

VFD および UPS の性能を最大限に発揮させるには

可変周波数駆動 (VFD) システムまたは無停電電源装置 (UPS) を導入しようとするときに、またはすでにこれらの装置が設置済みであっても、装置の性能を最大限に発揮させるには、関連する電源品質パラメータをモニターしなければなりません。それらの装置では、測定対象とする電源品質パラメータや測定を行うタイミングを決定する際には、受電電力から短いパルスの電流が引き込まれるときに、このタイプの装置で発生する可能性のある電源品質の問題について理解しておく必要があります。VFD や UPS といったシステムでは、電源の品質に問題があると、その影響を受けやすいだけでなく、それらの装置で発生した高調波電流が配電システムに逆流する場合があります。

そのため、装置を設置する前に、電源品質を十分にモニターして、メーカーの仕様に合った電力が装置に供給されていることを確認しておかなければなりません。必要なデータを収集して、装置のメーカーに提示できれば、メーカーでは、高調波を解析し、配電システムに逆流する高調波電流を制限するためのフィルターを設計できます。さらに、システムの運用中に電源品質をモニターすれば、配電システムに設定された高調波歪みの制限値を超えないように、VFD または UPS を動作させることもできます。また、モニタリング・データを活用することで、実際に設置を行う前に、適切な電力容量が確保されていることを確認できます。

VFD または UPS を設置する前に、VFD または UPS に電力を供給する給電器または分岐回路上で電源品質パラメータを測定します。測定データをメーカーの仕様と比較して、仕様を満たしていることを確認します (将来基準データとして再利用できるように、記録したデータを保存するのを忘れないでください)。

たとえば、次の例はあるメーカーの入力電力要件を示しています。

- 入力電圧: +10 % ~ -10 %
- 周波数: 60 Hz (± 5 Hz)
- 最大サグ電圧ライドスルーは、0 % (1 サイクル)、最大 60 % (10 サイクル)。
- 全負荷での最小遅れ力率は 0.92 で、公称入力電圧仕様に対して、電圧スウェル (受電電圧が高すぎる) があると、過電圧障害が発生する場合があります。電圧ディップは、低電圧障害の原因になる場合が多く、VFD または UPS がシャット・ダウンしてしまふ。

以上のようなメーカー仕様を満たすために、電源品質アナライザ/レコーダを使用して、データのモニタリングと記録を行います。一定期間のデータを記録することで、プラントのサイクル全体の電力品質の状態が明らかになります。データを PC にダウンロードし、そこで解析を行うこともできます。ただし、Fluke 435-II 電力品質アナライザなど、ロガーとアナライザの機能を合わせ持つツールを使用すれば、記録を行い



ながら、その場で直ちに受電電力をチェックできます。

- メイン・メニューから "Volt/Amps/Hertz" を選択し、電圧および周波数がそれぞれ仕様の ± 10 % と ± 5 Hz の範囲内であることを確認します (図 1 を参照)。
- メイン・メニューから "Power and Energy" を選択し、変位力率 (DPF) が仕様を満たしていることを確認します。DPF が基本周波数の力率であるのに対して、PF では高調波が考慮されます。通常、メーカーの仕様には DPF が適用されます (図 3 を参照)。

- 必須ではないとしても、他の電源に由来する高調波歪みがすでにシステムに発生していないか、受電電力をモニターしておくのもよい考えです。多くの場合、電源障害による影響を最小にするために、VFD または UPS には専用の電源を割り当てる、といった判断が必要になります。設置を行う前に、そのような判断ができるように、高調波データを記録しておくといでしょう。もちろん、将来比較に使用できるように、そのデータは保存しておきます。
- ログイングが完了したら、メイン・メニューの "Dips and Swells" を選択して、ディップがメーカーの仕様を超過していないことを確認します。観測されたディップについては、"Events" テーブルを使用して、ディップの振幅と期間を測定します (図 2 を参照)。

使用している装置に特有の条件を十分に意識してください。たとえば、スタティック UPS システムの場合、受電電力に関して、他にもいくつかの要件があります。許容可能な電圧の範囲はメーカーによって異なり、また公称電圧の 30 % でも使用は可能ですが、一部の装置では、公称電圧を 15 % 下回ると、バッテリーの充電が停止する可能性があります。そのため、メーカーの仕様を参照して、装置の限界値を十分に把握しておきます。

VFD または UPS が実際に稼動するようになると、さらに別の電源品質の問題に対処しなくてはなりません。エンジニアや技術者は、VFD または UPS で発生する高調波や、その結果配電システムに生じる全高調波歪み (THD) という新たな問題を監視し、解決するための方法を知っておく必要があります。まず、歪みが生じる仕組みについて知らなければなりません。次に、THD を測定するポイントを正しく決定できなければなりません。さらに、配電電圧の正弦波の歪みに基づいて、限界値を設定する必要もあります。

VFD およびスタティック UPS システムでは、受電した交流電力 (AC) を直

流電力 (DC) に変換する処理が行われています。さらに、その DC のオン/オフを正確に切り替えることで、可変電圧 / 可変周波数波形を生成しています。UPS システムの場合、限界負荷を超えないように、基本周波数に従って、"クリーン" な電力を供給します。VFD の場合には、AC モーターの速度に合わせて、周波数および電圧が変化します。多くの VFD/UPS システムでは、整流回路によって、AC から DC への変換が行われています。整流回路の出力部には、コンデンサーが配置されています。スイッチング電源には、このコンデンサーから電力が引き出されます。

コンデンサーは、電力線から (整流回路を通して) 電流を引き込み、正 / 負の半周期のピーク値まで充電します。短い電流パルスが引き込まれるため、電圧降下が起こります。その結果、受電する正弦波のパルス・トップの平坦化が起こります。また、整流回路によって、高調波電流が発生します。これらの高調波電流が配電システムに逆流することで、配電システムの正弦波電圧 / 電流波形に歪みが生じます。

それでは、こうした問題にエンジニアはどのように対処すればよいでしょうか? VFD や UPS の始動時には、高調波歪みを監視して、制限値を超過している場合には、対処しなければなりません。前述したように、装置のメーカーに情報を提示すれば、メーカーでは高調波調査を実施し、VFD または UPS の動作中に発生する高調波歪みを制限するフィルタを設計できます。

高調波フィルターを設置し、システムを稼動させたら、次は VFD または UPS で発生する高調波歪みの監視と記録を行います。IEEE 規格の推奨事項は、共通結合点 (PCC: point of common coupling) に基づいているため、システムにおいても、このポイントでセットアップおよびモニターを行います。通常、VFD または UPS の負荷フィーダーが、電源によって通電されたバスから離れる地点が PCC となります。

Volts/Amps/Hertz				
DEMO		0:00:02		
	AB	BC	CA	N
Urms	198.17	192.24	195.97	2.69
Vpk	293.1	281.0	285.1	5.9
CF	1.48	1.46	1.45	2.19
Hz	60.134			
	A	B	C	N
Arms	285	273	281	9
Apk	422	394	420	19
CF	1.48	1.44	1.49	2.05
10/09/08 23:08:16 208V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGAGE		TREND		HOLD RUN

図 1. Fluke 435-II のメイン・メニューで "Volt/Amps/Hertz" を選択し、Urms と Hz を観測している。何らかの不整合が見られないか、すべてのパラメーターをチェックしなければならない。メーカー仕様を満たしているかという点については、特に重点的に確認する必要がある。

DIPS & SWELLS EVENTS				
START 10/09/08 23:10:11		EVENT 18 / 18		
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
10/09/08	23:10:20:745	C DIP	106.6 U	*****
10/09/08	23:10:20:754	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:20:994	C DIP	106.6 U	0:00:00:009
10/09/08	23:10:20:994	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:003	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:21:228	C DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:21:228	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:21:236	C DIP	111.4 U	
10/09/08	23:10:22:191	C DIP	106.6 U	0:00:00:008
10/09/08	23:10:22:191	C DIP	106.6 U	
10/09/08	23:10:22:199	C DIP	111.4 U	
10/09/08 23:10:25 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
		NORMAL		HOLD RUN
		DETAIL		TREND

図 2. "Dips and Swells" 機能を使用すると、電圧変動データを記録した後、イベント・テーブルを選択し、ディップ/スウェルを詳細に解析できる。イベントのタイプ (ディップまたはスウェル)、到達した電圧レベル、そのレベルでの経過時間、および変化の方向 (上方または下方) などを確認する。

Power & Energy				
FULL DEMO		0:00:17		
	A	B	C	Total
kW	32.4	29.2	31.1	92.7
kVA	32.9	30.5	31.3	94.8
kVAR	6.1	8.7	3.9	18.6
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
DPF	0.99	0.97	1.00	0.99
Arms	285	273	281	
	A	B	C	
Urms	115.50	111.74	111.48	
10/09/08 23:19:47 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
VOLTAGAGE		ENERGY		HOLD RUN
		TREND		

図 3. メイン・メニューの "Power and Energy" を選択して、変位率 (DPF) を観測している。これにより、VFD に供給される電力が仕様を満たしているかどうかを確認できる。メーカーが力率の考慮を指定していないかぎり、DPF を使用する。指定されている場合には、PF の読み値を使用する。kVAR の行に表示されている誘導コイルのマークは、遅れ力率であることを示している。

たとえば、VFD または UPS で発生した高調波の影響を測定するには、PCC で Fluke 435-II をセットアップして、メイン・メニューの "Harmonics" を選択します。高調波グラフに 60 Hz の基本周波数を基準とした、それぞれの高調波電流の振幅が表示されます。VFD または UPS のドライブまたは整流回路のタイプに基づいて、特定の高調波周波数で振幅が大きくなることを想定しておく必要があります。例：

- 6 パルス駆動の場合は、5 次、7 次、11 次、13 次などの高調波周波数で、大きな高調波が発生する可能性が高い。
- 18 パルス駆動の場合は、17 次、19 次、35 次、37 次などの高調波周波数で、大きな高調波が発生する可能性が高い。
- スwitching 電源の場合は、3 次、5 次、7 次、9 次などの高調波周波数で、大きな高調波が発生する可能性が高い。

いずれの場合も、高調波の次数が高くなるにしたがって、高調波の振幅は小さくなるはずですが、高調波グラフで観測された高調波周波数において異常な振幅が見られないか、十分に注意する必要があります。その場合、システムで力率補正キャパシタが使用されているために、VFD または UPS の高調波によって共鳴現象が発生している可能性があります。危険な状態を回避できるように、必要な対策を講じなければなりません。

高調波グラフで高調波周波数が期待通りの値を示しており、特別な異常がないことを確認したら、"Meter" 機能を選択して、電圧の全高調波歪みを表示します。THD は 5 % 以内でなければなりません (図 4 を参照)。制限値を超過している場合には、THD が許容制限値の範囲内になるように、適切な対策を検討します。たとえば、高調波フィルター、絶縁変圧器を設置したり、別のフィーダーまたは分岐回路に接続する、といった措置が考えられます。

モニタリング、特に PCC でのモニタリングは、全体的、長期的な視点に立って行われるものである、ということに注意してください。装置を設置した段階で、良好な条件を確立できたとしても、そこで終わりではありません。定期的なモニタリングを実施することで、電力系全体の状態を詳細に把握できます。たとえば、全体における最大デマンドを評価します。長期的には大きく変化する可能性があり、新しいデバイスや負荷が導入されると、それまでは VFD や UPS にクリーンな電力が供給されていたとしても、何らかの影響が及ぶ可能性があります。

VFD や UPS の設置、運用、メンテナンスを行う際には、それらの装置に良質でクリーンな信頼性の高い電力が供給されるように必要な対策を講じ、配電システムに逆流される高調波歪みが最小限に抑えられるようにしなければなりません。電源品質アナライザを使用すれば、機器の

HARMONICS TABLE				
VoIt	DEMO	0:00:49		
	A	B	C	N
THD%f	2.6	3.1	2.6	256.0
H3%f	0.8	0.5	0.7	98.1
H5%f	1.5	1.3	0.3	117.0
H7%f	1.1	2.0	1.8	96.1
H9%f	0.5	0.2	0.2	22.5
H11%f	0.5	0.5	0.4	25.3
H13%f	0.5	0.2	0.4	34.8
H15%f	0.2	0.2	0.2	22.0

10/10/08 00:11:03 120V 60Hz 3Ø WYE EN50160
 U A W HARMONIC TREND HOLD
 V & A GRAPH RUN

図 4. 高調波バー・グラフを表示し、Fluke 435-II で高調波テーブルを選択して、全高調波歪み (THD) が IEEE 519-1992 の推奨値の範囲内 (PCC で測定。5% 以下) であることを確認する。

設置前、起動時、さらに稼動状態においても、主要な電源品質パラメータをモニターし、記録できます。技術者やエンジニアは、装置のメーカーの協力を仰ぎながら、観測された電源品質データを活用して、VFD や UPS の性能を最大限に引き出す、という最終的な目標を実現できます。



Fluke. 動き続ける世界を支える

Fluke Corporation
 PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.
Fluke Europe B.V.
 PO Box 1186, 5602 BD
 Eindhoven, The Netherlands
 お問い合わせ先:
 フルーク
 特約店営業部
 TEL : 03-6714-3114
 FAX : 03-6714-3115
 URL : www.fluke.com/jp

©2009, 2017 Fluke Corporation.
 仕様は、予告なく変更される場合があります。
 1/2018 3433274b-jp

世界で最も信頼されているツール