上、特に断線検出が不要な場合はCRフィルタで直接A/DCへ入力しても可能です。

(3) バッテリ電圧検出 (抵抗分割)

バッテリ電圧はエンジン制御MAPの一つのパラメータに入っておりCPUのA/DCで値を読みます。

ここでは必要電圧幅は3 V~18 Vとして、それ以上、以下は無視しサージ保護も含めた回路案を示します。

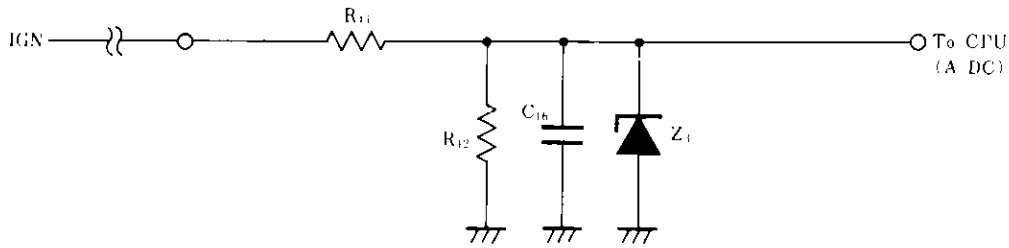


図11 バッテリ電圧入力回路

- R₁₁/R₁₂: 抵抗アッテネータ (≒0.22) 156 k Ω /44 k Ω
 (R₁₁)/C₁₆: フィルタ 0.01 μ F
 Z₃ : 高電圧保護 RD4.7E

(4) 吸入空気量センサ (エアフローセンサ)

エアフローセンサには大別して次の3つがあります。

- (i) フラップ方式
- (ii) 熱線式
- (iii) カルマン渦方式

従来から使用されているフラップ方式は空気量をポテンショメータで電圧変化に変えて計測していました。構造はポテンショメータ、吸気温センサ、メジャリングプレート等から成っています。

熱線式は白金の温度係数3 850~3 920 ppm/ $^{\circ}$ Cを利用し、その白金と温度補償用の白金センサをブリッジ構成します。その白金に任意電流を流し、発熱させ吸入空気によって冷やされた抵抗変化を電圧に変換して計測します。

またカルマン渦方式は超音波の送受信回路を持ち吸入空気流中に置かれた障害物の後にできる渦(カルマン渦)の数を計測することによって空気の流速を検出します。したがって空気密度に対する補正が必要となります。

以上各方式の比較を次に示します。

種 類	応 用	課 題
フ ラ ッ プ 方 式	Lジェットロニック	○ダンパが応答性を悪くする ○形状(重量)が大きくなる
熱 線 式	LHジェットロニック I-TEC	○汚れ対策が必要
カ ル マ ン 渦 方 式	ECI	○正確な応答に限度 ○周辺回路が複雑

3.5 フェールセーフ (Eブロック)

現在主に使用されているものにウォッチドックタイマによるCPUリセットがありパワーダウン、パワーオンリセットを兼ね備えたICが各種使用されています。当社では特に専用ICがありませんので汎用リニアICで回路を構成します。

ウォッチドック回路は発振リセット付発振回路のようなものでそのリセット信号をマイコンからもらいます。マイコンはソフトで動いていますがそのメインループにあるポートをSETまたはRESETする命令を入れ、ある周期毎に「H」「L」をくり返すようになっており、ループに入ったりするとこの信号が出力されなくなりCPUにリセットがかかります。

通常この信号パルス幅は2 ms～100 msまで変動することが考えられますので微分してから使用しています。

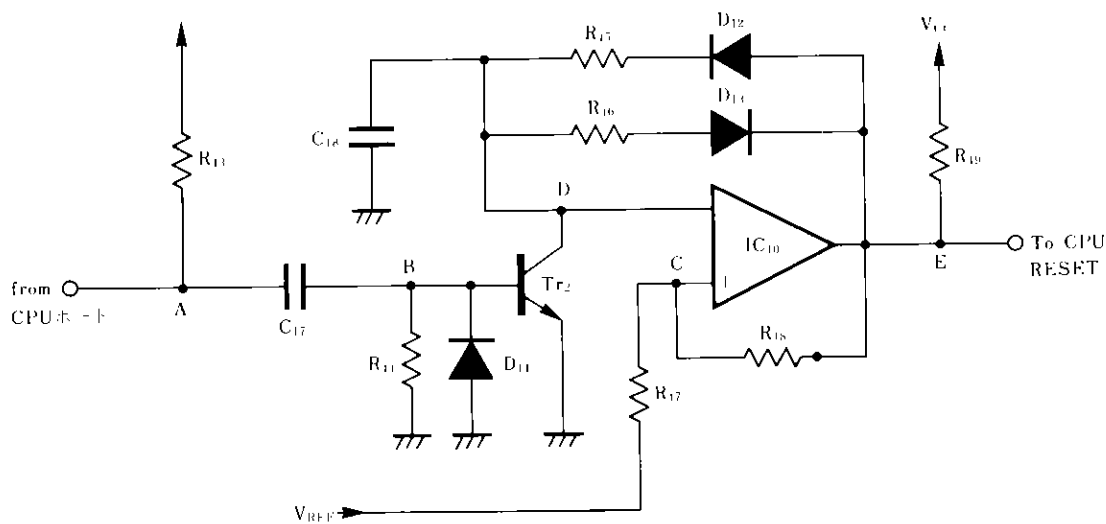


図12 ウォッチドック回路

動作を次のタイミングチャートで説明します。

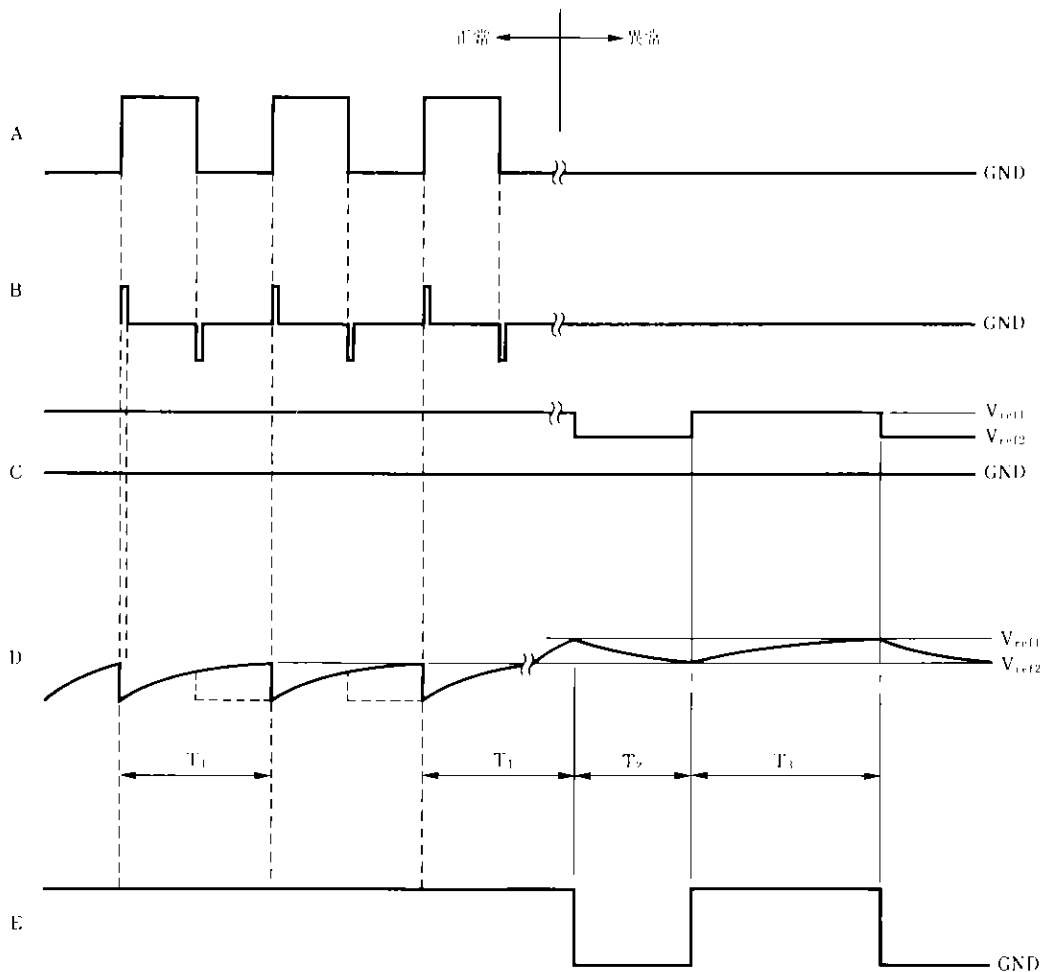


図13 タイミングチャート

図13のタイミングチャートのA～Eは図12の回路図の測定点を示します。A点はCPUのI/Oポートより出力されたハルスが加わります。デューティは通常50%ですがこれもばらつくことがあります。したがって R_{43} 、 C_{17} で入力ハルスを微分し、その微分ハルス(B点波形)で C_{18} のデイスチャージ用トランジスタ(Tr_2)を制御します。 IC_{10} はデューティが違う発振回路を構成しておりC点の基準電圧(V_{ref1})を越えた電圧が C_{18} にチャージアップされますと IC_{10} の出力が反転しC点の基準が下がり V_{ref2} までのデイスチャージ間出力は固定されます。

通常モードは図13の正常タイミングに示しますように V_{ref1} まで C_{18} がデイスチャージされる前に Tr_2 でデイスチャージされるためD点波形のようになり出力波形E点は反転せずCPUは正常動作を継続します。しかしCPUの異常またはノイズ等によりソフトのループに入ったりしますと入力波形が“H”または“L”に固定されますので微分出力は“L”となり Tr_2 がONせず発振開始します。この時CPUにリセットハルスが加わり、その時間の決定は C_{18} 、 R_{46} で任意に設定します。CPUにリセットが加わり0番地スタートし、異常が復帰したか検出するため、一定時間CPUを走らせる必要がありますので、その時間を C_{18} 、 R_{41} ($V_{ref2} - V_{ref1}$)によって設定します。

R_{43}/C_{17} : 微分回路(入力周波数考慮要)…………… 4.7 k Ω /0.022 μ F

- R_{44} : リーク保護抵抗 50 k Ω ~100 k Ω
 D_{14} : 負ハルスクランプ用 1S953
 Tr_2 : C_{18} デイスチャージ用 2SC945
 D_{12} D_{13} : 発振時の C_{18} チャージ 1S953
 デイスチャージライン切換え
 C_{18} R_{15} : C_{18} チャージ時間設定 2.2 μ F 100 k Ω

$$T_1 = -C_{18}R_{45} \ln \left(1 - \frac{V_{ref1}}{V_{CC}} \right)$$
 C_{18} R_{46} : C_{18} デイスチャージ時間設定 2.2 μ F/33 k Ω

$$T_2 = -C_{18}R_{16} \ln \left(1 - \frac{V_{ref1} - V_{ref2}}{V_{ref1}} \right)$$

図13の T_3 、 T_1 は次のように設定されます。

- $T_3 = T_1 + T_4$

$$T_1 = -C_{18}R_{45} \ln \left(1 - \frac{V_{ref2}}{V_{CC}} \right)$$
 V_{REF} : V_{ref2} 設定 2 V
 R_{47} R_{18} : V_{ref1} 設定 51 k Ω 120 k Ω
 R_{19} : 負荷抵抗 4.7 k Ω
 IC_{10} : コンパレータ μ PC177C、277C

以上より $T_1 \sim T_4$ を求めますと次のようになります。

- $T_1 \doteq 260$ ms
 $T_2 \doteq 40$ ms
 $T_3 \doteq 148$ ms
 $T_4 \doteq 112$ ms

T_1 はCPUからのハルス周期最大以上のタイマとして設定し、 T_2 はCPUが要求するリセット時間以上で設定しています。 T_2 にはCPUのOSC起動時間も含まれます。 T_3 はCPUが再スタートし、実行する時間で異常が継続すると再びリセットがかかります。

T_4 は V_{ref2} までの時間ですが、これはマイコンからのハルス周期によって Tr_2 がONしますのでそれによって通常時間は変化します（D波形破線部）

次にパワーON、パワーダウンリセットについて検討します

パワーONは電源投入時にCPUへリセットをかけるものでパワーダウンは通常検出し、CPUが実行した結果データおよび状態をバックアップするための信号をCPUへ出します。したがって本回路の出力(IC_{12})は、インタラフト端子に接続されます

パワーON時にはIGNが任意電圧(8 V)以上になりますと IC_{12} 出力が“H”となり R_{56} によって C_{21} に充電が開始され R_{50} R_{51} で設定される基準電圧を越えるまで IC_{11} が“L”を保持し、その間CPUにリセットがかかります。また通常動作時IGNが8 Vを下がると IC_{12} が“L”となりCPUにインタラフトをかけると共に C_{21} を R_{57} で急速にデイスチャ

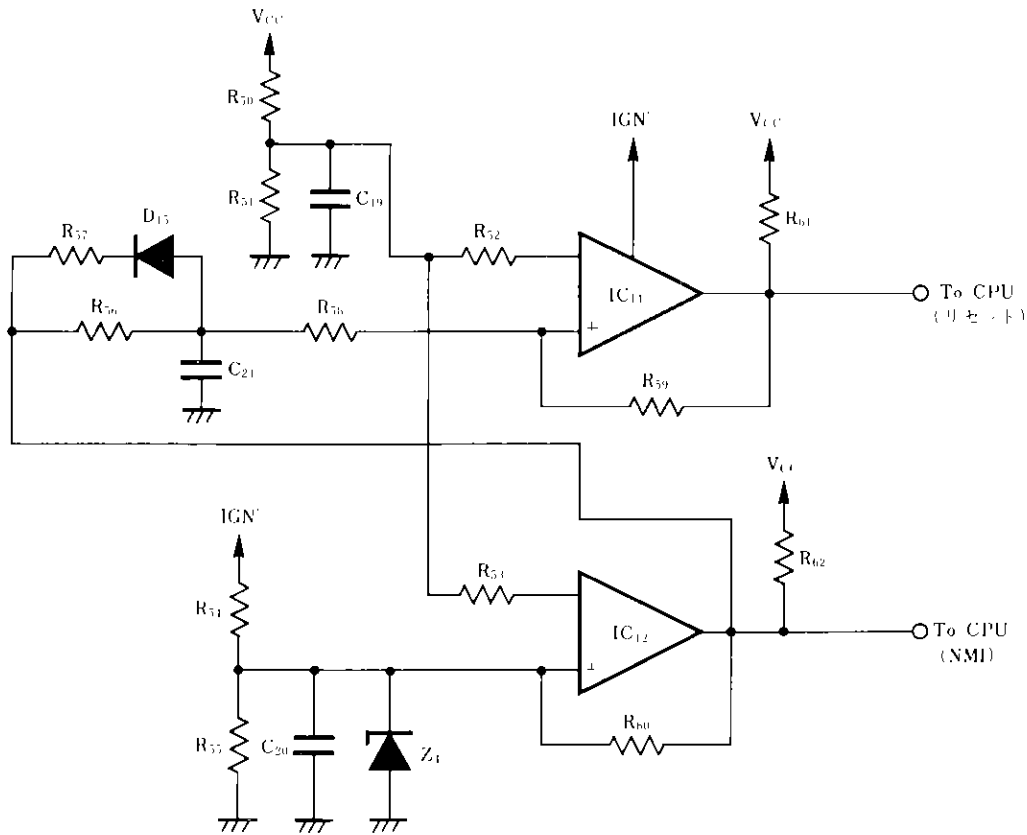


図14 ハワーON、ダウン検出回路

ージします。

そのディスチャージの間にCPUはバックアップ動作を完了し、その後CPUにリセットをかけます。ただしC₂₁のディスチャージ量がR₅₀/R₅₁の基準をクロスしない場合はリセットはかかりません。したがって数10 μs~100 μs位のノイズではCPUへのインタラプトのみとなり再実行されます。

R ₅₀ /R ₅₁	: コンパレータ基準電圧	.....	15 kΩ/10 kΩ
R ₅₂ /R ₅₃	: 入力抵抗	.....	1 kΩ/1 kΩ
C ₁₉	: 基準安定用	.....	0.022 μF
R ₅₄ /R ₅₅	: IGN' ダウン検出(8 V)	.....	7.6 kΩ/2.4 kΩ
C ₂₀	: 分圧電圧安定用	.....	0.022 μF
Z ₄	: 過電圧保護	.....	RD5.1EB
R ₆₀	: ヒステリシス設定	.....	100 kΩ
R ₆₁ /R ₆₂	: 負荷抵抗(V _{CC})	.....	4.7 kΩ/4.7 kΩ
R ₅₆ /C ₂₁	: リセット時間設定	.....	250 kΩ/0.22 μF
D ₁₅	: ディスチャージ切換え	.....	1S953
R ₅₇	: ディスチャージ抵抗	.....	700 Ω
R ₅₈ /R ₅₉	: ヒステリシス設定	.....	300 kΩ/1 MΩ

基準電圧は2 V、IGN' ダウン検出電圧8 V、リセット時間40 ms位に設定しております。

IC₁₁, IC₁₂: コンパレータ μPC277C, 177C

3.6 バッファゲート (F, Gブロック)

CPUのI/Oポート出力レベルはTTLコンパチになっている場合が多く“L”アクティブで負荷をドライブすることが有利になっていますがアクチュエータの電源は、IGNから直接取る場合が多く“H”アクティブが必要となります。

またアクチュエータドライブ用トランジスタを直接CPU出力でドライブすることはIGNラインのサージ等による出力系の破壊がCPUにおよぶことになるため通常CMOSゲートを入れています。

アクチュエータのドライブ電流はSPIの3~5 Aおよびソレノイドの1~2 A位大電流でありかつ周囲温度ドライブ電流のばらつきを考慮して、十分なドライブ能力が要求されますのでフリドライバにダーリントンを使用し、パワートランジスタをドライブしています。

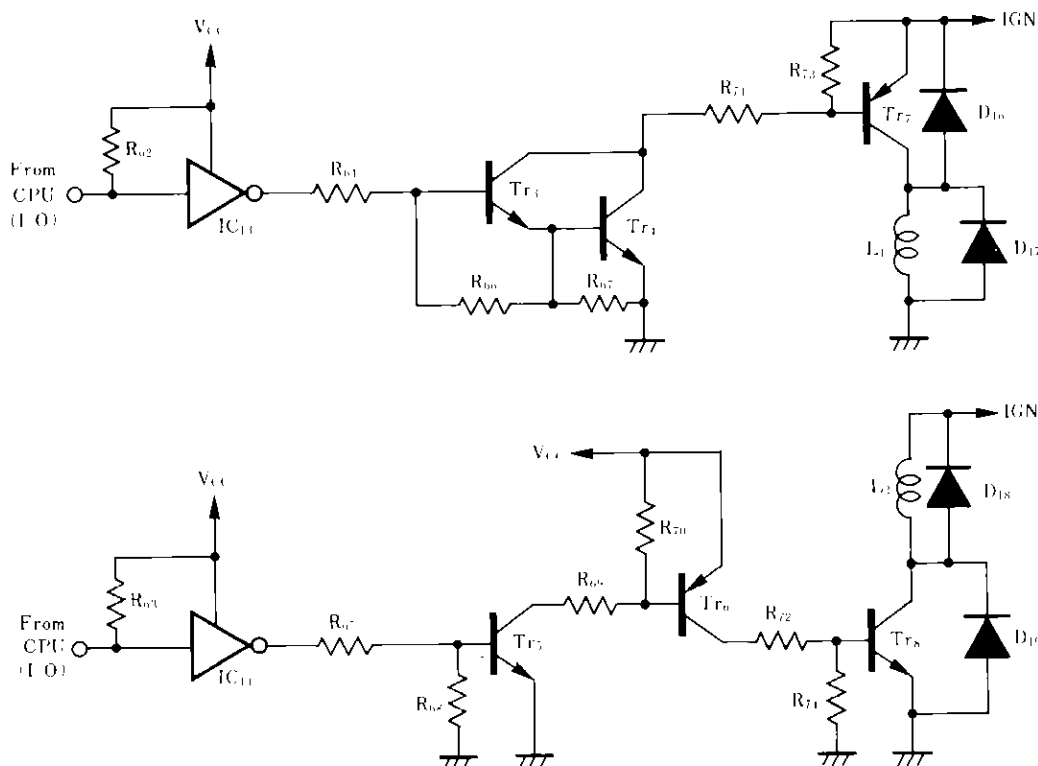


図15 アクチュエータ出力回路

- | | | | |
|---|-----------------------------|-------|----------------------------------|
| R ₆₂ ・R ₆₃ | : フルアンプ抵抗 | ..... | 10 kΩ・10 kΩ |
| R ₆₄ ・R ₆₅ | : ドライブ電流設定(I _B) | ..... | 500 Ω~1 kΩ |
| $I_B = \frac{V_O(IC_3) - 2 V_{BE}}{R_{64}}$ | | | |
| R ₆₆ ・R ₆₇ ・R ₆₈ | : リーク保護 | ..... | 7.2 kΩ・3 kΩ・10 kΩ |
| $IC_{13} V_O > \frac{R_{65} + R_{68}}{R_{68}} V_{BE}(Tr_5)$ <small>(ON条件)</small> | | | |
| Tr ₃ ・Tr ₄ | : フリドライバ | ..... | μPA2001, 2004 (60 V, 0.5 A unit) |
| Tr ₅ | : Tr ₆ ドライバ | ..... | 2SC2716 |
| Tr ₆ | : フリドライバ | ..... | 2SA1156 |
| Tr ₇ | : 2 A負荷ドライブ | ..... | 2SB708 (2SB601) |

- Tr_8 : 2 A 負荷ドライブ 2SC2335 (2SD560)
 R_{71}/R_{73} : Tr_4 コレクタ電流設定 470 Ω / 5.1 k Ω
 Tr_7 バイアス抵抗
 R_{69}/R_{70} : Tr_5 コレクタ電流設定 200 Ω / 5.1 k Ω
 Tr_6 バイアス抵抗
 R_{72}/R_{74} : Tr_8 ベース電流設定 47 Ω / 1 k Ω
 バイアス抵抗
 $D_{16} \sim D_{19}$: 逆起保護
 出力トランジスタ保護 F14A シリーズ
 なお、トランジスタ関係については負荷およびサージによって選択する必要があります。
 また低温度、減電圧特性、SOA (サージ) 等に注意する必要があります。
 IC_{13}, IC_{14} : バッファゲート μ PD4069BC, 4584BC

出力段 (G ブロック) には負荷のドライブとサージ吸収の値に負荷のオープン、ショート検知が必要となっており、種々な方法が使用されています。

代表的な方法は、出力段トランジスタのコレクタ電圧を検出し入力条件より出力状態が決定されるので相反する結果が得られた場合異常と判断します。

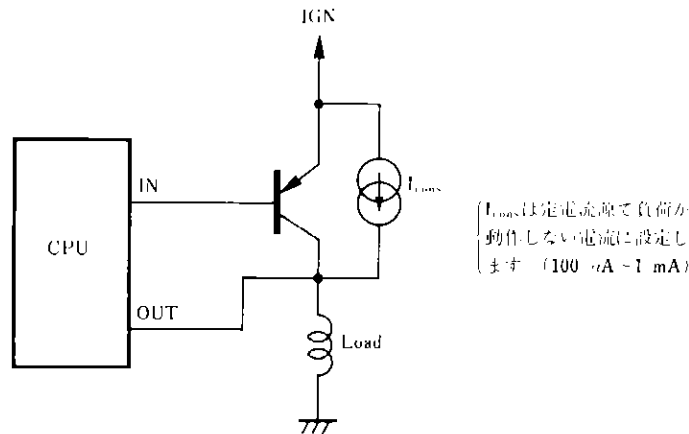


図16 検出例

異常の判定は次の表になります。

モード	IN	OUT	状態
1	H	L	正 常
2	L	H	
3	H	H	負荷オープン
4	L	L	負荷ショート

なお、検出回路は逆起対策 (-V_F クランプ)、フィルタ等を経てバッファゲートで CPU にフィードバックします。

3.7 モニタドライバ、出力バッファ（Hグループ）

入力回路（センサ含）、出力回路、CPUの異常を検出しますと表示する必要があります。

モニタランプにはLED、3.4 Wランプまたは表示器（FIP、LCD）が使用されています。また出力バッファブロックはシリアルI/Oにラインドライバ（バッファゲートでも可）等を接続し、診断装置とのインターフェイスを行います。他にも各ユニットとの情報交換等にも使用できます。

回路は μ PD4066(または μ PD4584)の出力に2SD571(または2SC2716)を使用し、一応簡単なサージ保護を入れています。

4. その他

以上、今回はエンジン制御ユニットをブロック毎に一般的な回路で検討しましたが、目的はシステムの全体像をとらえることですので概説としてご利用ください。

なお、今後各ブロック毎について詳細に検討した技術資料を新製品を加え準備して行きます。

また、回路に関する特許等については弊社では責任を負いかねますので十分注意してください。

5. まとめ

エンジンコントロールユニットの回路と半導体

自動車の電子化は中型車、小型車へと進むにつれてユニットの設置場所が少なく居住性を高める意味も含めて今後さらにユニットの小形化が進み極限を追求していくものと考えられます。

また制御機能も高級化、複合化し、高機能マイコンが搭載されて行きますが、それによってセンサが増え、制御するものも増えますのでマイコン周辺のデバイスも必然的に多くなります。

このような状態で小形、高機能化が進みますと半導体技術とシステム技術および組立技術の効率的な結びつきが必要となります。

具体的には次の5つに分けられると思います。

- (1) 自動車のシステム形態の検討
- (2) ユニット内回路の標準化、共通化
- (3) 半導体デバイスの小形、高機能化
- (4) 回路設計マージンの最適化
- (5) その他

今後とも弊社では特に電子デバイスの小形、高機能化のニーズにあったデバイスの提供に心がけて行く考えです

本製品が外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等(または役務)に該当する場合には、日本国外に輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。

NEC 日本電気株式会社

本社	東京都千代田区五反田3番1号・日本電気ビル5F	〒108 東京 03 454 1111
主幹・第一販売営業部	東京都千代田区千代田29番31号・日本電気ビル5F	〒108 東京 03 456 6111
関西支社 主幹販売部	大阪府大阪市東区南船場1丁目2番6号・新大阪ビル5F	〒530 大阪 06 348 1461 大阪 06 348 1466
中部支社 電子デバイス販売部	名古屋市中区栄2丁目15番32号・日建ビル5F	〒460 名古屋 052-262 3611

北海道支社	札幌市東区南一条1丁目1番1号	〒011-231 0161	甲府支社	甲府市南条1丁目1番1号	〒0552-24 4141
東北支社	仙台市青葉区中央1丁目1番1号	〒022-261 5511	山形支社	山形市中央1丁目1番1号	〒0988-66 5611
関東支社	東京都千代田区千代田29番31号	〒108-249 5511	福島支社	福島市中央1丁目1番1号	〒0425-26 0911
中部支社	名古屋市中区栄2丁目15番32号	〒0246-21 5511	茨城支社	水戸市中央1丁目1番1号	〒0472-27 5441
近畿支社	大阪府大阪市東区南船場1丁目2番6号	〒025-247 6101	栃木支社	宇都宮市中央1丁目1番1号	〒0542-55 2211
中国支社	大阪市東区南船場1丁目2番6号	〒0292-26 1717	群馬支社	高崎市中央1丁目1番1号	〒0534-52 2711
四国支社	香川県高松市東区南船場1丁目2番6号	〒0298-23 6161	新潟支社	新潟市中央1丁目1番1号	〒0762-23 1621
九州支社	福岡市中央区南船場1丁目2番6号	〒045-324 5511	富山支社	富山市中央1丁目1番1号	〒0764-31 8461
		〒0273-26 1255	石川支社	金沢市中央1丁目1番1号	〒082-247 4111
		〒0276-46 4011	福井支社	福井市中央1丁目1番1号	〒0862-25 4455
		〒0286-21 2281	岐阜支社	岐阜市中央1丁目1番1号	〒0878-22 4141
		〒0262-35 1444	長野支社	長野市中央1丁目1番1号	〒0899-45 4111
		〒0263-35 1666	山梨支社	山梨市中央1丁目1番1号	〒092-271 7700
		〒0266-53 5350	滋賀支社	彦根市中央1丁目1番1号	〒093-541-2887

(技術お問い合わせ先)

主幹技術本部	東京都千代田区千代田29番31号・日本電気ビル5F	〒108 東京 044-533 1111
主幹市場開発本部第一技術本部	東京都千代田区千代田29番31号・日本電気ビル5F	〒108 東京 03-456 6111
主幹市場開発本部第二技術本部	大阪府大阪市東区南船場1丁目2番6号・新大阪ビル5F	〒530 大阪 06-348 1477