



## **CLASIFICACIÓN DE LAS DIFERENTES PERTURBACIONES CONSIDERADAS EN LOS PROBLEMAS DE CALIDAD DE POTENCIA**

### **I. VARIACIONES DE VOLTAJE Y CORRIENTE**

Se considera como variación un evento periódico o de larga duración

#### **1. Variación de la magnitud del voltaje.**

El incremento en la magnitud del voltaje se debe a:

- Variación de la carga de un sistema de distribución
- Acciones del cambia-taps del transformador.
- Conmutación de bancos de capacitores o de reactores

#### **2. Variación de la frecuencia del voltaje**

Las variaciones de frecuencia en la señal de voltajes se deben al desbalance entre la generación y la carga. Los transitorios de frecuencia de corta duración debidos a corto circuitos o fallas de las estaciones generadoras son también incluidos dentro de las variaciones de frecuencia del voltaje, aunque ellos son mejor descritos como eventos.

#### **3. Variación de la magnitud de la corriente.**

La magnitud de la corriente en el lado de la carga no es constante y las variaciones se deben al requerimiento de potencia exigido.

#### **4. Variación de la fase de la corriente.**

Idealmente la ondas de voltaje y corriente deben estar en fase lo que equivale a tener un factor de potencia igual a la unidad. E esta manera es mas eficiente el transporte de energía activa.

#### **5. Desbalance de corriente y voltaje.**

El desbalance trifásico es el fenómeno en el que los valores RMS de los voltajes o de los ángulos de fase entre fases consecutivas no son iguales. Esto puede ser expresado de tres maneras diferentes:

- La relación entre la componente de secuencia negativa y la componente de secuencia positiva del voltaje.
- La relación de la diferencia entre la mayor y de la menor magnitud del voltaje y el promedio de las tres magnitudes de los voltajes.
- La diferencia entre la mayor y la menor diferencia de fases consecutivas.

Estos tres indicadores de severidad son denominados como: desbalance de secuencia negativa, desbalance de magnitud y desbalance de fase respectivamente.

## **6. Fluctuación del voltaje**

Si la magnitud del voltaje varía, el flujo de potencia al equipo varía también. Si las variaciones son grandes o en ciertos rangos de frecuencia críticos, el desempeño del equipo puede ser afectado. Esta variación es especialmente perceptible en las cargas de iluminación. La rápida variación en la magnitud del voltaje es también denominado “Flicker”.

## **7. Distorsión armónica de voltaje.**

La forma de onda del voltaje nunca es exactamente una onda senoidal pura. Siempre se encuentra que la forma de onda se describe mejor como una suma de ondas senoidales con frecuencias que son múltiplos de la frecuencia fundamental. Las componentes diferentes a la fundamental se denominan armónicos.

Existen tres principales contribuciones a la distorsión armónica del voltaje:

- El voltaje generado por máquinas síncronas no es exactamente senoidal debido a las pequeñas desviaciones en los polos de la misma.
- El voltaje transmitido contiene armónicos debido a la saturación magnética de los transformadores y al uso de controles electrónicos de potencia denominados FACTS (flexible ac transmission systems).
- El voltaje armónico generado por las cargas no lineales.

## **8. Distorsión armónica de corriente.**

Este fenómeno es el complementario de la distorsión armónica de voltaje. La distorsión armónica de corriente origina el sobredimensionamiento de componentes serie tales como cables y transformadores.

## **9. Componentes de corriente y voltaje interarmónicas.**

Existen equipos que producen componentes de corriente con una frecuencia que no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. Algunos ejemplos son los cicloconvertidores y algunos controladores de calentamiento. Otra fuente importante son los hornos de arco.

### **10. “Notching” periódico de voltaje.**

En rectificadores trifásicos la conmutación de un diodo o un tiristor crea un corto circuito con una duración menor a un milisegundo, el cual resulta en una reducción del voltaje de la fuente, este fenómeno es denominado “Notching”.

### **11. Señales de comunicaciones en el voltaje.**

Señales de alta frecuencia son sobre impuestas en el voltaje de la fuente con el propósito de transmitir información. Estas señales pueden interferir con equipos que usan frecuencia similares para propósitos internos.

### **12. Ruido de alta frecuencia**

Son componentes que no son completamente periódicos. Algunas fuentes importantes de ruido son los hornos de arco y las combinaciones de diferentes cargas no lineales.

## **II. EVENTOS**

Se considera como evento a aquellos fenómenos eléctricos de corta duración

### **1. Interrupciones.**

Una interrupción de voltaje, interrupción de la señal de la fuente o simplemente una interrupción, es una condición en la cual el voltaje en los terminales de la fuente es cercano a cero. Las interrupciones de voltaje son normalmente iniciadas por fallos y las subsecuente acción de las protecciones.

### **2. Bajovoltaje.**

El bajo voltaje ( $<0.9$  p.u.) dependiendo de su duración es conocido de diferentes formas, así:

- Los bajo voltajes de corta duración (0.5 – 30 ciclos) son llamados “Sags” o “Dips”. Un sag de voltaje consiste en la reducción de la magnitud seguida de una recuperación después de un corto periodo de tiempo. Los sags son comúnmente causados por cortocircuitos o por el arranque de grandes motores.
- Los bajos voltajes de larga duración ( $>1$  min) conocido comúnmente como bajo voltaje.

### 3. Escalones de magnitud de voltaje.

Consisten en cambios repentinos de la magnitud del voltaje originados principalmente por conmutación de la carga, cambia taps de los transformadores y acciones de conmutación del sistema.

### 4. Sobrevoltajes.

Al igual que los bajo voltajes, los eventos de sobrevoltaje ( $>1.1$  p.u.) reciben diferentes nombres de acuerdo a su duración:

- Los sobrevoltajes de corta duración y gran magnitud son llamados sobrevoltajes transitorios y su duración está entre un ciclo y un minuto y son también conocidos como swell.
- Los sobrevoltajes de larga duración ( $>1$ min) son conocidos comúnmente como sobrevoltajes.

### 5. Salto de ángulo de fase y desbalance de fase.

Son fenómenos de corta duración, en la cual no se mantiene el ángulo de desfase entre los voltajes pero no hay cambio en la magnitud de los mismos.

## III. CLASIFICACIONES SUGERIDAS DE LOS EVENTOS DE VARIACIÓN EN LA MAGNITUD DEL VOLTAJE

<b>Magnitud del evento</b>	110%	Sobrevoltajes muy cortos	Sobrevoltajes cortos	Sobrevoltajes largos	Sobrevoltajes muy largos
		Rango normal de operación			
	90%	Bajovoltajes muy cortos	Bajovoltajes cortos	Bajovoltajes largos	Bajovoltajes muy largos
	1-10%	Interrupciones muy cortas	Interrupciones cortas	Interrupciones largas	Interrupciones muy largas
		1-3 ciclos	1-3 min	1-3 horas	
		<b>Duración del evento</b>			

Clasificación de eventos de magnitud de voltaje sugerida en "Understanding Power Quality Problems"

<b>Magnitud del evento</b>	110%	Sobrevoltaje transitorio	Sobrevoltaje temporal	Sobrevoltaje
	90%	Rango de operación normal		
	?	Dip de voltaje	Bajovoltaje	
	1%	Corta interrupción		Larga interrupción
		0.5 ciclos	1 min	3 min
		<b>Duración del evento</b>		

Definiciones de eventos de magnitud de voltaje como los usados en la EN50160

<b>Magnitud del evento</b>	110%	Transitorio	Swell	Sobrevoltaje	
	90%	Voltaje de operación normal			
	10%	Notch/Transitorio	Sag		Bajo voltaje
			Momentánea	Temporal	Interrupción sostenida
		0.5ciclos	3seg	1min	
		<b>Duración de eventos</b>			

Definiciones de eventos de magnitud de voltaje como los usados en la IEEE Std-1159 de 1995

Categoría	Espectro de frecuencia (típico)	Duración (típico)	Magnitud de la tensión (típica)
<b>1. Transitorios</b>			
<i>1.1 Impulsivos</i>			
1.1.1 Nanosegundos	tr = 5 ns	< 50 ns	
1.1.2 Microsegundos	tr = 1 μs	50 ns – 1 ms	
1.1.3 Milisegundos	tr = 0,1 ms	> 1 ms	
<i>1.2 Oscilatorios</i>			
1.2.1 Frecuencia baja	< 5 kHz	0.3 – 50 ms	0 – 4 p.u.
1.2.2 Frecuencia media	5 – 500 kHz	20 ms	0- 8 p.u.
1.2.3 Frecuencia alta	0,5 – 5 MHz	5 ms	0 – 4 p.u.
<b>2. Variaciones de corta duración</b>			
<i>2.1 Instantáneas</i>			
2.1.1 Sag (Dip)		0,5 – 30 ciclos	0,1 – 0,9 p.u.
2.1.2 Swell		0.5 – 30 ciclos	1,1 – 1,8 p.u.
<i>2.2 Momentáneas</i>			
2.2.1 Interrupción		0,5 ciclos – 3 s	< 0,1 p.u.
2.2.2 Sag (Dip)		30 ciclos – 3 s	0,1 – 0,9 p.u.
2.2.3 Swell		30 ciclos – 3 s	1,1 – 1,8 p.u.
<i>2.3 Temporales</i>			
2.3.1 Interrupción		3 s – 1 min	< 0,1 p.u.
2.3.2 Sag (Dip)		3 s – 1 min	0,1 – 0,9 p.u.
2.3.3 Swell		3 s – 1 min	1,1 – 1,8 p.u.
<b>3. Variaciones de larga duración</b>			
3.1 Interrupción sostenida		> 1 min	0,0 p.u.
3.2 Subtensión		> 1 min	0,8 – 0,9 p.u.
3.3 Sobretenión		> 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
<b>4. Desbalance de tensión</b>		Estado estacionario	0,5 – 2%
<b>5. Distorsión de onda</b>			
5.1 Componente D.C.		Estado estacionario	0 – 0,1%
5.2 Armónicos	0 – 100 armónicos	Estado estacionario	0 – 20%
5.3 Interarmónicos	0 – 6 kHz	Estado estacionario	0 – 2 %
5.4 Muecas	> 10 kHz	Estado estacionario	0 – 1%
5.5 Ruido	Banda ancha	Estado estacionario	
<b>6. Fluctuaciones de tensión (Flicker)</b>	< 25 Hz	Intermitente	0,1 – 7%
<b>7. Variaciones de la frecuencia del sistema</b>		< 10 s	

Clasificación propuesta para el proyecto SECSE