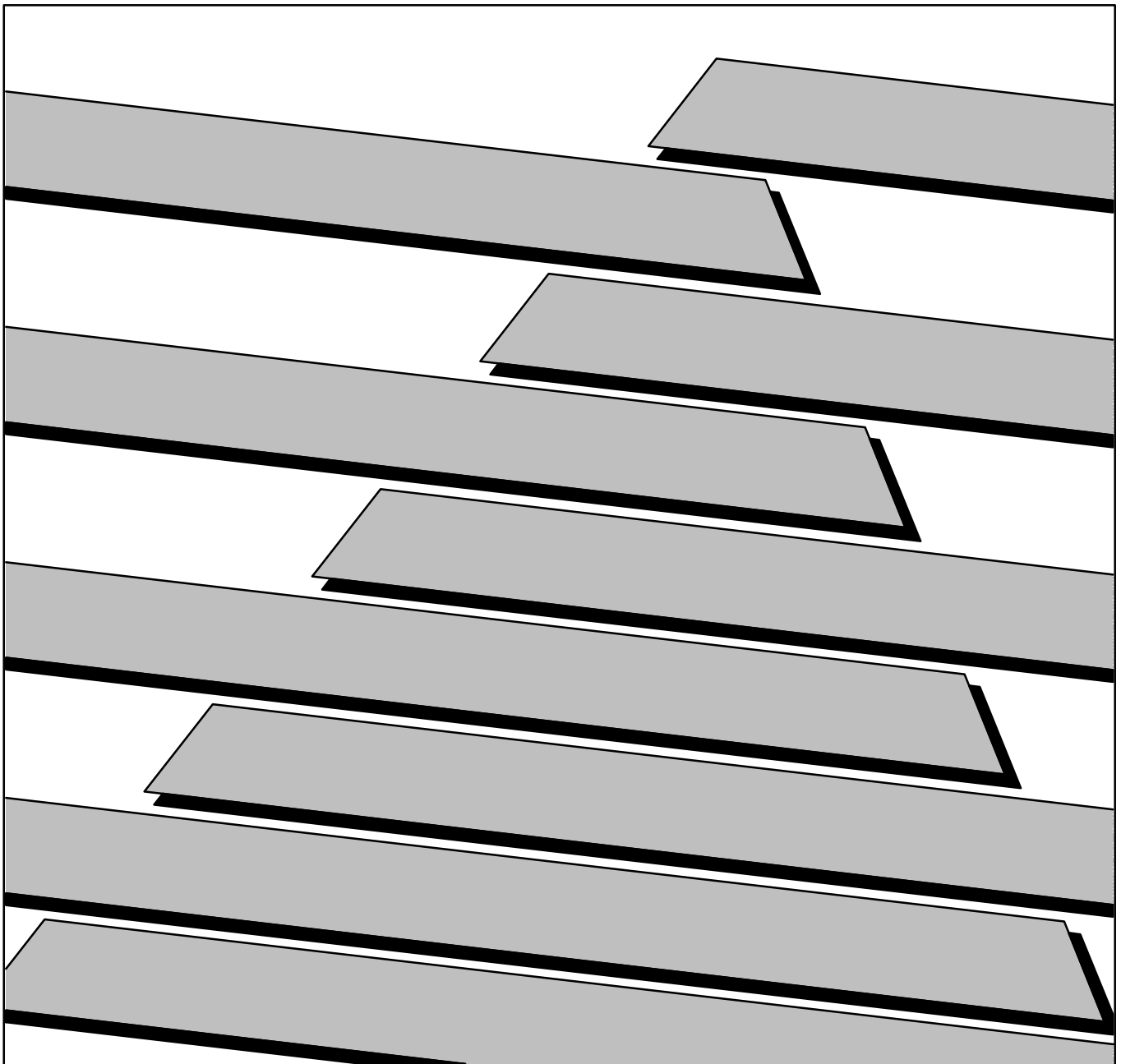




ソリッド・ステート・コントロール

ソリッドステート装置のアプリケーション、設置、および保守のための安全ガイドライン



まえがき

NEMA 規格	1
説明	1
適用範囲	1

第1章 定義	1
--------------	---

第2章 概要

2.1 周囲温度	2
2.2 電氣的ノイズ	2
2.3 オフ電流	3
2.4 極性	3
2.5 電圧上昇率、電流上昇率 (DV/DT, DI/DT)	4
2.6 サージ電流	4
2.7 過渡電圧	5

第3章 アプリケーションの指針

3.1 アプリケーションに関する全般的な予防措置	5
3.1.1 回路に関する注意事項	5
3.1.2 電源投入/電源切断に関する注意事項	6
3.1.3 冗長回路とモニタ機構	7
3.1.4 過電流保護	7
3.1.5 過電圧保護	7
3.2 回路の分離に関する必要条件	8
3.2.1 電圧の分離	8
3.2.2 絶縁方法	8
3.3 アプリケーションに関する特別な注意事項	8
3.3.1 ラダーダイアグラムの変換	8
3.3.2 極性と相順	9
3.4 電氣的ノイズを除去するための設計段階での注意事項	10
3.4.1 電氣的な環境の評価	10
3.4.2 耐ノイズ性を付与すべき装置の選定	10
3.4.3 最大限のノイズ抑制効果を得る配線設計	11
3.5 オフ電流対策	12
3.5.1 オフ電流	12
3.5.2 オフ電流に関する予防措置	12
3.6 環境条件の維持	13
3.6.1 温度	13
3.6.2 汚染	13
3.6.3 衝撃と振動	14
3.7 安全教育	14

第4章 設置に関する指針

4.1	設置および配線の施行	15
4.1.1		15
4.1.2		15
4.2	筐体 (冷却と換気)	16
4.3	静電気に対する注意点	16
4.4	装置の印加電圧 / 周波数の適合性	16
4.5	テストに関する予防措置	17
4.6	スタートアップ手順	17

第5章 予防保全と修理に関する指針

5.1	概要	18
5.2	予防保全	18
5.3	修理	19
5.4	保守要員に関する安全勧告	19

まえがき

本書の英語版は『NEMA Standards Publication No. ICS 1.1-1987』(副題『Safety Guidelines for the Application, Installation and Maintenance of Solid state Control』)に準拠して記載しています。本書では、NEMA 規格の原文の翻訳を左欄(「NEMA 規格」)に記載し、右欄(「説明」)にアレン・ブラドリー社による注釈を記載しています。この注釈はNEMA 規格の補足説明であり、産業用ソリッドステート装置の特徴についての読者の理解を助けることを目的に書かれています。アレン・ブラドリー社は、右欄の注釈以外のNEMA 規格の部分には一切関知しません。

本版は、SGI-1.1 - April, 1990の和訳です。SGI-1.1を正文といたします。

『NEMA Standards Publication No. ICS 1.1-1984, Rev. No. 1 - October 1987』の入手先は次の通りです。
National Electrical Manufacturers Association, 2101 L Street, N.W., Washington, D.C. 20037

NEMA規格

適用範囲：この規格はソリッド・ステート・コントロールのアプリケーション、設置、保守に関する一般的な指針を示すことを目的としています。ここでいうソリッド・ステート・コントロールとは、ソリッド・ステート・コンポーネントが組み込まれた独立した機器かアセンブリパッケージを指します。この指針は特に作業員の安全に重点を置いています。このNEMA 規格の該当事項とともに製品の使用説明書にも従うことが大切です。

第1章 定義

電氣的ノイズ：コントロール、その回路、およびシステムに有害な影響を与える可能性のある望ましくない電気エネルギー。電氣的ノイズには電磁障害(EMI)と電波妨害(RFI)があります。

耐ノイズ性：明白に規定された電氣的ノイズにコントロールが耐えうる度合。

電磁障害(EMI)：電子デバイスの性能低下、誤動作、故障という形で現われる電磁障害(IEC規格)。

オフ電流：オフ状態のソリッドステート装置に流れる電流。

オフ状態：制御信号の非印加時のソリッドステート装置の状態。

オン状態：導通時のソリッドステート装置の状態。

無線周波妨害(RFI)：RFIはEMIと同じ意味で用いられます。EMIの方が後で定義され、電磁スペクトルの全域を含むのに対し、RFIは無線周波数帯(一般には10KHz ~ 10GHz)に限定されています(IEC規格)。

サージ電流：瞬間的に定常電流を超える電流が発生すること。一般に、そのピーク振幅と継続時間で特徴づけられます。

過渡電圧：瞬間的に定常電圧を超えるピーク電圧が発生すること(例えば、スイッチング機器の動作時など)。

説明

(補足の注釈 - 『NEMA Standards Publication No. ICS-1.1』の一部ではない。)

適用範囲

本書(SGI-1.1)の適用範囲は、左欄に述べられている『NEMA Standards Publication No. ICS 1.1』の適用範囲と同じです。

第2章 概要

(第2章～第5章は『Authorized Engineering Information 11-15-1984』と分類されています。)

ソリッド・ステート・コントロールは、エレクトロメカニカルコントロールと同じような制御機能を実現しますが、ソリッド・ステート・コントロール固有の特性に注意しなければなりません。

ソリッド・ステート・コントロールのアプリケーション、設置、保守に関して特に注意すべき事項を以下の2.1項～2.7項で説明します。

2.1 周囲温度

製造業者の指定する周囲温度の範囲を超えないようにしなければなりません。

2.2 電氣的ノイズ

ソリッド・ステート・コントロールの性能は電氣的ノイズによって左右されます。一般にシステムの設計では一定レベルの耐ノイズ性が考慮されます。耐ノイズ性は、3.4.2項で説明されているテストに基づいて決定されます。ノイズの影響を減らすためには、製造業者の推奨する設置方法に従うことが大切です。

概要に関する注釈

ソリッドステート装置には高速、小型で非常に複雑な機能を扱えるなど多くの利点がありますが、エレクトロメカニカル装置とは基本的な動作特性や環境条件に対する感応性が異なります。また、超過ストレス故障が生じる機構も異なります。

以下の注釈は、産業用ソリッドステート装置の動作特性、環境条件、故障モードについての読者の理解を助けることを目的としています。このような機器の選定、設置、使用、保守に携わる人々は、ここに述べられている知識に基づいて適切な判断を行ない、性能および安全面での支障が生じないようにしなければなりません。

C.2.1 周囲温度

周囲温度とは開放状態のソリッドステート装置を直接取り巻く空気の温度のことです。機器を筐体の内部に設置する場合は、その筐体内部の空気の温度が周囲温度として問題となります。ソリッド・ステート・コンポーネントの製造業者は通常、周囲温度40°Cにおけるコンポーネントの故障率を公表しています。経験測ですが、10°Cの周囲温度上昇でコンポーネントの故障率は2倍になります。このように故障率は指数的に増大するので、周囲温度は可能な限り低く抑えなければなりません。

3.6.1項および3.6.2項も参照してください。

C.2.2 電氣的ノイズ

一般にソリッドステート装置はエレクトロメカニカル装置よりも電氣的ノイズに対する感応性が高いのが普通です。理由は明らかです。エレクトロメカニカル装置の動作機構では、機械的な接点を閉じてそれをオン状態に保持するのに十分な、機械的持続力に変換される電気エネルギーを明示的に投入する必要があります。ランダムな電氣的ノイズのほとんどは、そのような機械的な力を発生させるだけのエネルギーを持ちません。

一方、ソリッドステート装置の動作機構は事情がまったく異なります。明示的に投入される電気エネルギーは、分子構造内の荷電粒子の配置を変化させるために使われます。この分子レベルの変位によって電氣的な特性が絶縁体から導体へと(またはその逆)変化します。

これに必要なエネルギーレベルは大変低いものです。さらに、SCR、トライアック、ロジックゲートなどのコンポーネントは自己保持性を有しているため持続信号も必要ありません。ランダムな電氣的ノイズのほとんどは、低エネルギーで瞬間的に発生します。明示的な信号とランダムなノイズを区別することは難しいので、これらのデバイスはより過敏になります。そうした理由から、電氣的な環境条件とノイズ除去に特に注意しなければなりません。

3.4、3.4.1、3.4.2、3.4.3の各項も参照してください。

2.3 オフ電流

一般に、ソリッド・ステート・コントロールではオフ状態のときも小さな電流が流れています。この点に関して回路の性能維持と作業員の安全確保の両面で予防措置が必要です。この電流値に関する情報は製造業者から入手できます。

2.4 極性

印加する電圧の極性を間違えるとソリッド・ステート・コントロールを破壊する恐れがあります。ソリッド・ステート・コントロールの極性を間違えないようにしなければなりません。

C.2.3 オフ電流

オフ電流は、漏れ電流とも呼ばれます。ソリッドステートの「接点」は、固体物質が内部的に導体から絶縁体に変化することによってオンからオフへ切り替わります。完全な絶縁体は存在しないので、デバイスに電圧が印加されている限りつねにある程度の漏れ電流が生じることとなります。漏れ電流が存在するためオフ状態は開放状態を意味しません。ここで注意すべき点は、ソリッドステート装置をオフ状態にしても感電事故の可能性はなくならないということです。

ソリッドステート装置とエレクトロメカニカル装置のどちらについても、ソリッド・ステート・コントロールの入力として使用する場合は、いっしょに使用するソリッドステート装置との適合性に注意しなければなりません。ソリッドステート装置は上で説明したようにオフ電流が必ず生じます。また、エレクトロメカニカル装置も経年変化などで絶縁性能が低下すると、オフ状態でも小さな電流が流れることがあります。例えば、オフ状態のときカーボンブラシが絶縁部分と接触するようなスイッチング装置では、そのブラシによって導電性の膜が絶縁部分に沈着することがあります。ソリッドステート装置の誤動作（予期せぬオンやオフ不能）をひき起こすのに十分な大きさのエラー信号を発生させる可能性のある入力装置は、ソリッド・ステート・コントロールでは使わないでください。

3.5.2項も参照してください。

C.2.4 極性

極性を間違えると、制御機器の破損や予期しない動作が生じることがあります。制御機器やプロセスの予期しない応答によって人身事故が発生する恐れもあります。

3.3.2項も参照してください。

2.5 電圧上昇率、電流上昇率 (DV/DT, DI/DT)

ソリッド・ステート・コントロールは、電圧/電流の急激な変化によっても、その上昇率(DV/DT、DI/DT)が製造業者指定の最大許容値を超えると影響を受けます。

2.6 サージ電流

製造業者の指定する値を超えるような電流は、ソリッド・ステート・コントロールに悪影響を及ぼします。電流抑制措置を講じる必要があります。

C.2.5 電圧上昇率、電流上昇率 (DV/DT, DI/DT)

DV/DTは、ソリッドステート装置の電源端子に印加される電圧の上昇率の最大許容値を表します。DV/DTを超える上昇率の電圧が印加された場合、入力信号がなくても装置がオンに切り替わることがあります。急激な電圧変化の原因としては高周波の電氣的ノイズが考えられます。

誘導性負荷を、そこに貯えられているエネルギーが放散しないうちに高速でオフにした場合も高DV/DTが生じます。この高速スイッチングによって生じる「誘導キック電圧」はDV/DTの許容値を簡単に超えてしまいます。

DI/DTは、オフからオンに切り替えたときの電流上昇率の最大許容値を表します。DI/DTを超える上昇率の電流は、全断面が導通しないうちに小さな部分の電流密度が上昇して局所的な過熱点を生じさせ、装置が徐々に劣化します。その結果、後になって過剰損失や短絡が生じることになります。高DI/DTの原因としては、負荷インピーダンスが低いことや静電性の負荷が考えられます。

ソリッドステート装置の製造業者は、通常、電圧/電流の急激な上昇を抑える措置を機器の内部で講じています。そうでない場合は、必要な追加措置をユーザが外部的に講じて所定の設置条件を満たすようにしなければなりません。

C.2.6 サージ電流

製造業者によってサージ電流の許容値が指定されることがあります。これは周波数の1/2周期に対して許容される最大正弦電流を指定するという方法が一般的です。この情報に基づいて、ヒューズの選択や、その他の電流抑制措置が講じられます。

短時間の過電流を許容するアプリケーション(例えば、モータの始動)では、一定期間内に装置に過電流を流す回数を製造業者の指定する回数以内にしなければなりません。この回数の仕様はホットスタートとコールドスタートのどちらが要求されているかによっても変わることにご注意ください。ホットスタートとは、過電流発生時にソリッド・ステート・コンポーネントが動作前歴によって通常の動作温度かそれに近い状態にあることを意味します。また、コールドスタートとは、過電流発生時にソリッド・ステート・コンポーネントが40 以下の状態にあることを意味します。

2.7 過渡電圧

製造業者の指定する値を超えるような過渡電圧は、ソリッド・ステート・コントロールに悪影響を及ぼします。電圧抑制措置を講じる必要があります。

C.2.7 過渡電圧

ソリッドステート装置は過電圧に特に敏感です。定格ピーク電圧を超えると、それが1秒の何分の一でも永久損傷が生じる恐れがあります。デバイスの結晶組織が回復不能な変化を受けて、デバイスが永久的にオフできなくなります。この状況は、エレクトロメカニカル装置で接点が溶着したときと外的な症状がまったく同じです。

最小保持電流

トライアックとSCRについては最小保持電流も考慮する必要があります。負荷電流が最小保持電流(一般には25~100mA)以下になると、トライアック/SCRはオフし、再びトリガされるまでオフ状態になります。つまり、非常に軽い負荷では、回路をオンにしたり全負荷電流を通したりすることができなくなります。こうしたケースでは、最小負荷を維持するために、ブリーダー抵抗器と呼ばれる負荷抵抗が出力に接続されます。また、特別な回路上の工夫によってこの問題に対処している機器もあります。

第3章 アプリケーションの指針

3.1 アプリケーションに関する全般的な予防措置

3.1.1 回路に関する注意事項

出力装置の短絡、配線変更、メモリ破壊、コンポーネントやロジックデバイスの絶縁障害などが原因で生じる誤動作については、作業員の安全に注意した電子回路の保護対策を講じる必要があります。

作業員の安全に特に関係する「最終的な停止」回路や「非常停止」回路については、その機能をソリッド・ステート・ロジックとは独立したエレクトロメカニカル装置で直接制御することをお奨めします。このような回路では、制御回路への電圧印加によってではなく電力遮断によって停止機能が始動されるようにすべきです。そうすれば、システムが故障しても回路制御が確実に働くようになります。

C.3.1.1 回路に関する注意事項

ソリッドステート装置の大半の故障モードはオン状態で生じます。この故障モードおよびNEMA規格で言及されているその他のタイプの故障が、プロセスやマシンの事故対策としてシステムに安全回路を設けるべきであるという理由となっています。

安全回路としてソリッドステートを使用する場合は、推奨されているハード配線されたエレクトロメカニカル回路に相当する安全機構を回路設計に組込むべきです。具体的には、冗長回路、フィードバックループ、診断機構、インタロック、プログラムの重要部分のROM化などを検討してください。

断線や接点の腐蝕などが検出されないという状況を防ぐため、制御装置の停止回路は電圧印加時ではなく遮断時に作動するように設計すべきです。また、非常停止ボタンやプルコードなどをマシンの適当な場所に備えて、マシンの動作を制御する装置の電源をオペレータがいつでも簡単に遮断できるようにしてください。

発電制動や回生制動などの停止方法もあります。発電制動/回生制動の機能を実現するためには、停止モードの間、機器の制御回路(またはその一部)の電力が維持されていなければなりません。しかし、その場合も、断線や接点の腐蝕などが検出されないという状況を防ぐために、停止押しボタンやプルコードなどのオペレータ・インターフェイス・コンポーネントを常時閉接点で接続しておかなければなりません。さらに、発電制動/回生制動を非常停止として使用する場合は、マシンが停止状態に移行しかけたら直ちに電源回路を遮断する機構を設けておくべきです。

3.1.2 電源投入/電源切断に関する注意事項

電源投入/電源切断の直後はソリッドステート出力の動作が不安定になるので、そのような状況で危険な動作が生じないような対策をシステム設計時に講じるべきです。

C.3.1.2 電源投入/電源切断に関する注意事項

電源投入/電源切断時のシステムの応答によって正常運転時には考えられないような事故が発生することがあります。例えば、DC電源の電圧変化によってソリッドステート出力の動作が不安定になるケースがあります。予期しない出力が生じないようにするために、大抵の電源には電源投入遅延回路が組み込まれています。これは電源の出力電圧が所定のレベルに達してから、ソリッド・ステート・ロジックおよび出力回路に電力を供給するものです。この保護機構がシステムのDC電源に組み込まれていない場合は、電源の外部に遅延回路を設けて出力装置への電力供給を遅らせることもできます。

システムのすべての電源を同時に失った場合は、通常、マシンの動作に必要な電力も停止するので事故は発生しません。しかし、電力以外の動力を制御する場合は、予期しないマシンの動作を阻止するために動力インタロック回路を設ける必要があります。また、複数の電源を有するシステムで、1つの電源が失われると不安定な動作や事故につながる可能性がある場合は、自動停止機能を有する電源インタロック機構を装備すべきです。電力の供給または遮断を一定の順序で行なわなければならないシステムでは、自動電力供給シーケンスを実装すべきです。さらに、停止または非常停止シーケンスで発電制動をメインで使用する場合は、惰力停止が事故を引き起こす可能性を防ぐため、代替安全策として電力損失時の自動機械制動機構を装備すべきです。

電源停止やシステム停止の最中に、予期せずに電源が復旧したため事故が発生することがあります。そうしたケースでは、システムに再度電力を供給する前に、オペレータが明示的に操作を行なわなければならないような機構を設けるべきです。

3.1.3 冗長回路とモニタ機構

ソリッドステート装置を、危険と判断されるような処理の制御に使用する場合は、システムに冗長回路とモニタ機構を設けることを強くお奨めします。モニタ回路では、実際のマシン/プロセスの動作がコントローラのコマンドと一致しているかチェックします。そして、マシン、プロセス、モニタシステムに障害が発生した場合は、安全停止シーケンスを起動します。

3.1.4 過電流保護

負荷短絡からトライアックやトランジスタを保護する、密整合の短絡保護装置 (SCPD) が組込まれていることがよくあります。これらの SCPD を別の装置に置き換える場合は、製造業者の推奨する装置だけを使用してください。

3.1.5 過電圧保護

トライアック、SCR、トランジスタなどのデバイスを過電圧から保護するために、バリスタ、ツェナーダイオード、緩衝回路網などのピーク電圧クランピングデバイスを回路内で併用することをお奨めします。

C.3.1.3 冗長回路とモニタ機構

ソリッド・ステート・コンポーネントの正規の動作は、半導体材料分子の内部構造を変える電気信号を、明示的に入力することで制御されます。しかし、残念ながら分子の内部構造は、擬似入力信号によっても変化を受けることがあり、その事象を外部から検出する手段はありません。つまり、ソリッドステート装置は、検出不能なランダムな原因による誤動作を免れません。こうした状況に対処するために、冗長回路とモニタ機構を設けることを特に強くお奨めします。

冗長回路を使用する場合は、危険モード時に同じ原因で同時に故障が生じないようにするために、同じ故障原因の影響を受けにくい異種のコンポーネントを冗長エレメント用に使用してください。

マシンやプロセスによっては、電力を単に遮断するのではなく、「安全停止シーケンス」を実装することも必要です。例えば、慣性が高くて危険なアクセスポイントを有するマシンとか、一定のシーケンスで停止しないと不安定になるプロセスなどが対象となります。そのようなアプリケーションの制御システムでは、それぞれの事故に備えて、次のような対策を講じる必要があります。

- 主回路が故障したとき、制御機能を冗長装置に転送する。
- アラーム回路/診断機構で、修復に必要な信号を発生させて故障箇所を特定し冗長性を維持する。
- メイン電源を失ったときに自動的に切替わるバックアップ電源を装備する。

C.3.1.4 過電流保護

ソリッドステート装置は、一般に密整合の短絡保護装置 (SCPD) によって負荷短絡、アース短絡、相間短絡から保護されていますが、アプリケーションによっては、小～中程度の過電流からソリッドステート装置を保護するために、追加的な保護対策を講じる必要があります。詳細は、製造業者にお問い合わせください。

C.3.1.5 過電圧保護

2.7項を参照してください。

3.2 回路の分離に関する必要条件

3.2.1 電圧の分離

ソリッド・ステート・ロジックの回路では、低レベルの電圧(例えば、DC32V以下)が使われます。一方、入出力系では、多くの場合、高レベルの電圧(例えば、AC120V)が使われます。インターフェイスの設計を適切に行わないと、低レベルと高レベルの回路間で不要な干渉が生じて低電圧回路側の故障の原因となり、潜在的な危険性が増大します。適切な分離テクニック(リミッタインピーダンスやClass 2回路)を実装した入出力回路構成を選定してください。

3.2.2 絶縁方法

絶縁素子の特に重要な機能は、低レベルの回路から高レベルの回路を分離して、障害が一方からもう一方のレベルへ伝わらないようにすることです。

一般に、絶縁トランス、パルストランス、リードリレー、オプティカルカプラなどを使用して、低レベルのロジック信号が高レベル回路の電力デバイスに伝えられます。絶縁インピーダンスも、ロジック信号を電力デバイスに伝える手段として使われます。

3.3 アプリケーションに関する特別な注意事項

3.3.1 ラダーダイアグラムの変換

エレクトロメカニカルシステム用に設計されたラダーダイアグラムをソリッド・ステート・コントロール用に変換する場合は、エレクトロメカニカル装置とソリッドステート装置の違いに注意しなければなりません。ラダーダイアグラムの各接点をソリッドステートの対応する「接点」に置き換えただけでは、必ずしも希望するロジック機能や故障検出/応答は実現されません。例えば、エレクトロメカニカルシステムでは、機械的にリンクされた常時開(NO)接点と常時閉(NC)接点を有するリレーを接続するだけで自己チェックが可能ですが、ソリッド・ステート・コンポーネントには相互排他的なNO-NC構成はありません。しかし、外部回路を使えば、入力と「接点」の状態をサンプリングして比較することで、システムが正常に機能しているかどうかを判定できます。

C.3.2.1 電圧の分離

Class 2回路の詳細な仕様は、『Article 725 of the National Electrical Code, NFPA 70』を参照してください。

C.3.2.2 絶縁方法

左欄に示されている各種のコンポーネントを利用することに加えて、電力回路の配線とロジック回路の配線を分離する特別な配線テクニックがあります。ロジックの配線は可能な限り、専用の仕切られた導管の中を通すようにしてください。導管の代用として多芯のシールドケーブルも有効です。また、ロジック信号のためにツイストペア線もよく使われま。特別な事情がない限り、ロジック信号の配線と電力信号の配線を束ねることは決してしないでください。

C.3.3.1 ラダーダイアグラムの変換

NEMA規格のこの項で言及されている例は、エレクトロメカニカル(リレー)ラダーダイアグラムをプログラマブルコントローラ(PC)プログラムに変換する際の注意事項の1つに過ぎません。その他、次の基本的な注意事項があります。

- PCプログラムはPCのCPUに対する命令で、特定のアプリケーションのためにロジック機能やシーケンスを実行できるようにするものです。一般に、PCのロジックレベルのコンポーネントが、実際の入力、センサ、アクチュエータ装置と電氣的に分離されているのに対し、エレクトロメカニカルコントロールの制御回路図は、実際のプラントフロアに存在する装置の接点やコイルなどを含むのが普通です。つまり、PCプログラムは主にオープンループ制御系としての機能を実現します。ただし、PCの入力を分離するプラントフロアの装置からフィードバックループが与えられ、不一致検出時に修正動作を行なうようにプログラムされている場合は、その限りではありません。PCシステムのプログラマは、すべての制御経路に暗黙に含まれている機能上および安全上の問題を評価し、フィードバック系を適宜実装しなければなりません。

(続く)

C.3.3.1 (続き)

- ラダーダイアグラムをエレクトロメカニカルシステムとして実装した場合は、それぞれのラングで電力を常時使用できるため、各種ラングのロジックが継続的かつ同時的に実行されます(当然、エレクトロメカニカル装置特有の動作遅延による制約はあるが)。一方、典型的なPCは、入力装置のステータスを調査し(I/Oスキャン)、ユーザプログラムをシーケンシャルに実行し(プログラムスキャン)、次のI/Oスキャンで出力を適宜変更します。したがって、PCプログラムでは、シーケンスが(特に「即時」入力/出力などの特別な命令をPCの許容するものとしてプログラムする場合に)エレクトロメカニカルシステムのときよりも重要な意味を持ちます。また、各コンポーネントの応答特性の違いとシステムアーキテクチャの違いにPCシステム固有のスキャンタイムが組合わさって、回路のタイミング特性も著しく異なります。ことに、瞬間的または高速に変化する入力をPCシステムに取り込む場合は、それをスキャンの間に取り逃がさないように十分注意しなければなりません。PCのこうした特性を考慮せずにラダーダイアグラムを単純に変換すると、思わぬ事故の原因となりかねません。プログラマは、使用するPCのユーザズマニュアルで、PCの特性をよく調べ、それを考慮したプログラムを作成しなければなりません。
- 入力端子に接続される装置の動作モードも考慮する必要があります。入力信号を適切に編成して、断線や接点の腐蝕などが検出されないために信号が消失し、危険な状況に陥る、ということがないようにしなければなりません。特に、停止機能の起動は、常時開回路を閉じるという方式ではなく、常時閉外部回路を開くという方式で行なってください。システムがどちらのタイプの入力も受け付けるようにプログラムできる場合であっても、そのようにすることが大切です。

この項で説明した注意事項は、既存のラダーダイアグラムを変換する場合だけでなく、プログラムを新規に作成する場合にも適用されます。

3.3.2 極性と相順

入力電力と制御信号は、製造業者の指定する極性と相順で印加しなければなりません。極性や相順を誤ると、ソリッドステート装置を破壊する恐れがあります。

C.3.3.2 極性と相順

さらに、極性や相順を誤ると、ソリッド・ステート・コントロールの不安定な応答を引き起こして、人身事故につながる恐れもあります。そのようなシステムでは、誤った相順が印加されたときにインジケータを点灯するような回路を設けるのが普通です。

システムの適当な2本の入力電力線を入れ替えれば相順を正すことができます。システムの入力電力線を切り離して再び接続した場合は、常にモータの回転をチェックすることをお奨めします。

3.4 電氣的ノイズを除去するための設計段階での注意事項

ソリッド・ステート・コントロールはエネルギーレベルが低いゆえに電氣的ノイズの影響を最も受ける可能性があります。以下は、設計段階で考慮すべき事項です。

3.4.1 電氣的な環境の評価

高レベルの電圧/電流が高速で変化する機器(モータスタータ、溶接装置、SCRタイプの可変速装置、その他の誘導性装置など)の電源が投入されるか切断されるとき、その各部分がノイズ源となります。これらの装置だけでなく、よく使われる制御リレーやそれに付随する配線も、それぞれの電力線に重大な先鋭電圧/電流を誘発する可能性があります。これらの先鋭電圧/電流に対してソリッド・ステート・コントロールは耐えなければならず、耐ノイズ性とは正にこのことを指します。

ソリッド・ステート・コントロールの指定設置現場を調査して、電力線に悪影響を及ぼす可能性のある機器類を特定することが大切です。指定されたソリッド・ステート・コントロールが接続されるすべての電力線を調査して、ノイズ発生の有無、重大度、頻度をチェックし、ノイズがある場合はシステム設計にノイズ対策を盛り込む必要があります。

3.4.2 耐ノイズ性を付与すべき装置の選定

設置計画を完備なものとするためには、検討対象となっている各システム装置の耐ノイズ性を調査することが欠かせません。電氣的ノイズに対する部分的耐性を測定するテストの結果を知らせるよう、製造業者から要求されることもあります。このような標準テストとしては、「ANSI (C37.90a-1974) Surge Withstand Capability Test」とNEMA (ICS 1-1983)ノイズテスト「The Showering Arc Test」の2つがあります。これらのテストは、ソリッド・ステート・コントロールを他のエレクトロメカニカルコントロール回路に直接接続するケースに適用されます。アナログ式自動制御システムや高速ロジックなどに関係する回路は、一般に電氣的ノイズに対してより敏感であるため、回路の分離がさらに重要な問題となります。

電氣的ノイズとノイズの重大度の評価についてのさらに詳しい情報は、『ANSI / IEEE Publication No. 518-1982』にあります。

電力線の重大な先鋭電圧が予想されるか、その徴候がある場合は、市販の線路フィルタ、絶縁トランス、限圧バリスタなどの適当なフィルタ類の使用を検討すべきです。

システムに関係する誘導性の各コンポーネントについて、ノイズ抑制対策を講じる必要があるかどうかを検討してください。

C.3.4.1 電氣的な環境の評価

電磁波や接地不良によってもノイズは発生します。C.3.4.3項では、このようなノイズの予防措置を説明しています。

システムを設置してしばらく経過してから、誤動作が生じ始めるというケースがよくあります。その原因としては、新しく設置した機器が、既に運用されているシステムにノイズを誘発していることが考えられます。つまり、システムの設置時だけ環境を評価するのでは不十分だということです。定期的に再チェックを行なうこと、特に他の機器を移動、変更、新設したときはそうすることが大切です。ソリッド・ステート・システムを設置する場合は、さまざまなノイズ源が存在するとみなして、干渉防止のためのシステムを導入することをお奨めします。

C.3.4.2 耐ノイズ性を付与すべき装置の選定

誘導性の装置は、回路切断時に高い先鋭電圧を発生させる可能性があります。この先鋭電圧は、半導体の定格電圧を超えることでソリッドステート装置に損傷を与える可能性もありますが、システムの他の部分と結合してそこでノイズとなって現れるケースもあります。さいわい、このようなノイズの影響を抑制することは、抑制装置を使えばそれほど難しくありません。必要であれば、ソリッドステート装置に一般に組込まれている抑制装置の他に、外部抑制器を使用することをお奨めします。これを先鋭電圧源のできるだけ近くに接続することによって、最大限の減衰効果を得ることができます。

注：サージ抑制器はエレクトロメカニカル装置のドロップアウト時間を増加させます。

3.4.3 最大限のノイズ抑制効果を得る配線設計

設置現場と電源の導線を調査した後、ノイズを抑制するシステム配線設計を検討する必要があります。

導電性のノイズは、入力線、出力線、電源線との接続点からソリッド・ステート・コントロールに入ります。

入力回路はノイズの影響を最も受けやすい回路です。ノイズは、近接する線と線間の静電誘導か、大きな電流が流れる近接線からの電磁誘導で入り込みます。一般的な設置現場では、信号線と電力線を分離してください。さらに、製造業者の勧告に従って信号線を適切な経路で配線し、シールドを施すことも必要です。

システムの配置についての計画を立てるときは、接地の施行に注意しなければなりません。設計内容によって接地要件が変化するため、製造業者の勧告に従うことが大切です。

C.3.4.3 最大限のノイズ抑制効果を得る配線設計

電磁波によってもノイズは生じます。例えば、携帯無線機や、各種の固定送信局から放射される無線周波(RF)エネルギーが考えられます。密結合がなくても安心はできません。システムに入る各種の線がアンテナの働きをするからです。無線周波信号に対する耐ノイズ性を実証するには、3.4.2項のテストでは不十分です。建物の構造や機器の設置状況がそれぞれ異なるため、機器製造業者が無線周波源について意味あるテストを実施することは困難です。RF電磁場は、金属の塊がある程度の規模で集中していると影響を受けます。例えば、鉄骨梁、配管、ダクト、金属カバーなどです。

また、フォーク・リフト・トラックなどの建設機械や、コンベヤで移送されている製品などもRF電磁場に影響を与えます。

設置現場がこのようなノイズを受ける場合は、予想される無線周波エネルギーレベルに対する耐ノイズ性をソリッド・ステート・システムが有しているか実証するために、徹底したテストを行なう必要があります。場合によっては補正措置を講じなければなりません。具体的には、ソリッドステート回路/接続配線をシールドすること、ソリッドステート装置とRF源との間の安全動作距離を保つための制限を設けることの2点を行なう必要があります。

産業分野における接地の施行は、しばしば誤解され、一般的に無視されているのが現状です。接地不良は、ソリッド・ステート・システムの多くの問題の原因となっています。給電システムの回路導線の1つを意図的に接地するという方式は広く認められており、一般に多くの電気法規で遵守すべき事項とされています。しかし、機器や導線を囲むシステムの非導電部も接地しなければなりません。各種の法規や規格に従うという意味のほか、機器を接地することには次の目的があります。

1. 導電性表面間の電位差を小さくして感電事故を防止する。
2. 障害電極電流の通り道を与えて電源回路の保護装置を働かせる。
3. 筐体内の機器に到達する可能性のある、電氣的ノイズや先鋭電圧を減衰させるとともに、それらの機器が周囲に及ぼす電氣的ノイズも減らす。

3.5 オフ電流対策

3.5.1 オフ電流

トライアック、トランジスタ、サイリスタなどのソリッド・ステート・コンポーネントでは、その性質上、オフ状態のときも「オフ電流」と呼ばれる小さな電流が流れています。

オフ電流の一部は、これらのコンポーネントを保護するデバイス (CR スナバなど) によるものです。

3.5.2 オフ電流に関する予防措置

オフ状態の装置を流れるオフ電流は、感電事故につながるため、回路や負荷を操作する場合は、その前に装置を電源から切り離してください。

オフ状態の出力装置のオフ電流が、入力装置に流れないようにする予防措置を講じる必要があります。

C.3.5.1 オフ電流

2.3項を参照してください。

C.3.5.2 オフ電流に関する予防措置

ソリッド・ステート・モータ・コントローラなどの電力スイッチング装置のオフ電流は、致命傷を与える恐れがあります。制御回路の停止ボタンを押して電源を切るだけでは万全ではありません。電源に接続された状態のソリッドステート装置には、オフ電流が流れ続けているからです。回路を操作したり回路の露出部分に近づく場合は、機器をすべての電源から切り離すことをお奨めします (『NFPA 70E, Part II』を参照)。

ソリッドステート回路の動作電圧が低いからといって、感電事故の危険性がないと考えてはいけません。床が濡れていたり作業場所の湿度が高いと、人体のインピーダンスが低下して、低電圧のオフ電流でも感電事故をひき起こします。

通電状態の機器を操作する場合は、5.2項「予防保全」に述べられている指針に従ってください。作業員の安全に関するそれらの措置に加えて、通電状態のシステムで測定を行なう場合は、以下の注意が必要です。第1に、高感度の計器はオフ電流で損傷する恐れがあります。第2に、高感度の計器で「導通テスト」を行なうと、オフ電流の影響で判定を誤る可能性があります。

オフ状態で漏れ電流を生じる可能性のある (ソリッドステートまたはエレクトロメカニカル) 装置を使用してソリッド・ステート・コントロールの入力を供給する場合は、C.2.3項の予防措置が適用されます。

3.6 環境条件の維持

3.6.1 温度

ソリッドステート装置は、製造業者の指定する温度範囲でのみ動作させなければなりません。これらの装置は熱を発生するので、装置の周囲温度が製造業者の指定する温度範囲を超えないように注意する必要があります。

ソリッド・ステート・システムの主な熱源は、電源装置の放散するエネルギーです。動作温度を低く抑えると機器の寿命が延びるので、製造業者の「最大/最小周囲温度」指針(周囲温度とは冷却用空気の温度のこと)を遵守することが大切です。ソリッドステート装置の動作温度が製造業者の推奨する温度範囲で安定しないうちに、制御機能への通電を行なってはなりません。

システム設計を評価するときは、筐体内部の熱源で周囲温度を上昇させる可能性があるものを見落とさないようにしてください。例えば、電源、トランス、輻射熱、直射日光、炉、白熱電球などを評価の対象に入れなければなりません。

システムの置かれる環境の周囲温度が非常に高い場合は、特別な冷却措置を講じる必要があります。具体的には、(フィルタ付き)冷却ファン、渦式クーラー、熱交換器、室内空調などの方法が考えられます。

特別な冷却が必要なシステムでは過熱センサの使用をお奨めします。また、空調は結露対策としても有効です。

3.6.2 汚染

雰囲気汚染に対する保護対策が適切に施されていないシステムでは、湿気、腐蝕性のガス/液体、導電性の塵などが悪影響を及ぼします。

これらの汚染物質がプリント回路基板に堆積して導線間をショートさせると、回路の誤動作を引き起こします。これはノイズ、不安定な制御動作、または最悪の場合には永久的な機能不全へとつながります。また、塵が厚く堆積するとボードやヒートシンクの冷却を阻害し、やはり誤動作の原因となります。ヒートシンクに塵が堆積すると、その熱効率が低下します。

この予防措置としては、室内の空調に注意するか、またはシステムのために特別な筐体を用意することが考えられます。

C.3.6.1 温度

動作温度が定格最大温度を超えると、短期間のうちに多くの故障が発生します。周囲温度の上昇によって不快な現象が生じることもあります。ただし、そうした現象は普通は一時的なものであり、温度が下がれば元の正常な動作が再開されます。

動作温度が定格最小温度より下がると、ソリッドステート装置は機能を停止します。寒冷環境での運用は避けるべきです。そうでなければ機器の筐体内部にヒータを取付けてシステムの温度を定格最小温度まで上昇させてから、システムの電源を投入してください。

換気措置が施されていない筐体の内部で循環する空気は、機器が動作状態にあると、それが設置されている室内よりも温度が高くなります。産業分野の典型的な環境で、温度差は10~20 程度と考えられます。

2.1項も参照してください。

C.3.6.2 汚染

一般にソリッド・ステート・システムのモジュールは、プリント回路基板に取付けられた電子デバイスで構成され、導線間の間隔が比較的狭いのが普通です。湿気は故障原因となる雰囲気汚染の1つです。湿気のためにプリント回路基板に結露が生じると、電圧が印加されたとき導線間の「電気メッキ現象」でボードのメタライゼーション(金属化)が生じます。低インピーダンスの回路の場合は、この導電性の経路は即座に焼けて開放され、再び形成されて焼けるというサイクルを繰り返します。この繰り返しは不安定な動作につながります。一方、高インピーダンスの回路の場合は、短絡が永久的な機能不全を引き起こす可能性があります。一般に機器の仕様では相対湿度の暴露限度が規定されていますが、結露が生じないようにするための適切な予防措置は必要です。腐蝕性のガス/液体が存在すると、湿気による故障が加速されます。それは水分被膜の導電性を高め、エレクトロマイグレーションがより速いペースでしかも低い電位で生じるようになるからです。

3.6.3 衝撃と振動

過度な衝撃/振動はソリッドステート装置に損傷を与える恐れがあります。損傷を最小限に抑えるには取付けに関する特別な措置が必要です。

C.3.6.3 衝撃と振動

一般にソリッド・ステート・システムは可動部分がないので、衝撃と振動に対しては耐久性があります。しかし、比較的高レベルの衝撃や振動がある場合は、しっかり固定されていないと回路基板が噛み合わせコネクタから外れることがあります。また、回路基板に亀裂が入ったり、ソケットからコンポーネントが抜けたり、コンポーネントのリード線とボードとのはんだ付接続が外れたりします。一般にソリッドステート装置では、冷却のための空気流を考慮する場合以外は、部品の取付け位置が問題となることはあまりありません。

3.7 安全教育

実用的なソリッドステート回路を設計するためには、システムの機能面だけでなく安全面に関しても、基本的な判断をできるだけ十分な知識が必要です。

ソリッド・ステート・コントロールに関する要員は、全員がそのコントロールの機能および限界についての教育を受ける必要があります。具体的には、プラント内設備据付者、オペレータ、保守要員、システム設計者が対象となります。

第4章 設置に関する指針

4.1 設置および配線の施行

4.1.1

設置および現場配線を適切に施行することは、ソリッド・ステート・コントロールのアプリケーションにおける最重要課題です。配線を適切に施行することによって、機器の誤動作の原因となる電氣的ノイズの影響を最小限に抑えることができます。

ユーザと設備取付者は、設置および配線に関する手順説明書を十分に理解し遵守するとともに、関連法規や規格などに関しても同様に遵守しなければなりません。また、製造業者の手順説明書で言及されていない状況が生じた場合は、問題の装置もしくはコンポーネントについて、その製造業者に相談する必要があります。

4.1.2

ソリッド・ステート・コントロールの設置では、電氣的ノイズに特に注意しなければなりません。配線の施行方法は状況によって変わります。しかし、電氣的ノイズを抑えるために注意すべき基本的な事項は、次の通りです。

1. ノイズによってコントロールの機能不全や誤動作が引き起こされないようにするために、電氣的ノイズ源と高感度機器を物理的に十分遠くに引き離すこと。
2. 微小信号線と電力/制御導線を物理的に仕切ること。この仕切りには、導管、配線トレー、または製造業者の推奨するその他の機材を使うことができます。
3. 磁気妨害を抑えるために、特に重要な信号回路やノイズ源となる回路では、ツイストペア線を使うこと。
4. 静電/電磁誘導によって低レベルの信号回路にノイズが混入しないようにするために、シールド線を使うこと。
5. 1984年版の『National Electrical Code』の規定のうちで特に接地に関する条項に従うこと。電氣的ノイズを抑えるために、さらにその他の接地に関する予防措置が必要になる場合があります。一般に、それらの予防措置では、複数の接地経路で生ずる接地ループ電流の問題を扱います。この点に関しては製造業者の勧告に従ってください。

入手先：National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269

C.4.1.2

ソリッドステート装置の設計においては、妥当なレベルの耐ノイズ性を実現するために多くの努力が傾注され、フィルタ、シールド、回路設計などのすべてのテクニックが駆使されます。しかし、産業現場で発生するあらゆるノイズを受けつけないような機器を設計することは現実には不可能です。

そこで、ソリッドステート技術をベースとしたシステムを設置するときは、電氣的ノイズが存在するものと仮定し、勧告された指針に従って機器を設置することで、問題をできるだけ抑えるというのが賢いやり方です。

3.4.1項も参照してください。

4.2 筐体 (冷却と換気)

ソリッド・ステート・コントロールの誤動作を防ぐ上で、無視できない2つの環境依存要因があります。1つは適切な筐体を使用することで、もう1つは最大動作温度を抑制することです。

筐体の選定、換気、吸気フィルタ(必要に応じて)、周囲温度については製造業者の勧告に従ってください。それらの勧告は、同じ施設内でも設置場所によって変化します。

4.3 静電気に対する注意点

静電気によって損傷する恐れのある装置があります。それらの装置を確認し、製造業者の指定する特別な方法で取り扱ってください。

注：これらの装置の梱包に使われているプラスチック製の梱包材は、導電性があるので、絶縁材として使用しないでください。

4.4 装置の印加電圧 / 周波数の適合性

通電する前に、ユーザおよび取付者は、印加電圧 / 周波数が製造業者の指定する定格電圧 / 周波数に適合していることを確認しなければなりません。

注：電圧 / 周波数が適合していないと、コントロールの誤動作または損傷を引き起こすことがあります。

C.4.2 筐体 (冷却と換気)

『NEMA Standards Publication No. 250-1985, Rev. 2, May 1988』は、筐体をタイプ番号別に分類し、それらの設計テスト条件の詳細を記しています。

2.1項と3.6.1項も参照してください。

C.4.3 静電気に対する注意点

静電気 (ESD) によって生じる多くの問題は、設置 / 保守作業中のモジュールの取り扱いに起因しています。

製造業者の勧告に加えて、静電気による被害を回避するために以下に示す一般的な指針に従ってください。

1. できればリストストラップを装着して、身体に帯電した電荷を逃がすこと。
2. モジュールを扱うときは、縁を持ち、部品やプリント回路の導体部分に触れないようにすること。
3. 静電気に敏感なコンポーネントを含むモジュールを保管するときは、モジュールの梱包に使われていた導電性の梱包材に入れて保管すること。修理に出す場合も同じ梱包材を使うこと。

4.5 テストに関する予防措置

ソリッド・ステート・コントロールをテストするときは、製造業者の指定する手順および勧告に従ってください。

計測機器などは、製造業者がテスト用として推奨しているものと電氣的に等価なものを使用してください。低インピーダンスの電圧計は使わないでください。

ソリッドステート装置のテストでは、高圧絶縁テストや絶縁破壊テストを決して行なわないでください。現場配線の高圧絶縁テストが必要な場合は、ソリッドステート装置を切り離してから行なってください。抵抗計の使用は機器製造業者の勧告がある場合だけに限り、またその勧告通り行なってください。

テスト機器は接地してください。そうでない場合は特別な予防措置が必要です。

4.6 スタートアップ手順

製造業者の推奨するスタートアップ前のチェックとテスト、ならびにスタートアップ手順に従ってください。

C.4.5 テストに関する予防措置

白熱電球やネオンランプなどの一時しのぎのテスト装置を、ソリッド・ステート・システムの電圧チェックに使わないでください。白熱電球は低インピーダンスです。低インピーダンスの装置を測定に使うと、実際上の電圧レベルが論理条件1から論理条件0に変わってしまうことがあります。その結果、もし制御対象装置への出力がオンになると、マシンが突然動作することになります。一方、ネオンランプはロジック回路で一般に使われている電圧(例えば、DC32V、またはそれ以下)に反応しません。したがって、ネオンランプを測定に使うと回路の電圧レベルについての判断を誤ることになります。

高インピーダンスの回路の電圧を正確に測定するためには、高入力インピーダンスの計器を使う必要があります。製造業者の勧告が特になければ、電圧の測定には入力インピーダンス10M Ω 以上の計器を使用することをお奨めします。また、ロジックレベルの電圧を測定するには十分な感度の計器が必要です。それは、低い電圧に反応しない計器があるからです。

C.4.6 スタートアップ手順

スタートアップ手順は、設置後または修正/修理後の安全を保障する上で重要な役割を果たします。一定の管理された条件のもとで予行演習(「ドライラン」)を行なって制御システムの設置具合や機能をチェックした後に、初めてシステムを運転要員に引き継ぐことができます。

プログラミングの可能な多くのソリッド・ステート・システムは、「テスト」モードとか「ドライラン」モードと呼ばれるモードで動作をシミュレートする機能を有しています。これらのモードで、ユーザはプログラムをチェックし、出力を無効にした状態で明らかなプログラミングエラーを訂正することができます。したがって、マシンが突然動いたり、製造工程にある製品や機器を損傷したりする心配はありません。これらのモードは修理後のシステムの動作を確認する場合にも役立ちます。

プログラミングの可能な多くのシステムは、入力および出力を「強制オン」または「強制オフ」する機能を有しています。この機能を使うと、マシンのスイッチを物理的に操作せずに一部の操作をバイパスできるため、トラブルシューティングや保守に要する時間を短縮することが可能です。ただし、この「強制」機能を使用するときは、マシンやプロセスの危険な動作に要員がさらされないように注意しなければなりません。

コントローラで工作機械やロボットを動かす場合は、製造工程にある軟素材の製品を扱う際に、プログラミング上の何分の一かの速度でパートプログラムを実行してください。これにより、オペレータは工具と部品の干渉を観察し、プログラムに修正を加えることができます。その結果、木材、プラスチック、可削性ワックスなどの軟素材の製品で工具が破壊されることがあっても、被害を最小限に抑えられます。

第5章 予防保全と修理に関する指針

5.1 概要

ソリッドステート電子機器をフルに動かすためには、事前に明確な保守プログラムを策定し、それをきちんと実施することが大切です。保守作業の種類と頻度は動作条件に依存することは当然ですが、機器の種類と複雑度によっても変化します。製造業者の保守に関する勧告および製品に関連する適切な規格に従ってください。

保守プログラム策定の参考資料としては、『Maintenance of Electrical Equipment』(NFPA 70B-1983)と『Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces』(NFPA 70E-1983)があります。

5.2 予防保全

以下に、保守プログラムを策定するとき注意すべき事項を示します。

1. コントロールの構造、動作、危険性を熟知した専門の要員が保守に当たること。
2. コントロールを停止させ、すべての電源から切り離してから保守作業を行なうこと。通電中に保守作業を行なわねばならない場合は、NFPA 70Eの安全施行要領に従うこと。
3. 静電気に敏感なコンポーネントの取り扱いに注意すること。この点に関しては製造業者の勧告に従ってください。
4. 換気路を塞がないようにすること。空気、水、オイルなどの補助冷却装置に依存する機器では(フィルタ交換なども含め)定期的な検査を行なうこと。
5. 機器の保全のために、接地および機器/アース間絶縁の施行状況をチェックすること(4.5項を参照)。
6. 半導体のヒートシンクも含め、すべての部品に堆積した塵や埃を製造業者の勧告する手順で取り除くこと。勧告が特でない場合は製造業者に相談すること。壊れやすいコンポーネントに気をつけること。また、剥がれた塵、埃、破片などが制御機器の部品の間に入りこまないようにすること。
7. 筐体を点検して性能低下の徴候を発見すること。筐体上に堆積した塵や埃は、ドアを開けたりカバーを外す前に必ず取り除くこと。
8. 保守または修理作業の過程で生じた危険物質(例えば、一部の液体誘電体コンデンサではPCB(ポリ塩化ビフェニル)が使われていることがある)は、『米国連邦規制基準』に従って処置すること。

C.5.2 予防保全

ソリッドステート装置では、保存寿命の長さエネルギー重量比の高さが買われてリチウムバッテリーがメモリバックアップ用によく使われます。リチウムは大変反応性の高い金属で、皮膚などに触れると発火する恐れがあります。バッテリーは密封されているので、無理な取り扱いをしない限りリチウムとの接触は問題となりません。規定外の用途に使わないことと、丁寧に扱うことが大切です。機器のバッテリーを交換するときは、取り外したバッテリーを製造業者の勧告に従って処置してください。

米国運輸省(Department of Transportation)では、0.5g以上のリチウムを含有するバッテリーを装着したままの機器の輸送を法律で禁じています。その場合は機器からバッテリーを取り外し、米国運輸省の認める容器で別途輸送しなければなりません。リチウムバッテリーの輸送に関しては、米国運輸省により課せられる制限が他にもあります。

機器の保守担当者のための参考資料としては、『Preventive Maintenance of Industrial Control and System Equipment』(NEMA Standards Publication No. ICS 1.3-1986)があります。

5.3 修理

機器の状態が修理や交換の必要性を示している場合は、製造業者の手順説明書に従って慎重に作業を行なってください。手順説明書に記載されている診断情報に基づいて、問題の原因を特定し、修理計画を策定します。製造業者の勧告する現場修理の範囲を遵守しなければなりません。

ソリッドステート装置を修理するときは、機器製造業者の推奨する交換部品を使用することが大切です。機器のその他の変更によって、もはや適合しなくなった部品を使うことのないようにしてください。交換部品については、「保存寿命」による劣化が生じていないか検査してください。また、安全面に重大な影響を与える可能性のある再生処置や磨耗も見逃さないでください。

修理が完了したら所定のスタートアップ手順を遂行してください。スタートアップ時は、人身事故を防止するための特別な予防措置が必要です。

C.5.3 修理

ヒートシンクに取付けられている電力半導体を交換するときは、製造業者の手順説明書に正確に従って作業を行なってください。取付け方法に不具合があると、さらに別の重大な問題をひき起こす恐れがあります。半導体または半導体を固定するボルトを締めるときは、トルクレンチを使用して、規定以上のトルクを加えないようにしてください。力が強すぎるとヒートシンクで半導体が損傷する恐れがあり、逆に弱すぎると半導体からヒートシンクへの熱伝導率が低下して動作温度の上昇を招き、結果的に信頼性を低下させます。

保守作業中にシステムからモジュールを取り外すときは、慎重に作業を行なってください。一般に、故障したモジュールは製造業者に戻されて修理されず、モジュールを取り外す際に物理的な損傷を与えると、修理費がかさむだけでなく、最悪の場合は修理不能になることもあります。

静電気に敏感なコンポーネントを含むモジュールを扱うときは、縁を持ち、コンポーネントやプリント回路の導体部分に触れないようにしてください。また、修理のために製造業者へ発送するときは、交換モジュールの梱包に使われていた包装材を使用してください。

修理内容が製造業者の勧告する現場修理の適用範囲を超える場合は、モジュールを製造業者に戻して修理してください。そのようにすることの利点は、適切に選定されたコンポーネントだけが使われること、そしてハードウェアおよびファームウェアに関する必要なすべての改正が修理時に組込まれることです。必要なアップデートが行なわれないと、安全性、互換性、または性能に関する問題を引き起こす可能性があります。その種の問題はすぐには顕在化しませんが、修理したモジュールをシステムに戻してしばらくたつと問題となってきます。また、ファームウェアが著作権法で保護されている場合は、製造業者自身または実施権者だけがアップデートを行なうことが法定上許されます。

4.3項も参照してください。

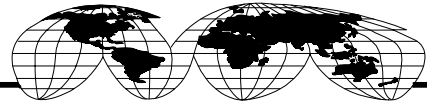
5.4 保守要員に関する安全勧告

すべての保守作業は、機器の構造、動作、危険性を熟知した専門の要員が行なわなければなりません。また、NFPA 70Eの作業施行要領に適切従う必要があります。



Allen-Bradley, a Rockwell Automation Business, has been helping its customers improve productivity and quality for more than 90 years. We design, manufacture and support a broad range of automation products worldwide. They include logic processors, power and motion control devices, operator interfaces, sensors and a variety of software. Rockwell is one of the worlds leading technology companies.

Worldwide representation.



Argentina • Australia • Austria • Bahrain • Belgium • Brazil • Bulgaria • Canada • Chile • China, PRC • Colombia • Costa Rica • Croatia • Cyprus • Czech Republic • Denmark • Ecuador • Egypt • El Salvador • Finland • France • Germany • Greece • Guatemala • Honduras • Hong Kong • Hungary • Iceland • India • Indonesia • Ireland • Israel • Italy • Jamaica • Japan • Jordan • Korea • Kuwait • Lebanon • Malaysia • Mexico • Netherlands • New Zealand • Norway • Pakistan • Peru • Philippines • Poland • Portugal • Puerto Rico • Qatar • Romania • Russia - CIS • Saudi Arabia • Singapore • Slovakia • Slovenia • South Africa, Republic • Spain • Sweden • Switzerland • Taiwan • Thailand • Turkey • United Arab Emirates • United Kingdom • United States • Uruguay • Venezuela • Yugoslavia

Allen-Bradley Headquarters, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204 USA, Tel: (1) 414 382-2000 Fax: (1) 414 382-4444