

**日立プログラマブルコントローラ
ノイズに関するテクニカルガイド**



まえがき

プログラマブルコントローラはリレー盤の置き換えを目的とした装置であり、リレーが使用される環境とほぼ同程度の環境にて使用可能な設計をしています。

しかしながら、この装置はマイクロコンピュータを含めエレクトロニクス部品を主体とした構成であるため、ノイズの大きい環境に設置された場合、その影響を受けて誤動作することがあります。

また、この装置が誘導性負荷を直接 ON/OFF する場合、その負荷の大きさによっては ON/OFF 時に発生するノイズが誤動作の原因になることがあります。

本ガイドは、プログラマブルコントローラ（PLC）を正常に動作させるための手段を提供するものであり、実装設計時、本ガイドにより環境に応じた耐ノイズレベル向上策を採用されることをお奨めします。

また、本ガイドは、実装後のトラブル解決の指針としても利用できます。

目 次

| | |
|--------------------------------|----|
| まえがき | 2 |
| 1. 耐ノイズレベル向上施策 | 3 |
| 1.1 電源ノイズ対処 | 3 |
| 1.2 出力機器のノイズ対処 | 4 |
| 1.3 接地 | 4 |
| 1.4 配線布線上の注意事項 | 5 |
| 1.5 その他の注意事項 | 5 |
| 2. ノイズに対するトラブルシューティング | 6 |
| 付録 ノイズの原理について | 7 |
| 1. ノイズとは | 7 |
| 2. ノイズ問題が発生する3要素 | 7 |
| 3. ノイズの発生 | 8 |
| 3-1. インダクタンスによる電圧スパイク | 8 |
| 3-2. コンデンサの充電電流 | 8 |
| 3-3. グラドループ | 9 |
| 3-4. ノイズ電圧の現れ方（ノーマルモードとコモンモード） | 9 |
| 4. ノイズの伝わり方 | 10 |
| 4-1. ノイズの伝搬経路による分類 | 10 |
| 4-2. ノイズの伝わり方 | 11 |
| 4-3 接地について | 12 |

1. 耐ノイズレベル向上施策

1.1 電源ノイズの対処（電源より侵入するノイズの防止策）

(1) トランスの設置

図1.1のようにシールド付絶縁トランスを設けシールド端子を接地する。トランスの一次線と二次線は近接させない。

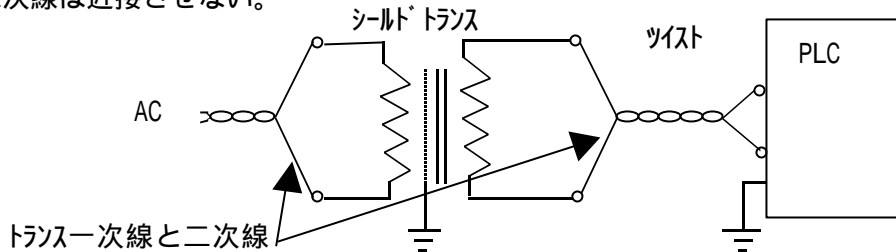


図1.1 トランスの設置

| メーカー名 | 仕様 | 形式例 |
|-------|-------|----------|
| 日立(条) | 100VA | (NIA100) |

(2) ノイズフィルタの設置

トランスの代わりに図1.2のようにノイズフィルタを設けた場合、ノイズに適合した周波数帯をもつフィルタの選定は難しいが、耐ノイズレベル向上の効果がある。但し、シールドトランスほど効果はない。

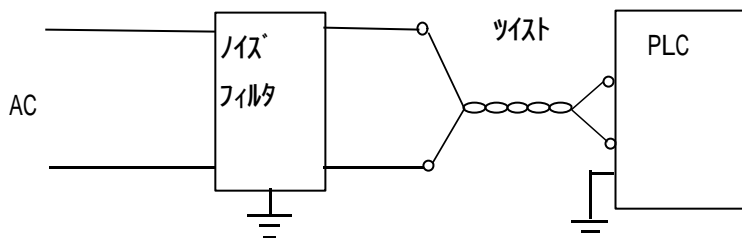


図1.2 ノイズフィルタの設置

表1.2 ノイズフィルタ例

| メーカー名 | 仕様 | 形式例 |
|------------|------------|--------------|
| TDK | AC250V, 3A | (ZGB2203-01) |
| 東北金属(トーキン) | AC250V, 3A | (GT-2100R) |

(3) 電源線のツイスト

電源線はツイストする。ツイストにより電源線間のノイズがキャンセルされ(打ち消され)て小さくなる。

(4) ノイズフィルタとトランスの併用

ノイズフィルタとトランスを直列にして使うとより大きな効果がある。

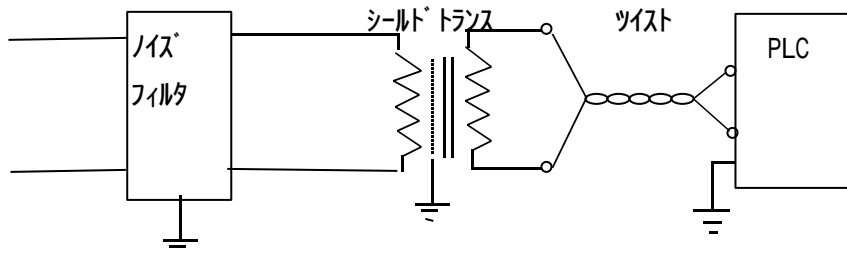


図1.3 ノイズフィルタとシールドトランスの組合せ設置

1.2 出力機器のノイズ対処（出力モジュールから侵入するノイズの防止策）

誘導負荷の場合は，出力信号がOFFからONの投入時のコイルへの突入電流により，また，ONからOFFの遮断時の逆起電力によりノイズを発生する。誘導負荷に対しては次の対策がある。

（1）交流誘導負荷

交流誘導負荷の場合は，CRサージキラーを負荷の両端に接続する。CRサージキラーの容量は負荷にもよるが， $0.1\mu\text{F} + 120$ を推奨する。このCRサージキラーは負荷のコイルに最も近い位置に接続しなければ効果は少ない。図1.4参照。

（2）直流誘導負荷

直流誘導負荷の場合は，フライホイールダイオードを負荷のコイル両端に接続する。このダイオードも負荷に最も近い位置に接続する。ダイオードの逆耐電圧は，負荷電圧の4倍以上必要である。直流の誘導負荷にフライホイールダイオードを接続すると，遮断時にダイオードを流れる電流により，負荷の動作が遅れる。この遅れが問題となるときは，ノイズ抑制力は落ちるが上記の交流誘導負荷と同じにCRサージキラーを接続する。図1.5参照

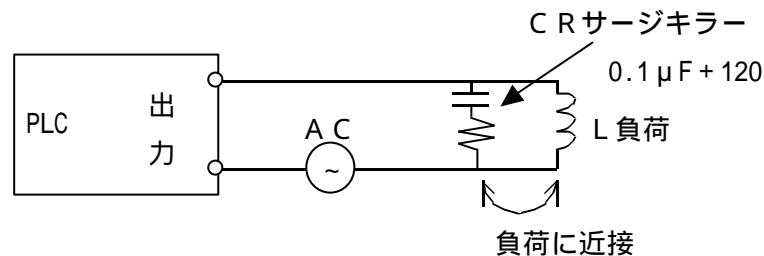


図1.4 交流誘導負荷のノイズ対処

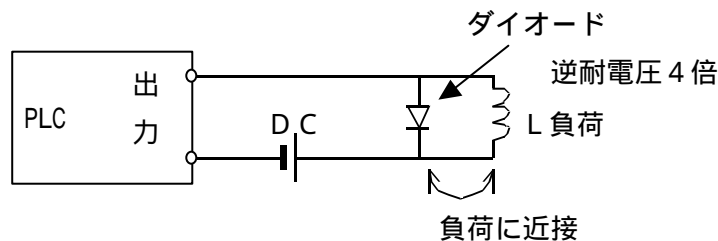


図1.5 直流誘導負荷のノイズ対処

1.3 接地

PLCにあるFG端子は，機種により指定は違うが $2\text{mm}^2 \sim 5.5\text{mm}^2$ の電線を使用して，原則としてD種の接地を行うこと。

（1）リレー盤，小規模動力盤とのアース共用接地はさけること。

（2）高調波加熱炉，大規模動力盤，あるいはサイリスタ交換器，電気溶接機，インバータ，サーボなどの高いレベルのノイズを発生する可能性のある設備との共用接地はさけること。

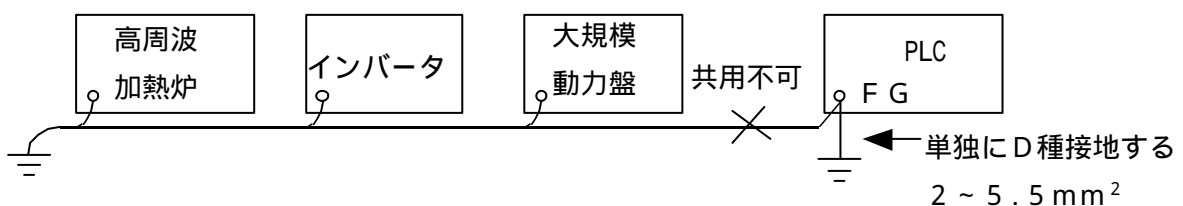


図1.6 接地

1.4 配線，布線上の注意事項

- 1) AC入出力信号とDC入出力信号は分離する。
- 2) 30m以上の長い配線では，入力信号線と出力信号線とはケーブルを色分けし，分離して配線してください。
- 3) 高性能モジュールへの入出力信号線は必ずシールド付きケーブルを使用する。
- 4) 原則としてシールド被覆は入出力機器側を開放し，PLC側で接地する。図1.7参照
- 5) 入出力信号線は高電圧，大電流の動力線と分離して配線する。ダクトや配管は必ず接地する。図1.8参照

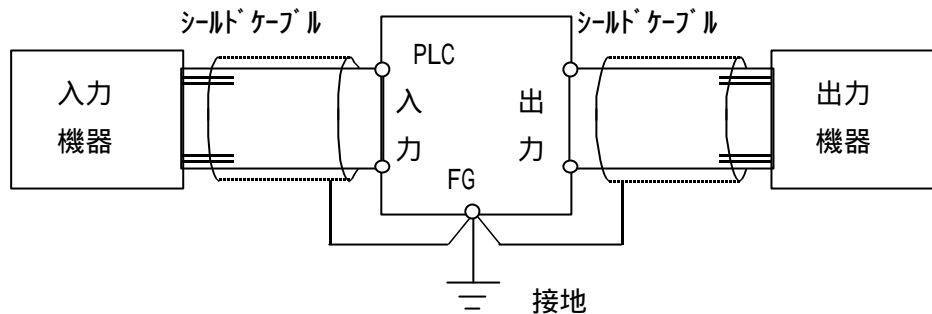


図1.7 シールドケーブルの処理

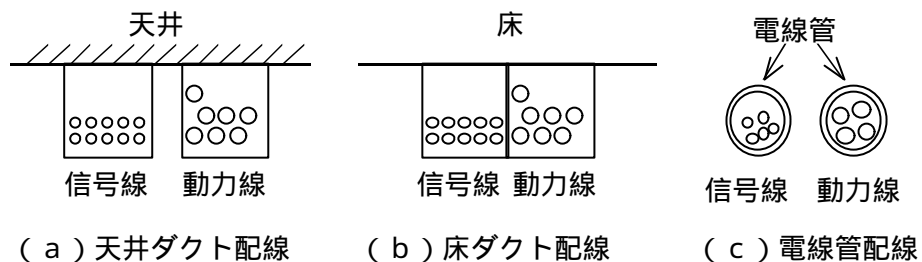
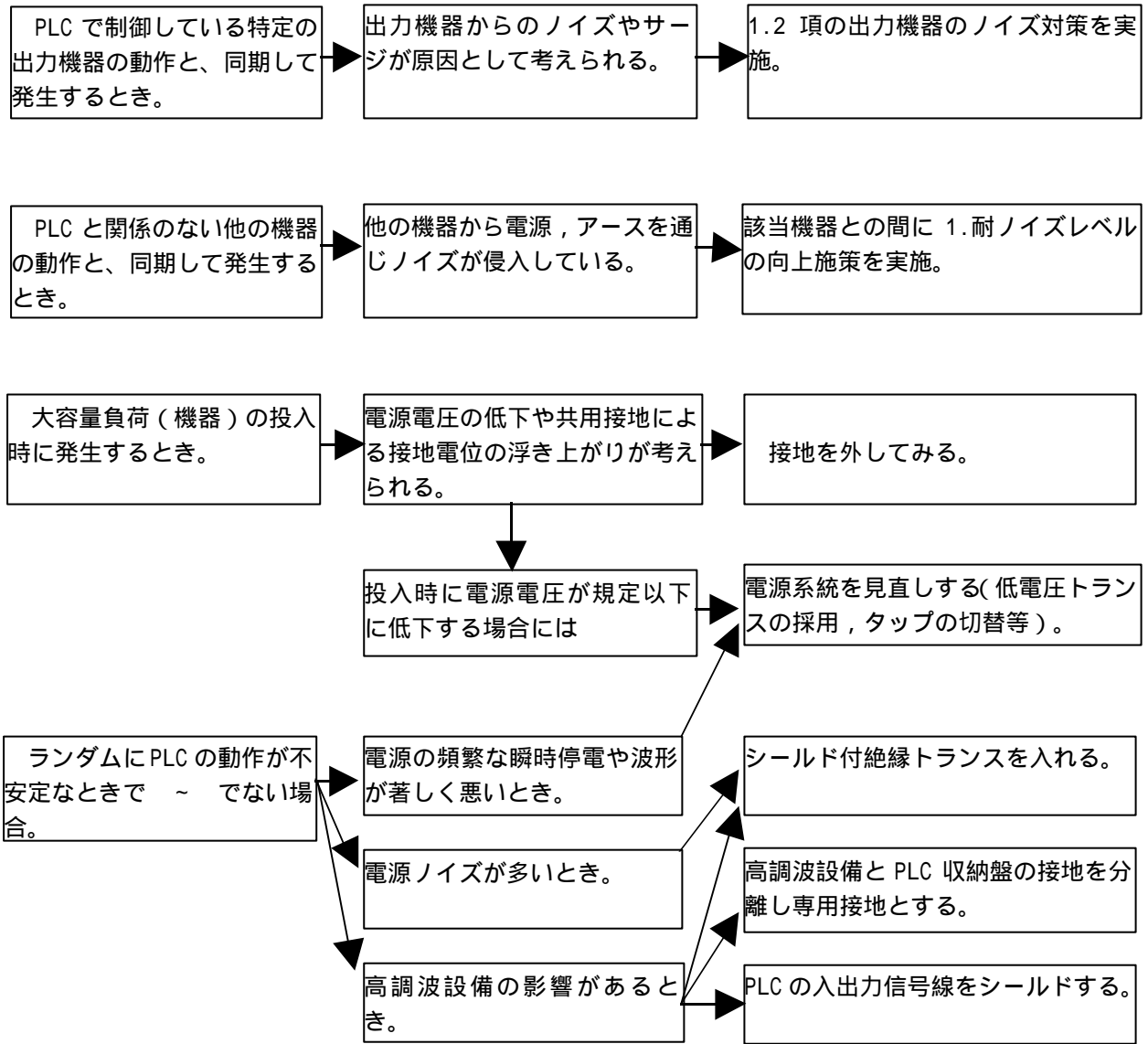


図1.8 動力線との分離

1.5 その他の注意事項

- 1) 制御盤内の蛍光灯は必ず雑音防止付きを使用する。
- 2) 放送，レーダーアンテナ，トランシーバからの電波により誤動作する場合がある。盤は確実に接地するとともに，扉は閉じて運転する。
- 3) 高磁界を発生する機器の近くに入出力信号線を布線しないこと。
- 4) 大電流を開閉する電磁接触器などからはできるだけ離すこと。(200mm以上)

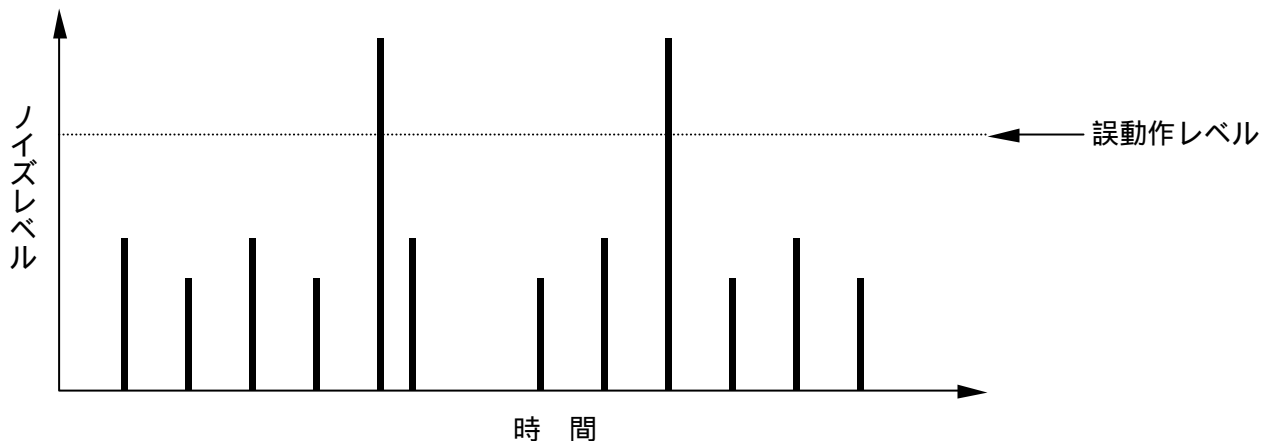
2. ノイズに対するトラブルシューティング



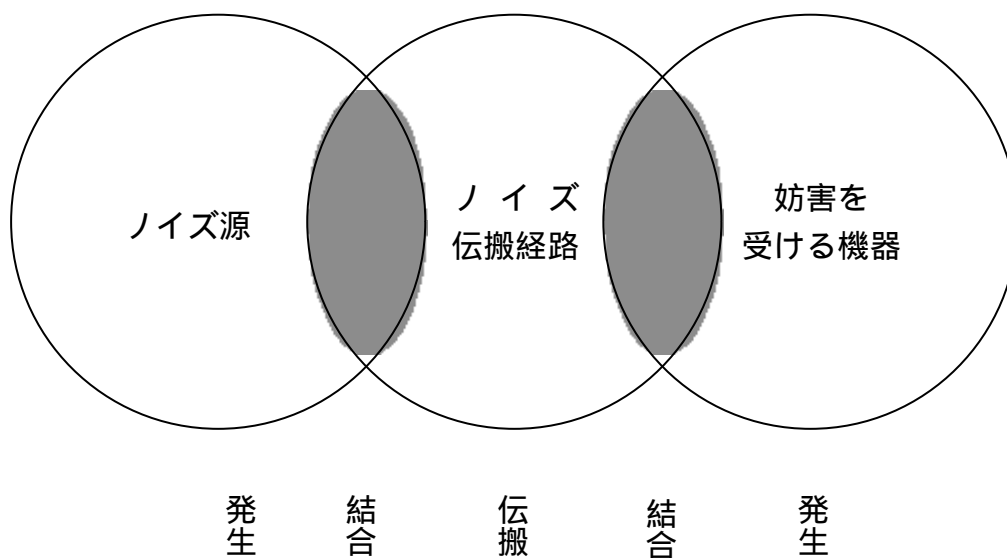
付録 ノイズの原理について

1. ノイズとは

使用している機器の周りには常にノイズが存在しているが、あるレベル（誤動作レベル）を超えるまでは問題とならない。誤動作レベルを超えて初めて問題となり、“ノイズ”の存在を感知する。



2. ノイズ問題が発生する3要素

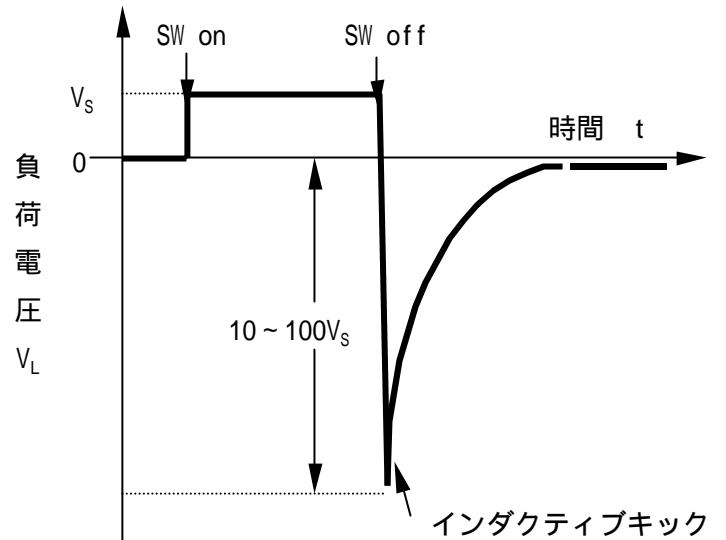
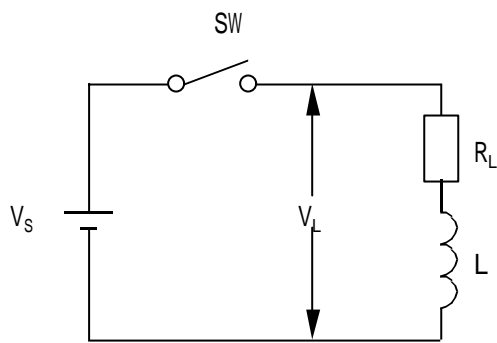


3つの要素の内のどれか1つが欠けるとノイズ問題は発生しない（どれかを対策すれば問題を解決することができる）。

3. ノイズの発生

- ・ ノイズは電流や電圧の急激な変化により生じる。
(R-L 直列回路, R-C 直列回路のスイッチングによる発生)
- ・ グランドループにより発生する。

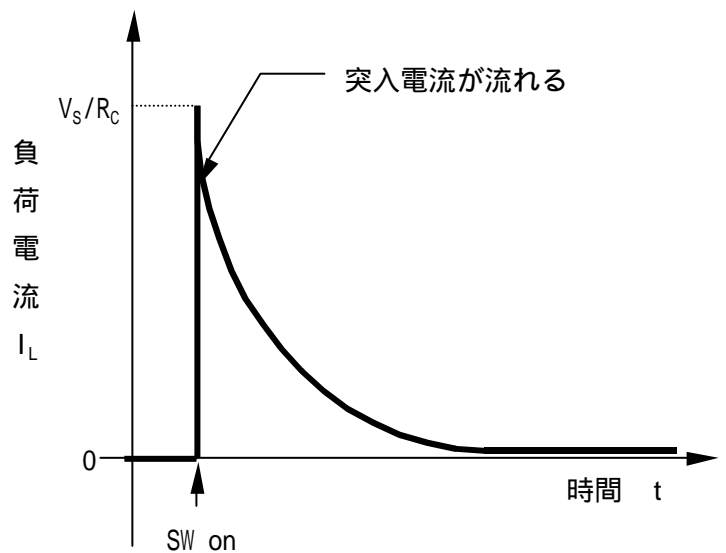
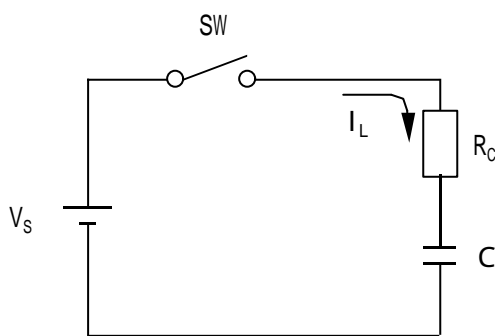
3-1. インダクタンスによる電圧スパイク



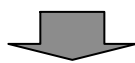
実際の回路上でのインダクタンス (コイル)

...電磁接触器, モータ, リレー等の電磁石を利用した機器

3-2. コンデンサの充電電流



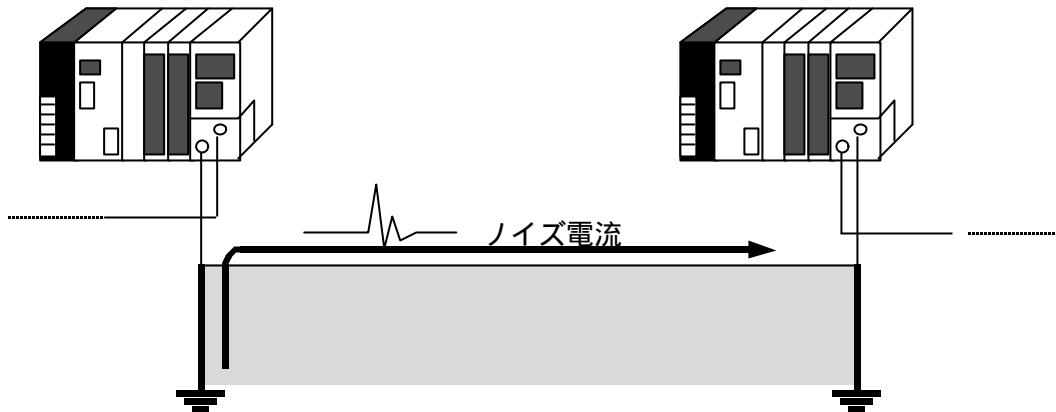
実際の現場ではコイルやコンデンサを意図的に使用されていることは少ない。



機器の配線や使用する装置の持つ分布インダクタンス, 分布容量による影響が大きい

3-3. グラウンドループ

通信ケーブルを両端接地にした場合

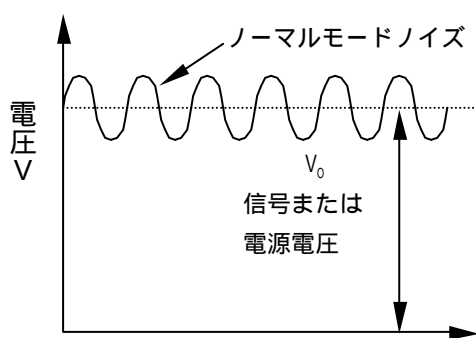


接地によりできたループに磁束が交差することによりノイズ電流が発生する。できたループの面積が大きい程、その影響も大きくなる。

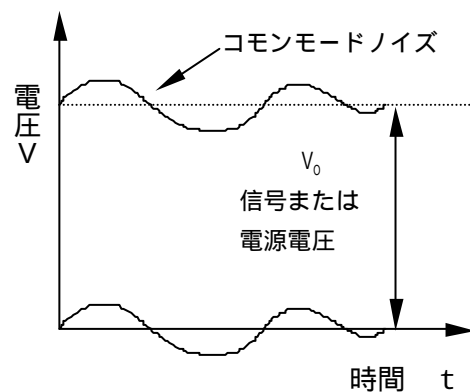
影響を少なくするためには

片端接地とする（Hシリーズ推奨）。
...両端接地はグラウンドループだけでなく、接地間のアース電位の差によるノイズ電流の発生があるため。
ループを小さくする。

3-4. ノイズ電圧の現れ方（ノーマルモードとコモンモード）



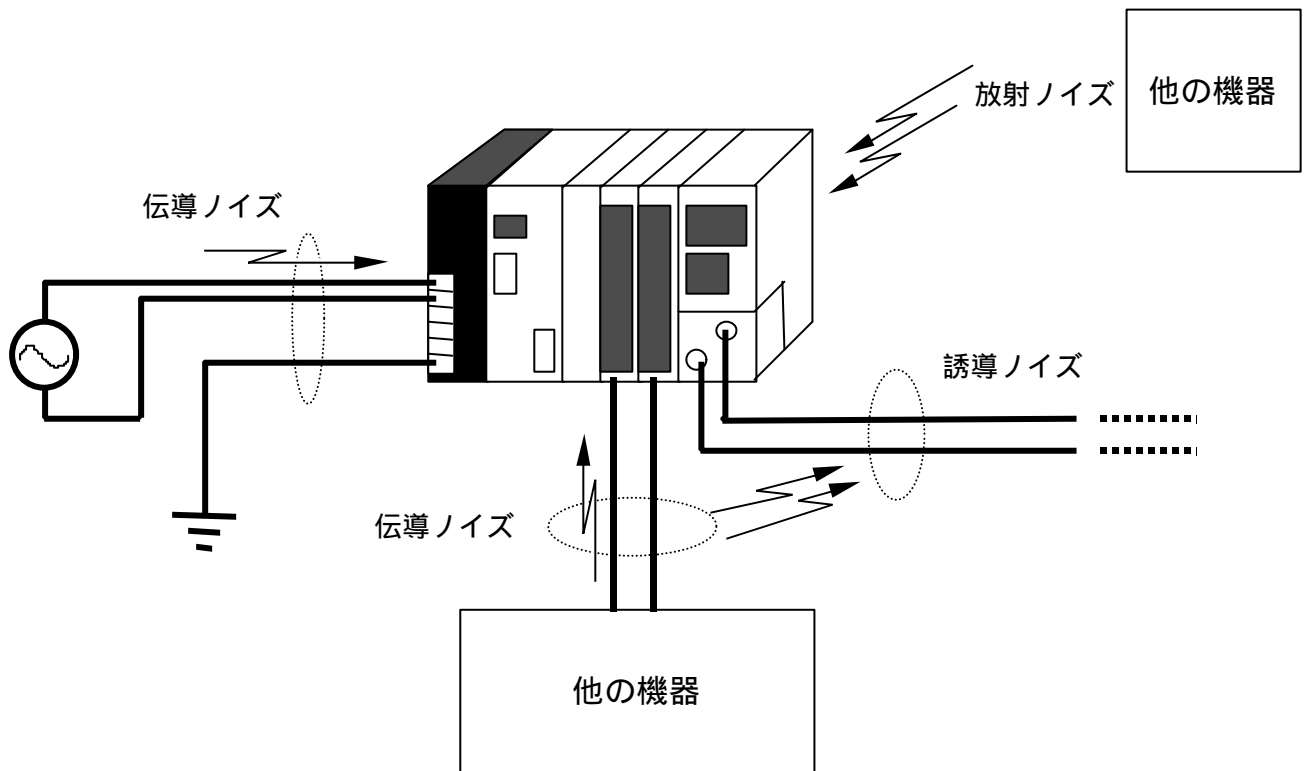
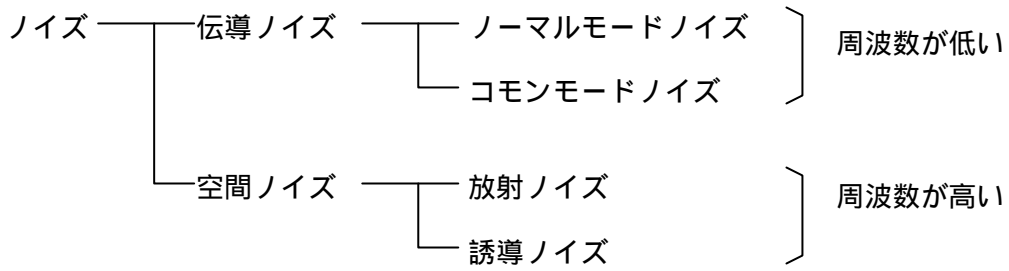
ノーマルモードノイズ：
ライン間に発生する。



コモンモードノイズ：
ラインとグラウンド間に発生する。

4. ノイズの伝わり方

4-1. ノイズの伝搬経路による分類



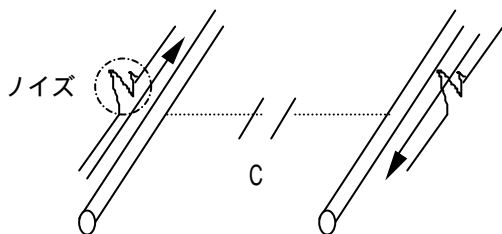
4-2. ノイズの伝わり方

電磁結合，電磁波による結合，共通インピーダンスによりノイズの伝搬経路ができる。

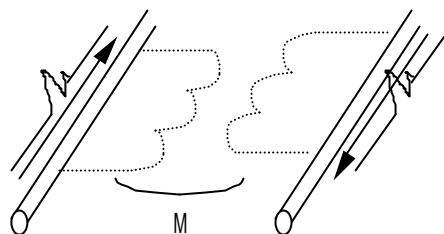
(1) 電磁結合...ケーブル間の静電結合，電磁誘導（相互インダクタンス）

- 回路，ケーブル間の浮遊容量（ストレーキャパシタ），

相互インダクタンスによる結合 -



静電結合

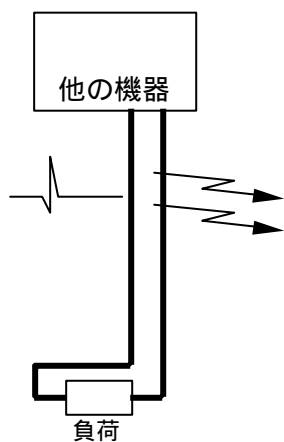


相互インダクタンス

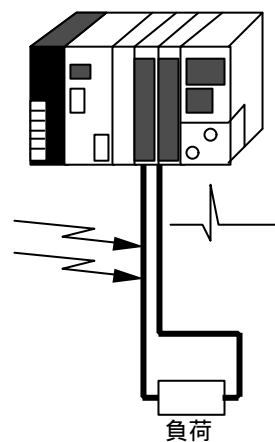
(2) 電磁波による結合

機器の配線長が長くなるとアンテナとなりノイズを放射し易く，受け易い状態になる。

...配線長が長くなる程，低周波のノイズを放射し易く，受けやすくする。



空中伝搬



(1)，(2)の影響を少なくするためには

電源系と信号系の配線は分離する。

シールドケーブルの使用。

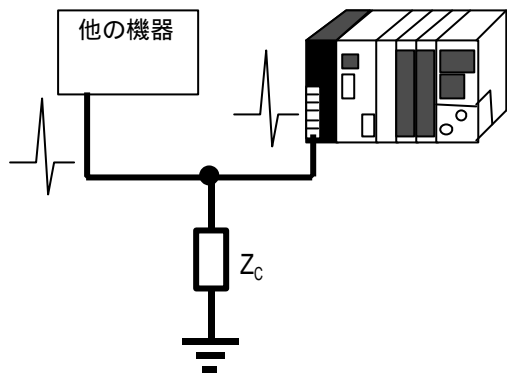
同一信号の配線は離さず，できるだけ回路でできるループを小さくする。

（グラントループによるノイズの低減にもなる）

配線長は短くする。

(3) 共通インピーダンス

アース（グラウンド）を共通にした場合



2つの機器間が共通インピーダンス Z_c により接続された状態となり、他の機器でのノイズ影響を受け易くなる。
主に接地方法による影響が大きい。



接地の考え方が重要

4-3. 接地について

接地と言っても、意味は様々。アンダーラインを引いた(a)(c)(d)が PLC に関係する接地です。

(a) 保安のための接地

(b) アンテナのアース

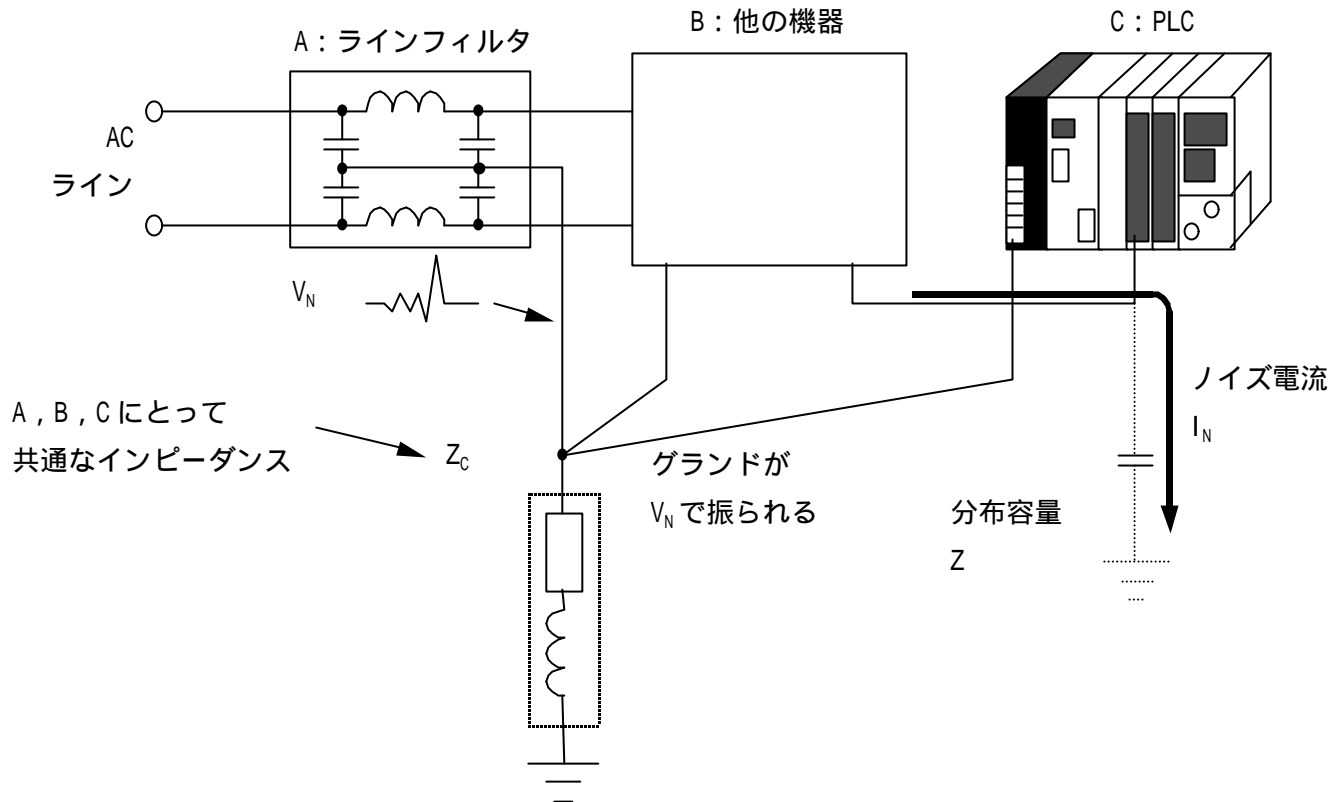
(c) 電子回路のグラウンド

(d) 機器内に侵入したノイズ、サージを逃がす場所

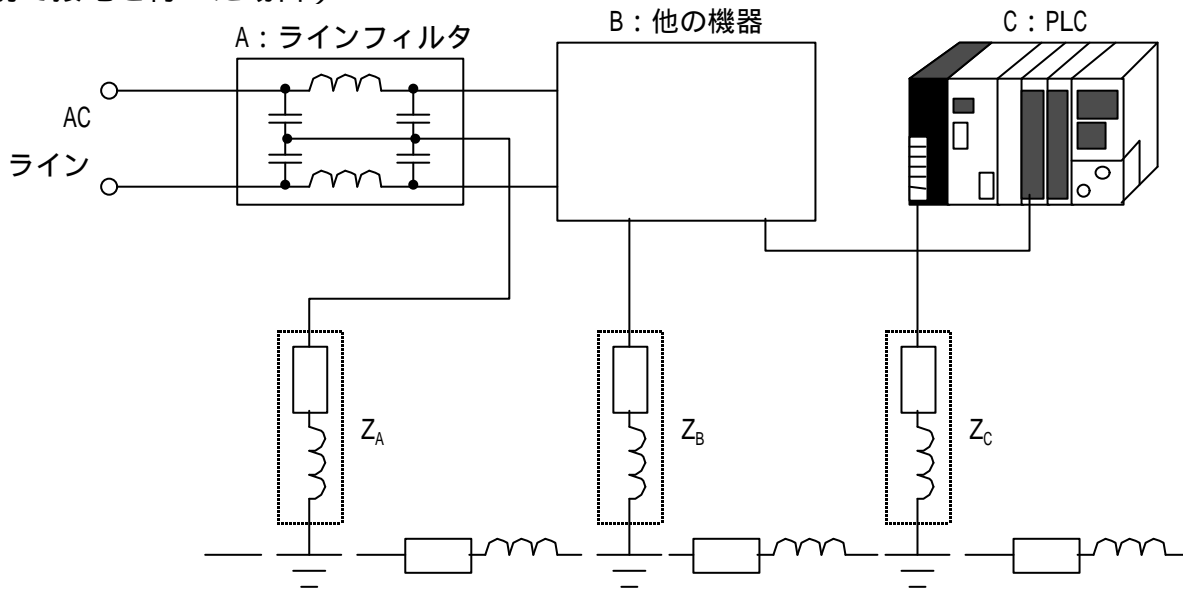
接地工事

| 設置工事の種類 | 目的 | 接地抵抗値 | 接地線の太さ |
|-------------------|--|--|--------------------------------|
| A種接地工事 (旧第1種) | <ul style="list-style-type: none"> 漏電による危険の防止 雷電の防止 | 10 以下 | 直径 2.6mm (より線は 5.5mm) 以上 |
| B種接地工事 (旧第2種) | <ul style="list-style-type: none"> 高圧線と低圧線の混触による危険の防止, 異常電圧の抑制と保護装置の確実な動作 | 混触時に低圧側の電位が 150V 以下になるような抵抗値 (混触時の高圧側遮断時間が短いときは 600V まで緩和) 一般に 5 ~ 75 の範囲以内 | 直径 4mm 以上で変圧器の容量により太さが決められている。 |
| D種接地工事 (旧第3種) | <ul style="list-style-type: none"> 漏電による危険の防止 | 100 以下 漏電遮断器 (高速, 高感度のもの) がついている回路の場合, 500 以下に緩和。 | 直径 1.6mm 以上 |
| C種接地工事 (旧特別3種) | <ul style="list-style-type: none"> 漏電による危険の防止 | 10 以下 漏電遮断器 (高速, 高感度のもの) がついている回路の場合, 500 以下に緩和。 | 直径 1.6mm 以上 |

- 共通インピーダンスによるノイズの侵入例 -
 (共通に接地した場合)



(個別で接地を行った場合)



共通インピーダンスによるノイズを解決するためには

個々の装置で専用の接地を行う。

...実際には、全ての機器に行くことは困難。

グラウンドループやグラウンドとグラウンド間の電位差によるノイズも考慮が必要。
装置内にサーボ、インバータ、スイッチング電源等、高周波でスイッチングを行っている機器とは接地を分けて行う。