

## 電力品質の現象に対処する電子装置の設計

(Designing Electronic Devices to Survive Power-Quality Events, IEEE Industry Application Magazine November December 2000 P.66-69)

(\*は私がコメントした)

もっとも一般的な電力品質現象（ザグ\*電圧降下、持続的過電圧、過渡的過電圧）は、米国の電気業界とE R P I（電力研究委員会）による最近の国家的研究で明らかになり、かつ数値化された。電気業界は、電力の品質を向上する努力をしている。しかし、その努力は、一般的な電力品質の現象に対処するため、負荷、例えば装置、プロセス制御装置、半導体製造装置等を設計するための意図ではない。この論文は、電力品質に対処する設計のため、ある設計上の基準を提案し、その問題を達成する方法を提案することである。（製品の）保証とサービスコストが減少しつつ顧客満足度が増加するであろう。

イミュニティ（免除）、トレランス（対処）、グレイスフルフェイラー（故障）

電力品質現象に対してもいかに設計するかの議論では、最初に“復帰”を定義する必要があった。異なった3つの復帰のモードすなわち、イミュニティ、トレランス、グレイスフルフェイラーを区別することは、有益である。

イミュニティとは、ユーザーは電力品質の現象が発生したこと気に気がつかないことを意味する。トレランスとは、電力品質の現象が装置にインパクトを与えたが、装置が通常の操作に復帰するために何もしなかった場合を言う。グレイスフルフェイラーとは、装置が電力品質の現象の間に故障しても、ユーザーが操作を元に戻すためには比較的容易である場合を言う。

ここに復帰のモードの3例がある。

イミュニティ：0.1サイクルの公称ライン電圧150%の遅延過渡的過電圧が電子レンジに印加されたが、普通に動作を継続した。

トレランス：5秒間の公称ライン電圧60%の電圧低下が電子レンジに印加された。その間、料理する力は大幅に低下した。その5秒の間、通常の動作を継続し、電子レンジは、その後、動作を継続した

グレイスフルフェイラー：5分間の公称ライン電圧170%の過電圧が印加され、ユーザー交換のヒューズやサーチットブレーカがオーブンになる。

全ての復帰の3のモードは、顧客への利益になり、サービスと保証のコストの減少となる。

## 電源品質の研究と基準

E R P Iで述べられているように、産業界の電力事情は少なくとも15年間電力品質の研究がされてきた。最も幅広い研究は、F P R Iの最近の徹底した配電線の電力品質

の国家的測定であり、それは、3年間にわたり注意深く選択された300箇所以上で電力品質の現象を記録したものである。

(Fig1. EPRIは、U.S.A.の全ての地域の電力品質のデータを集めるため、このようなPQNodesを用いた。3年間のプロジェクトは、共通の配電線の情報に関し、強力で統計的な基本的な評価を提供した。)

I E E Eは、電力品質の件で業務を受け持ついくつかのWGを持っている。高調波を扱うI E E E-519、電力品質のモニターを扱うI E E E-1159(3)である。I E E E-1100(4)は、コンピュータや同様な装置のパワーリングと接地を扱う。それは、電気的な制御を含む装置の電源を考える上で有益なガイドである。A N S I C 84.1は、一般的に長いインターバルのさまざまな電圧への対処を定義している。

半導体製造装置業界では、S E M I F 47と呼ばれる電圧瞬断のすばらしいイミュテイ基準を発行した。無料のコピーを要求できる(<http://www.PowerStandards.com.>)

これらの国家的な統計的研究は、電力品質の対処に対する設計改良の経済的な見返り(効果)を評価するのに有効である。電力品質の試験の両立性を兼ねた、その統計は、改良なしでいくつかの予想される故障を間接的に定量化している;減額された保障費と増大した顧客満足度からの経済的利益は、計算できる。

### 一般的な電力品質現象

さまざまな電力品質現象を捉えることができるけれども、居住地域の環境で最も一般的なものは、

- ・ザグ、発生源はさまざま。(それぞれの発生源は、ザグの特徴と関連性がある)
- ・力率補正で引き起こされる、低周波振動の過渡的過電圧
- ・瞬間的な電圧遮断(瞬断\*)
- ・雷で引き起こされるインパルス性過渡的過電圧
- ・中性線欠相による持続的過電圧

これらの現象から復活させるような設計をするならば、ほとんどの実際の問題を扱うことになるであろう;突発的な高周波ノイズのような稀なケースや電圧歪の問題は、たぶん無視されるであろう。持続的な電力の停止(停電\*)は、一般的に電力品質の問題としては考えていない。顧客は、停電の間、装置が作動することを一般的に期待していないからである。

電圧低下は、二つの共通の発生源がある;ローカル的な負荷(例えば、モータの始動電流、ヒータ等の始動電流)であり、一般的に2秒間以上・70%以下の電圧低下である。そして、80%以下には電圧低下はせず、15秒以内に復帰し、それは、電力会社の配電線上のシステムでの故障になる。

力率補正が原因の低周波振動の過渡的過電圧は、力率補正のコンデンサーが切り替え

られた時はいつでも、配電線の電圧のゼロクロス付近で発生する。過渡的過電圧の代表例は、公称電圧の180%の大きさで発生し、基本周波数の1サイクル以下で収束する。

瞬断は、一般的に電力会社の配電システムの本来の作動（＊例えば、地絡時に開閉器を作動させ後段の被害を防ぐ）で発生する。故障（分岐線、枠配線）は、過電流を発生させる；電力会社の配線のサーキットブレーカを作動させ、サーキットブレーカは、5秒から15秒内に自動的に閉じる。

雷で引き起こされるインパルス性過渡的過電圧は、 $1 \mu\text{sec}$  から  $2 \mu\text{sec}$  で  $6 \text{ kV}$  の大きさであり、妨害感受性のテストとして産業界の標準的な波形がある。

中性線欠相による持続的過電圧は、理論的には、公称電圧の200%の大きさになり得る。しかし、実際の場合は、公称電圧の170%以上である。それらは、最も一般的なアメリカの居住地域における、単相3線式（Split-Single-Phase）での不平行な負荷と中性線欠相で引き起こされる。この問題の原因と特徴は、PQ Today (5) で知ることが出来る。

### 電力品質の設計への目標の提案

電力品質の対処（電気的なシステムの両立性）のための標準はまだ開発されていないし、発行もされていない。以下の提案は、著者の経験と判断に基づくものであり、リーズナブルな目標としてオファーしたい。これらの目標にあわせて設計することは、電力品質に関連するサービスと保証費を大きく減額することになる。

- ・イミュティ：時間は問わないが、公称電圧の80%から120%；公称電圧の1サイクルの150%； $2 \text{ kV}$  のインパルス。
- ・トランジス；15秒の公称電圧の0%から120%；半サイクル分の公称電圧の180%； $3 \text{ kV}$  のインパルス。
- ・グレイスフル フェイラー；時間はきめず、公称電圧の80%以下あるいは、公称電圧の120%以上； $6 \text{ kV}$  のインパルス。

### 電力品質の目標を達成する設計の方法

最初に、電力品質の対処と両立性のため設計思想をテストし、あるいは、テストを達成するため電力標準研究所（＊U.S.A.には、Power Standard Testing Lab.が実在している。<http://www.powerStandards.com.>）のようなグループを雇う能力を持つこと確保してください。現在の設計がどのようになるかを知る必要がある。

### 過電圧への対処と免除

一般的に、これは比較的簡単であり、短い持続的な過電圧に対処できる部品を選択することである。増大するコストは、最小になる。ある設計では、過電圧検知の感度を落

とすることが必要になる。

### ザグと過渡的過電圧への対処と責任

このためには、設計上ある種のエネルギーの蓄積物が必要であり、代表的な物はコンデンサーである。電気的エネルギー蓄積デバイスから電力を引き出すように設計した部品を選択したり、電気的に絶縁することがキーである。例えば、洗濯機では、電気的制御部分は、蓄積デバイスからエネルギーを引き出すことができる。しかし、モータ、ポンプ、バルブ等は、多分無視されるだろう。実際は、ディスプレイのような、(\*大勢に影響の無い) 無視できる電気的制御の部分がある。

このアプローチは、設計上たくさんの部品で構成される電源の中で、絶縁型の整流器の使用を前提とする。マイクロプロセッサーを含み、デュアル形の 5 V/3.3 V のロジック部品の能力を増すことは、簡単で、安いダイオードやコンデンサーのコンビネイションで十分であることを意味していることに注目して欲しい。

一般的に、電源フィルター回路のコンデンサーのサイズを大きくするような問題の部分にアプローチすることを望まないであろう。なぜなら、電源ラインの高調波電流を増大することに結びつくからである。その代わり、エネルギーの蓄積は、電源の整流回路と一体とすべきであろう (\* 平滑用電解コンデンサーの容量を大きくすること等)。

最も大切なのは、エネルギー蓄積デバイスから電力を受け取らない部品のシステムとしての機能を分析することである。二つの一般的な問題がある；それらのシステムの部品が、マイクロプロセッサーが想定していない状態に陥ること。電力がかかっていない部分に信号や制御ラインを通じ、想定していない電力の漏れの経路があるかもしれない場合もある。

ザグは、はるかに、最も一般的な電力品質の現象であり、この問題に集中して多くの努力を払うのは、賢明である。

しばしば見逃す二つの問題は、電圧が元に戻る場合のザグの終端に発生する。フィルター回路のコンデンサーの放電で突然巨大な電流を引き起こし、一ソフトスタート回路はこの時点でしばしば破壊する—それは、他の回路を分断させる。別の場合には、パワーオンリセット回路の場合であり、全体のシステムをリセットするため、ザグの終端で突然の電圧の増大を遮断する。注意して欲しい、そしてザグ発生装置で設計をテストしてください。

### インパルス性過電圧の対処と故障

一般的に、バリスタのような安いノイズ吸収部品がこの目標に使用される。これらの部品は、ヒューズの後段に電源ラインと並行に使用される。バリスタは、通常の電圧の時は、高インピーダンスである。しかし、電圧がある限界以上になったとき低インピーダンスになる。

回路内の部品、例えば、ヒューズ、そして意外にも他の負荷との調整をとりながら、

バリスタの適用を適切にすることが、鍵である。できるだけ設計上他の部品にダメージを与えないため、できるだけ低電圧の限度値のバリスタを選択しなければならない。影響を受けるのは、トランスの絶縁や電気的スイッチそして予想されたインパルス性過電圧のエネルギーを放散させる部品（\*？）である。けれども、できるだけ限度値の高いバリスタを選択したい。なぜなら、抵抗としてのすべてのバリスタは、基本的にパラレル使いであり、限度値の低いバリスタは、落雷の間，“low bidder”となり（\*機能しなくなり）、多くのエネルギーを引き込んでしまう。

バリスタは、ヒューズの後段に使用し、ヒューズの特性は重要である。大きなインパルス性過電圧のため、ヒューズは、溶断する；しかし、小さな過電圧のため、ヒューズが作動させる必要性はなく、作動すれば顧客にとっては迷惑な話である。これらの過電圧は、代表的なヒューズのデータシートでカバーされていないインターバル時間であり、1 m秒以下のため継続する（\*？）。コイルをバリスタとヒューズの相互作用を変化させるために使用することができる。

## 結論

電気的設計では、やむを得ない電力品質の現象に対処するため、しばしばコストの安い改良をする。最後の目標は、ザグ発生装置で供給するなど、（\*いわゆる意地悪）波形装置で実験すべきである。電力業界の電力品質の統計は、国の研究所から現在手に入り、これらの改良とテストの正当性を経済的に認められるであろう。これらの改良は、サービスコストと保障費を減額し、顧客満足度を増すであろう。