

IMPACTOS DEL DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN (SD)

Básicamente el impacto de un DR en un SD queda determinado por:

- Tamaño
- Localización
- Tipo
- Pero fundamentalmente por el diseño del SD

Su presencia impactará en:

- La regulación de tensión
- Niveles de corrientes de falta
- Calidad de potencia
- Confiabilidad
- Armónicos
- Estabilidad
- Desequilibrio
- Otros

Se tratará de identificar el modo en que se produce, como puede predecirse y como evitarse cuando su efecto sea negativo

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

ASOECTOS Y DATOS QUE DEBERIAN CONSIDERARSE PARA EVALUAR EL IMPACTO:

- Tamaño (potencia)
- Tipo de conversión de potencia (estático o rotante)
- Tipo de fuente primaria
- Ciclo de operación (potencia de salida vs. hora del día, arranques y paradas por día)
- Aporte a la corriente de falta (magnitud y duración)
- Contenido armónico de salida
- Factor de potencia en función de las condiciones operativas
- Localización en el sistema
- Localización y ajuste de los sistemas de regulación de tensión
- Localización y ajuste de los sistemas de protección
- Impedancias del sistema en el punto de interconexión
- Capacidad relativa del DR
- Localización y agregación de otros DR
- Configuración del transformador de interconexión y configuración de la puesta a tierra
- Funciones y ajustes del sistema de protección del DR
- Otros

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

SENSIBILIDAD DEL SISTEMA DE POTENCIA A LA LOCALIZACIÓN DEL DR

El factor más importante es la localización. Esto cambia sustancialmente las características del sistema entre la barra de la subestación y el usuario final

La localización puede ser en:

- La barra de la subestación
- El alimentador de distribución primario
- Un alimentador de distribución secundario
- En la posición de un usuario (industrial, comercial o domiciliario)

Un factor determinante es la *debilidad* del sistema en el punto de conexión: impedancia equivalente del sistema – capacidad de alimentar carga en función de la caída de tensión

Los estudios de cortocircuito ya son un indicador de las impedancias relativas

La relación entre la corriente nominal del DR y la de cortocircuito en el PCC puede ya ser un indicador del eventual impacto

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

SENSIBILIDAD DEL SISTEMA DE POTENCIA A LA LOCALIZACIÓN DEL DR

Como regla muy general si la corriente del DR es un 1% de la corriente de cortocircuito puede decirse que el impacto será despreciable, al menos en lo que respecta a regulación de tensión, calidad de potencia y variaciones de tensión

A nivel de alimentadores primarios la filosofía de regulación de tensión tiene gran influencia en el impacto del DR

Los ordenes de magnitud cambian considerablemente en aplicaciones de DR en redes de baja tensión

En redes de baja tensión la posición del DR para un usuario final también es importante el hecho de compartir o no el transformador de distribución

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

En lo considerado “sistema de distribución” es el punto más fuerte y por lo tanto el que más DR puede admitir

En la barra de la subestación actúa prácticamente como otro transformador los elementos fundamentales a considerar son:

- Las protecciones hacia los alimentadores y también aguas arriba
- El método de regulación de tensión

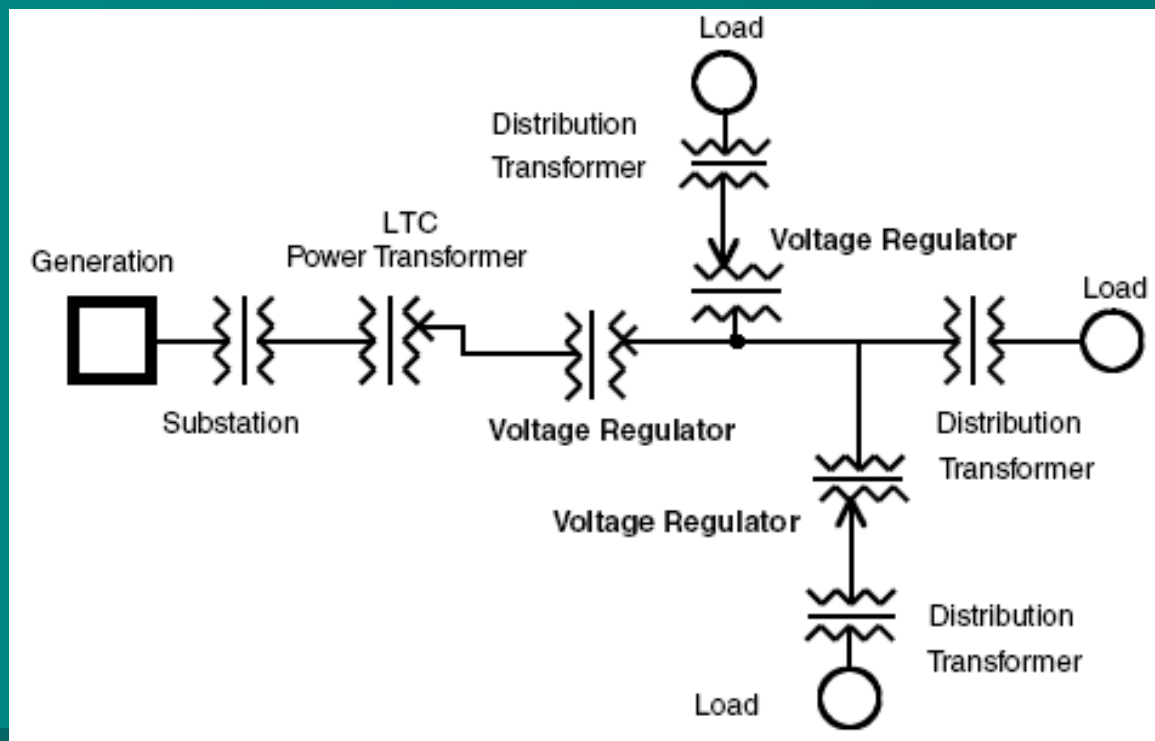
Relativamente grandes potencias de DR pueden requerir, **respecto de los interruptores de protecciones**, una revisión de:

- Las corrientes nominales de interrupción, las momentáneas y las de régimen permanente
- Tensiones Transitorias de Restablecimiento (TRV)
- Capacidad nominal de cierre (y apertura) fuera de fase de los interruptores
- Corrientes nominales de los elementos de maniobra
- Relés de protección

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

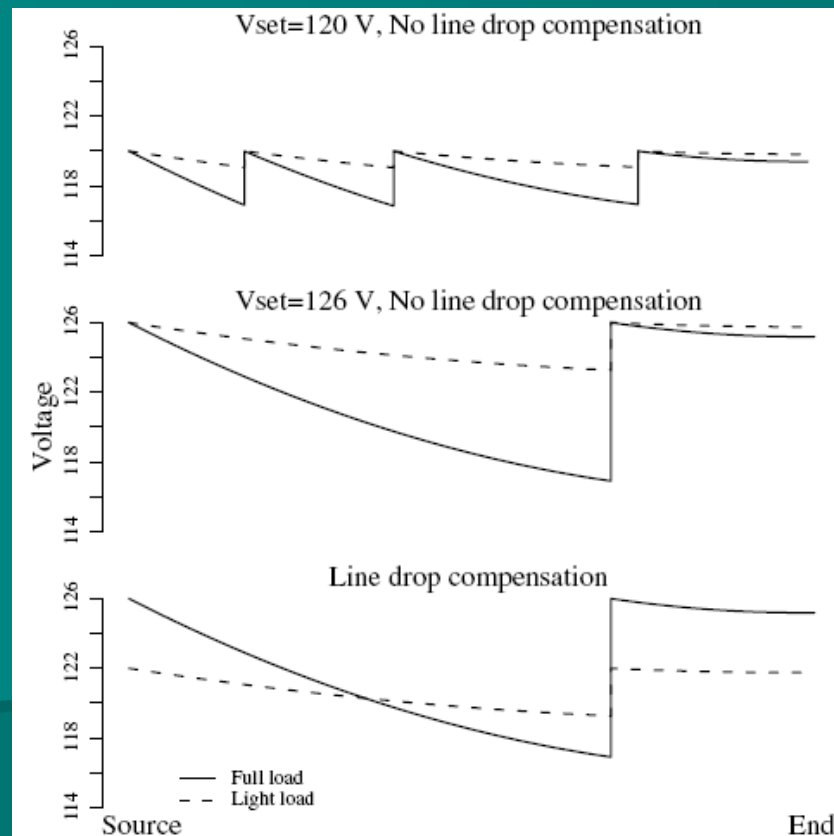
Regulación de tensión «clásica» en SD



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

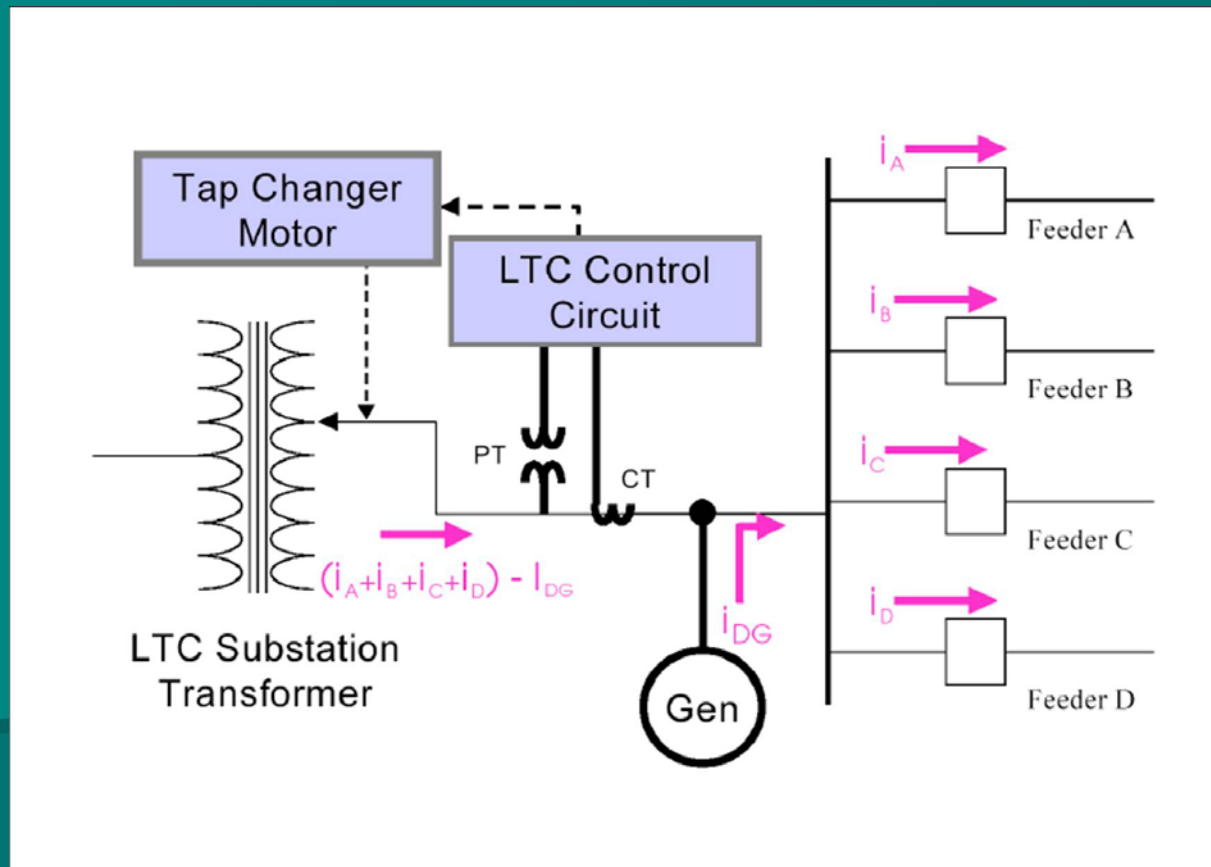
Respecto de la regulación de tensión, el problema puede ser la interferencia entre el DR y el regulador cuando el ajuste contemple la compensación de caída en línea



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

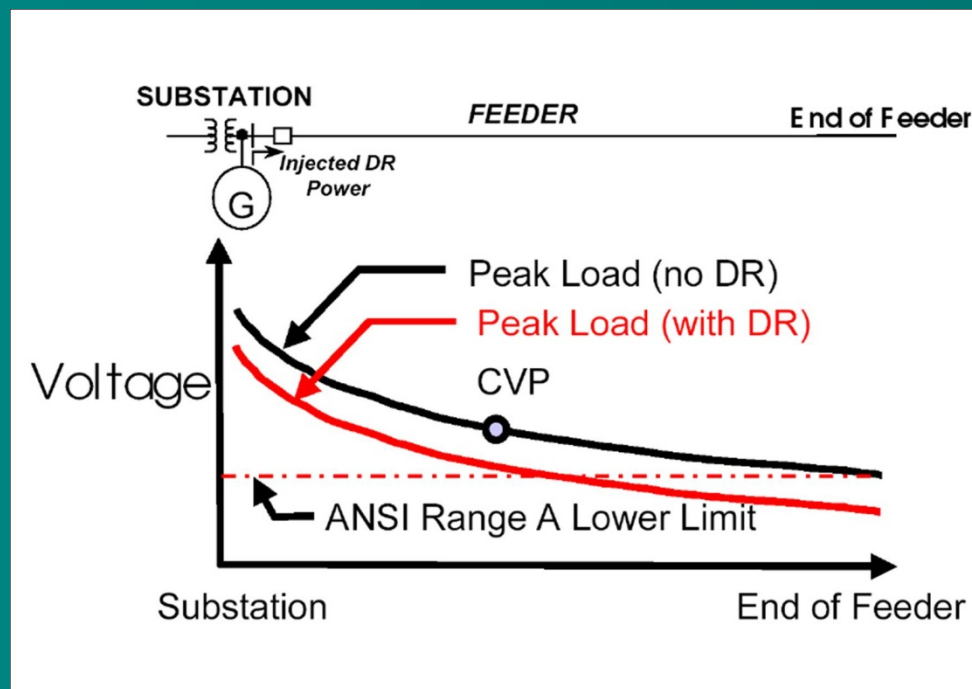
Respecto de la regulación de tensión, el problema puede ser la interferencia entre el DR y el LTC del transformador cuando el ajuste del LTC contemple la compensación de caída en línea



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

Respecto de la regulación de tensión



Este problema puede surgir cuando la potencia del DR supera el 15 o 20% de la potencia del Transformador

Esto se corrige en el LTC modificando la corriente o eliminando la compensación de caída en Línea

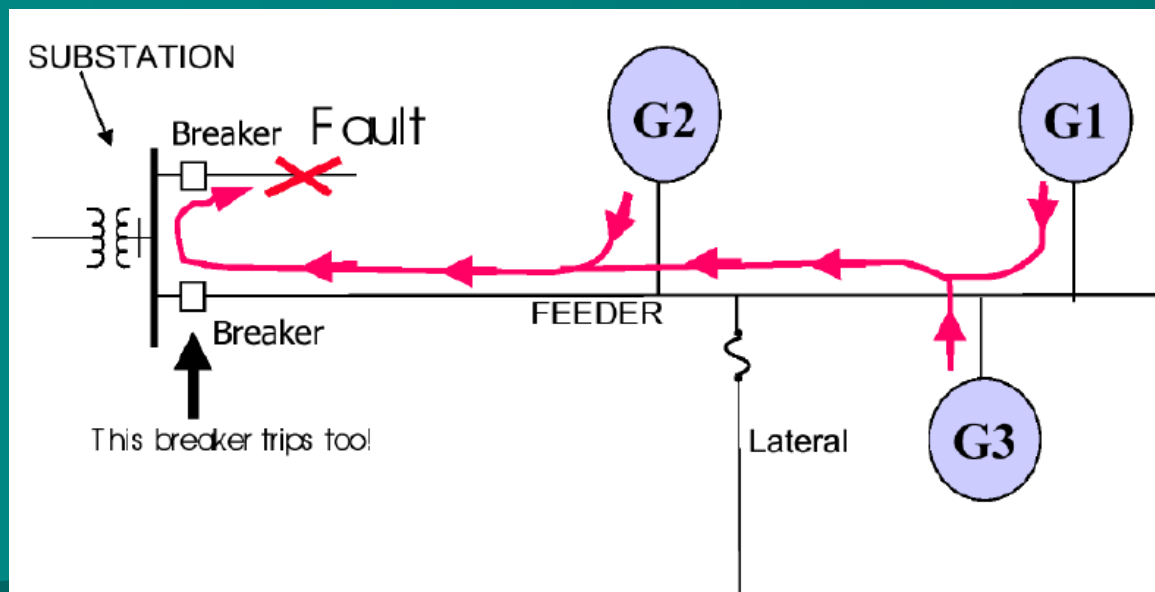
El problema se hace mas complejo aun si el DR exporta potencia al sistema de transmisión

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN ALIMENTADORES PRIMARIOS O LÍNEAS SECUNDARIAS

Para una misma potencia instalada su impacto será mayor que en la subestación

El primer impacto observable se relaciona con las protecciones de sobrecorrientes por la posible inversión en el flujo de potencia



Por otro lado, si el DR se acopla al sistema mediante un transformador, el sistema de conexión del transformador juega un rol importante en las corrientes de cortocircuito....

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN ALIMENTADORES PRIMARIOS O LÍNEAS SECUNDARIAS

El elemento indicador que en principio indica el posible impacto del DR en el sistema es la **relación de rigidez** o **factor de rigidez**.

Esta relación o factor indica la fortaleza de un sistema para mantener sus niveles de tensión aun para grandes variaciones de la corriente de carga

Pueden observarse dos maneras de calcular tal relación:

- El cociente entre la corriente de falta en el punto de interconexión sin el DR y la corriente nominal de DR
- El cociente en el punto de interconexión entre la corriente de falta considerando el sistema y el DR y la corriente de falta solo estando el DR

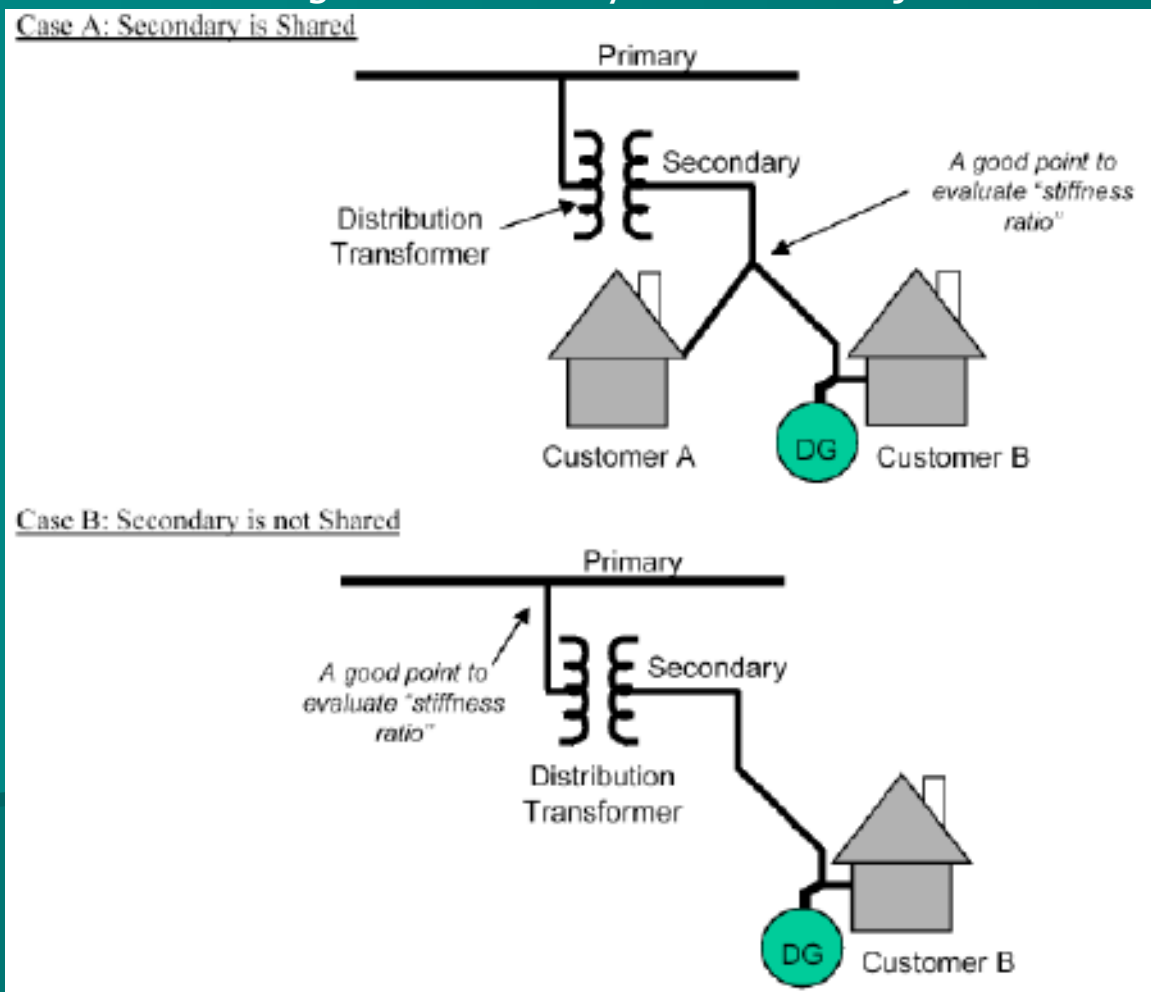
Puede estimarse según la primera definición para un sistema en 13,2kV, con una corriente de falta de 2kA un DR de 100kW.....

Y si la conexión se hiciese en ese punto pero del lado de baja de un transformador (220V) de 1,6 MVA????

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN ALIMENTADORES PRIMARIOS O LÍNEAS SECUNDARIAS

Cuando usar la relación de rigidez en media y cuando en baja tensión???



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

DR EN ALIMENTADORES PRIMARIOS O LÍNEAS SECUNDARIAS

En principio una relación de 100 o más sugeriría un acoplamiento seguro del DR; también es cierto que con menos de 100 la instalación también puede funcionar, eventualmente con equipamiento adicional de protección y control... quien los paga???

El efecto de la agregación de los DR a nivel de distribución puede ser una elemento importante; caso típico: fotovoltaicos en distribución residencial

La aplicación de la relación de rigidez puede necesitar estudios en mayor profundidad

Diferentes DR en distintos niveles de agregación interactúan de manera diferentes tanto en situaciones de estado estacionario como dinámico

Tanto desde el punto de vista del modelado del sistema como del comportamiento propiamente dicho del sistema no existen reglas generales que permitan establecer de antemano el verdadero impacto de la DR

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FLUJO DE POTENCIA REACTIVA Y PÉRDIDAS

Una disposición y un despacho adecuado del DR puede reducir las pérdidas en el sistema

Para la máxima reducción de pérdidas el DR debe:

- Estar ubicado en un punto óptimo del sistema
- Ser despachado alrededor de las pérdidas pico del sistema
- Ser operado a un nivel de entrega de potencias óptimo

Una operación, tamaño o disposición inadecuada del DR puede incrementar las pérdidas

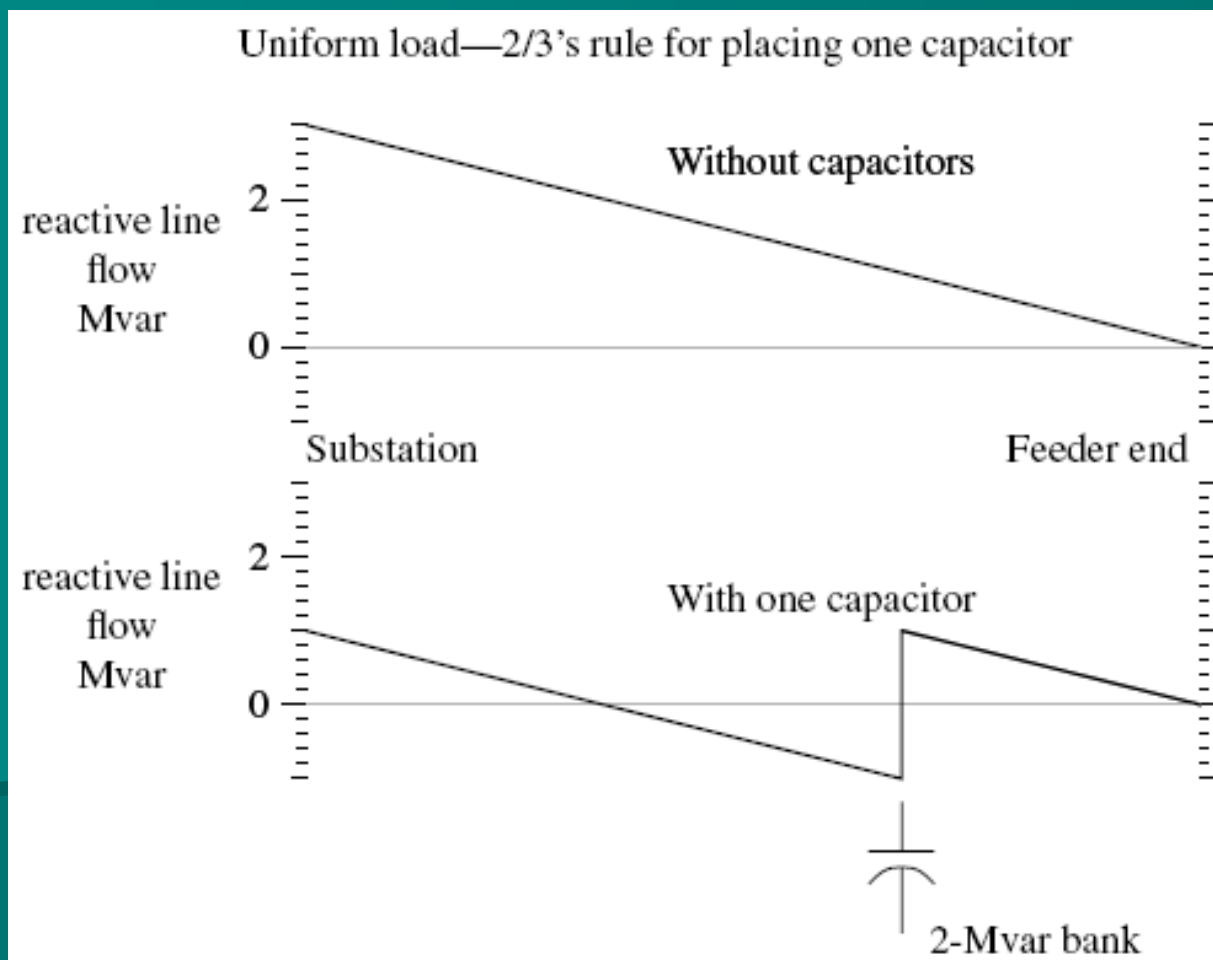
La disposición óptima del DR para la reducción de pérdidas es muy similar a la de los condensadores salvo en que el DR impacta tanto en la potencia reactiva como en la activa

Para la ubicación y tamaño de los condensadores para reducción de pérdidas en líneas y carga uniformemente distribuida suele recomendarse la *regla de los 2/3*

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FLUJO DE POTENCIA REACTIVA Y PÉRDIDAS

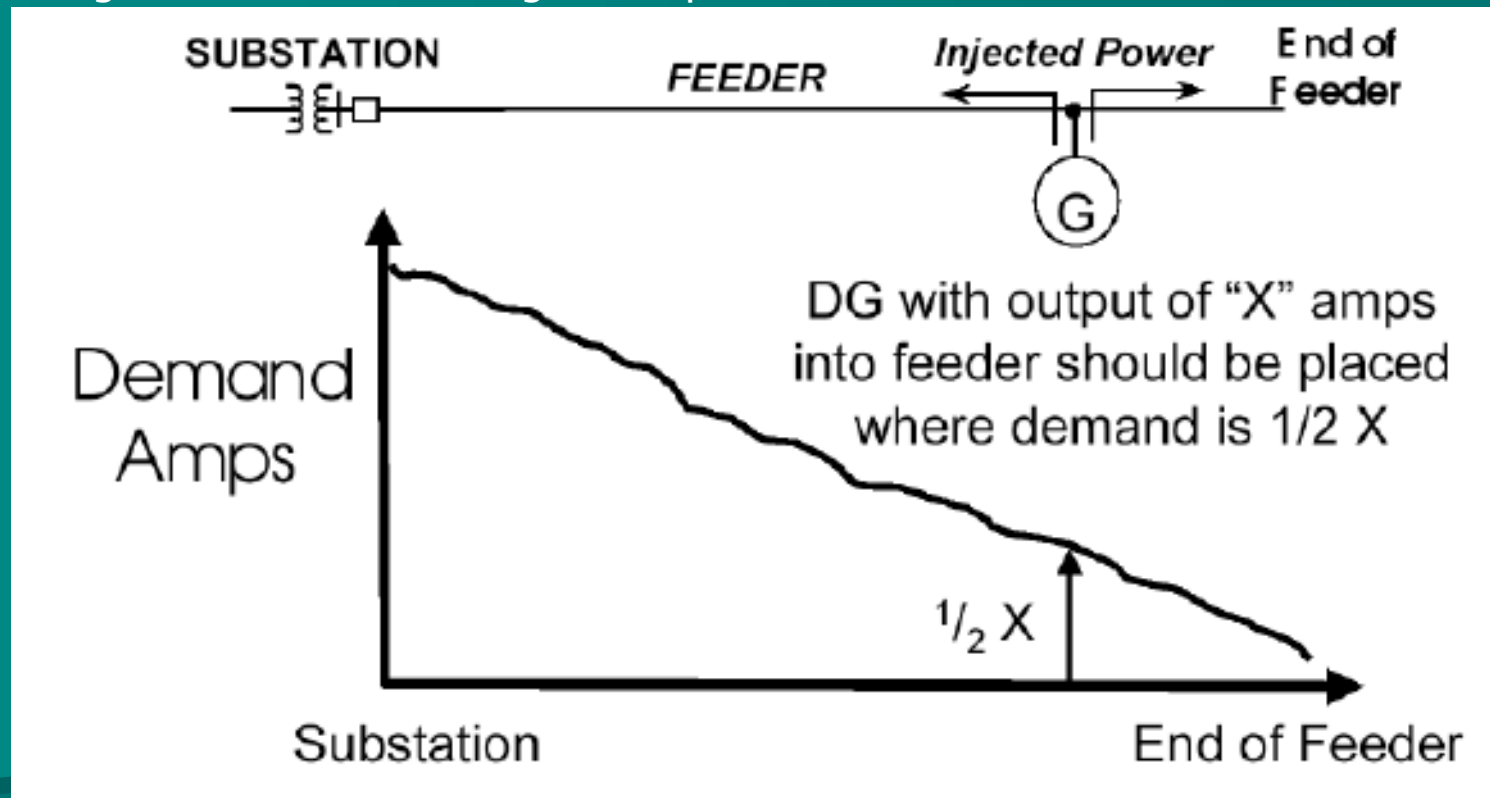
Regla de los 2/3 para aplicación "óptima" de condensadores reduciendo pérdidas:



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

FLUJO DE POTENCIA REACTIVA Y PÉRDIDAS

Para minimizar pérdidas empleando DR la idea es ubicarlo en el punto donde la salida del DR es igual a dos veces la carga en el punto:



De esta manera la mitad del flujo va "aguas arriba" y la otra mitad "aguas abajo"

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO DEL FACTOR DE POTENCIA EN LAS PÉRDIDAS

Un DR operando con factor de potencia en retraso incrementará la demanda de reactiva del alimentador

El caso de **generadores de inducción** complica esta situación ya que el mismo requiere reactiva para su excitación

En general, con **generadores de inducción**, la reducción de perdidas será positiva cuando trabaje próximo a su carga nominal; a medida que su carga baje es posible que realmente exista un incremento de las pérdidas

Los **inversores y generadores síncronos** en general no tienen este problema. La solución a los de inducción son los condensadores pero puede haber problemas de auto excitación

Un DR operado a un buen factor de potencia ayuda al operador del sistema a operar eficientemente y eventualmente a postergar inversiones

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CORRIENTES NOMINALES Y CAPACIDADES DE RUPTURA

El impacto sobre las corrientes nominales, las corrientes nominales de ruptura y momentáneas de los elementos de protección y maniobra es fácil de percibir

El impacto, para ordenes de potencias de DR similares, tiende a ser mayor cuando el acoplamiento se hace en baja tensión

Si bien no es un problema frecuente puede ser necesario revisar la sección de los conductores y/o cables por potenciales limitaciones térmicas o de caída de tensión (en realidad “subidas” de tensión)

La presencia del DR puede introducir nuevas variantes de reconfiguración frente a distintas contingencias y condiciones de emergencia

En general el sistema debería seguir operando en condiciones seguras frente a la salida de servicio del DR

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

SEGURIDAD

Las empresas distribuidoras, además de un conjunto de prácticas y procedimientos para tareas de reparación o mantenimiento, tienen el “control” del sistema fundamentalmente de las fuentes de energía

Si se desconecta un alimentador que contiene un DR normalmente tal DR no será capaz de mantener el sistema y se desconectará también. Sin embargo esto puede plantear algunas situaciones particulares.

La presencia del DR requerirá que la distribuidora revise sus procedimientos de seguridad y verificación de ausencia de energía para sus labores de reparación o mantenimiento

Aun cuando el DR no esté concebido para exportar energía al sistema tales procedimientos deberían ser revisados además de que la instalación del DR y sus equipos de interconexión contemplen esta situación.

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN CONDICIONES DE FALTA

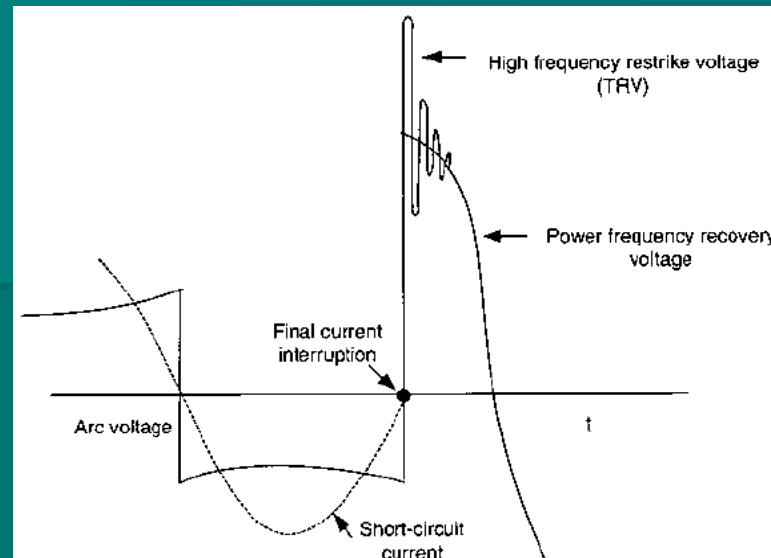
Los efectos más importantes de la presencia del DR durante una condición de cortocircuito son:

- Cambios en la magnitud de la corriente de falta
- Cambios en la dirección del flujo de potencia
- Incoherencia entre la verdadera magnitud de la corriente de falta y la medida por los elementos de protección de la distribuidora
- Potencialmente altos TRV sobre los interruptores

TRV

$$f_n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

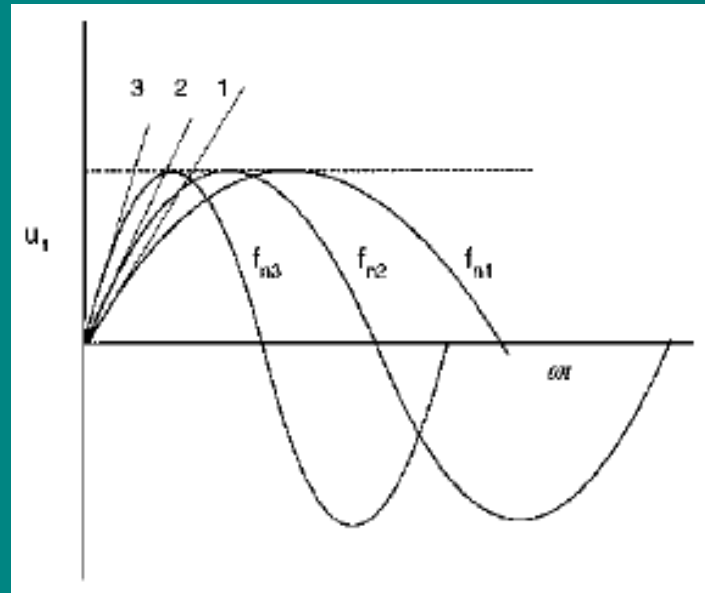
f_n : 100 a 10.000Hz



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN CONDICIONES DE FALTA

TRV



Si la frecuencia natural sube, la velocidad de subida de la tensión de restablecimiento (RRRV- Rate Rise Recovery Voltaje) se incrementará

El TRV depende del tipo de falta, factor de potencia de la corriente de falta, etc..

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN CONDICIONES DE FALTA

Valores de la corriente de falta:

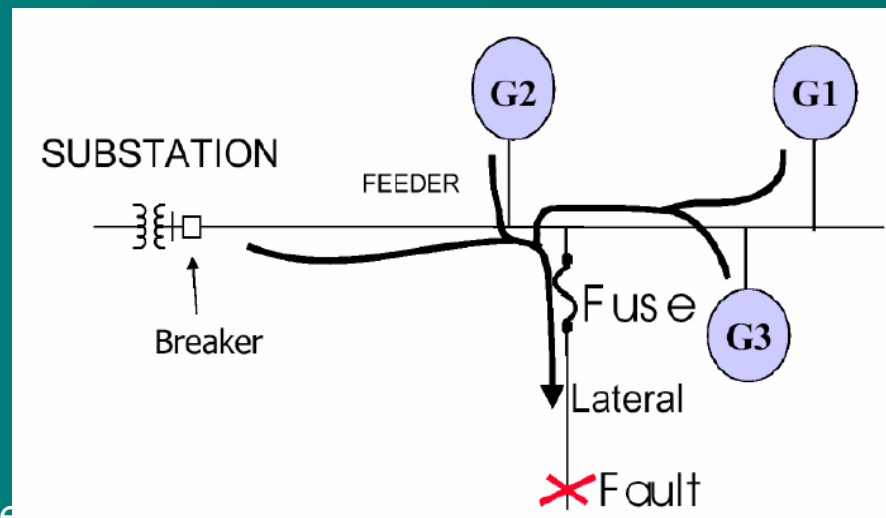
La contribución depende de:

- Tipo de convertor (rotante o estático)
- Sistema de excitación (generador)
- Impedancias en el camino de la corriente

Para máquinas rotantes (inducción o síncronas) el valor inicial se puede estimar a partir de la tensión pre-falta y la reactancia subtransitoria

Reactancias subtransitorias y transitorias y constantes de tiempo asociadas respecto de la corriente nominal

Para sistemas con estrella del generador rígida a tierra la falta a tierra puede ser 30% mayor que la trifásica



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN CONDICIONES DE FALTA

Valores de la corriente de falta:

La contribución de corriente a una falta en máquinas síncronas o de inducción caerá prácticamente a cero en pocos ciclos (≈ 10) si no se tiene excitación.

En un generador de inducción no necesariamente la excitación cae a cero durante una falta

En una máquina síncrona con excitación independiente el aporte de corriente continuará hasta que sea desconectada aun cuando las tensiones de las tres fases caigan prácticamente a cero

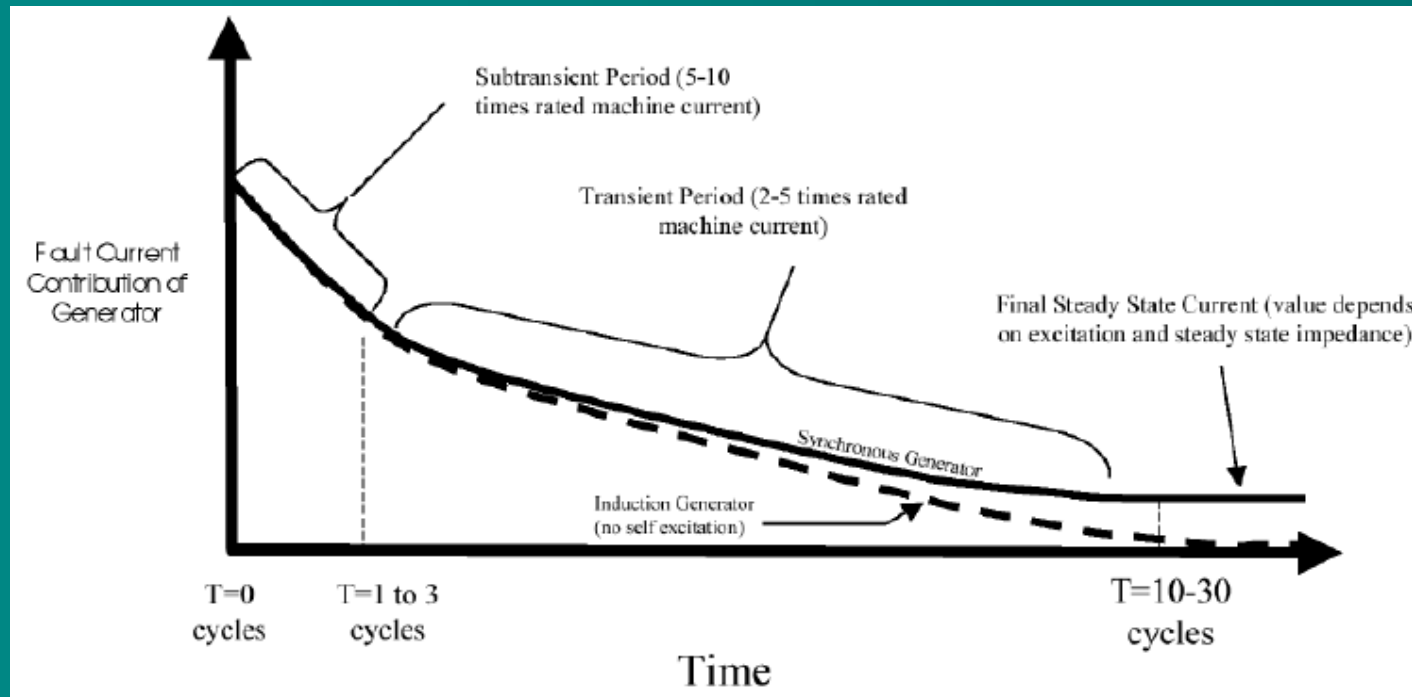
La contribución de corriente después del período transitorio y subtransitorio dependerá de la impedancia de estado estacionario del generador y del nivel de excitación del mismo

Las exigencias operativas de interconexión de DR (por ejemplo, IEEE 1547) requieren la desconexión del generador en 10 ciclos o menos lo que hace que el aporte de corriente rara vez requiera extenderse en el tiempo mas allá de tal tiempo (esto no es siempre y en todo lugar de esta manera...)

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN CONDICIONES DE FALTA

Aporte de corriente a una falta de una máquina rotante:



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN CONDICIONES DE FALTA

Inversores:

La magnitud y la duración del aporte de corriente a la falta depende de su propio sistema de control y protección

Respecto de la tensión, y para inversores diseñados para interconectarse con sistemas eléctricos, su sistema de control lo desconecta (en milisegundos) si la tensión cae por debajo de cierto nivel o su ángulo de fase cambia demasiado rápido

Generador síncrono:

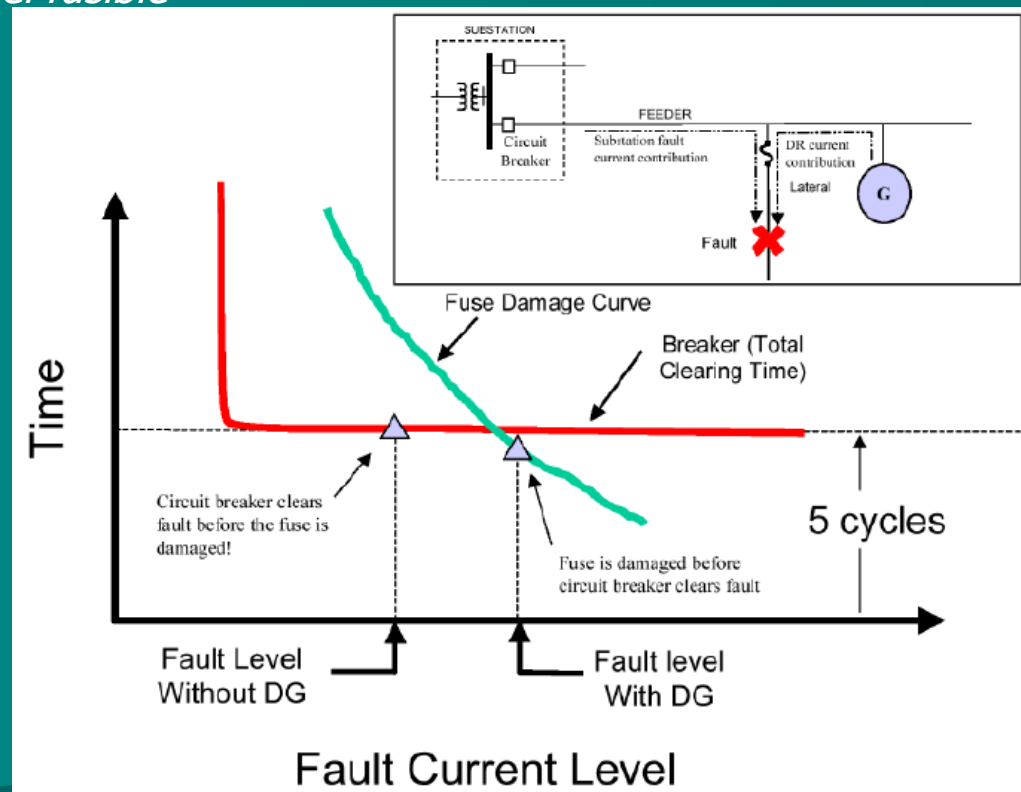
Pueden pensarse en una potencia (100kVA de S_n) de tal máquina conectándose del lado de media tensión y compararlo si se conectara del lado de baja...

Y si lo que se conecta es un inversor???

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO EN LOS FUSIBLES LATERALES

La idea de *salvar el fusible*

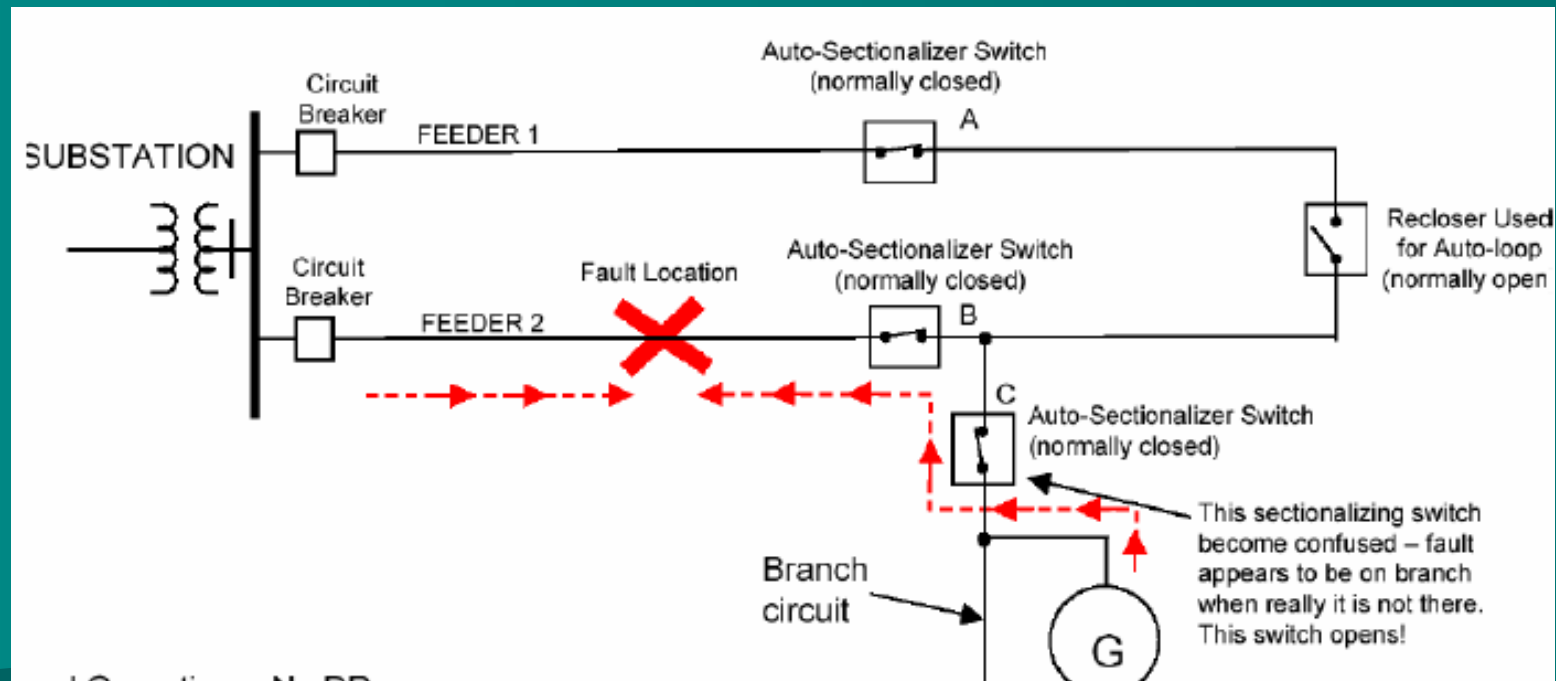


El fusible puede no salvarse porque la corriente es mayor que la prevista originalmente o Porque la falta siguió siendo alimentada por el DR

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

IMPACTO DE LA INVERSIÓN DE LA CORRIENTE EN SECCIONALIZADORES, RECONECTADORES E INTERRUPTORES

La mayoría de los esquemas de protección en SD se coordinan por «magnitud» de corrientes ignorando su «dirección»



El aporte de corriente a la falta del DR "confunde" al seccionizador C que cree que la falta está en el tramo que él protege

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

ALGUNOS ELEMENTOS PARA EVALUAR SI LA POTENCIA DEL DR PUEDE PRODUCIR CONTRIBUCIONES DE CORRIENTES PROBLEMÁTICAS

El nivel de contribución de corrientes de cortocircuito que provoca situaciones conflictivas depende de varios factores: de los tipos de elementos de protección, los ajustes de disparo, los objetivos de protección y donde se ubican en el alimentador

Los niveles de «corriente de disparo» o «nominales» de los elementos de protección van disminuyendo a medida que se aleja de la subestación

Un buen elemento para evaluar su potencial de interferencia es observar la disposición de las protecciones en la hoja corriente-tiempo de protección y coordinación

Sin embargo, en algunos casos como el uso de protectores de redes en redes malladas, pequeñas corrientes pueden provocar actuación indeseadas de las protecciones

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

COMPATIBILIDAD DE LA PUESTA A TIERRA ELÉCTRICA

Las posibilidades de puesta a tierra del neutro del sistema trifásico o de cualquier otro conductor del sistema son varias y marcadas por cuestiones «culturales» o de «usos»...

Esto determina las condiciones de seguridad, de protección y de como los generadores y las cargas se conectan entre ellos

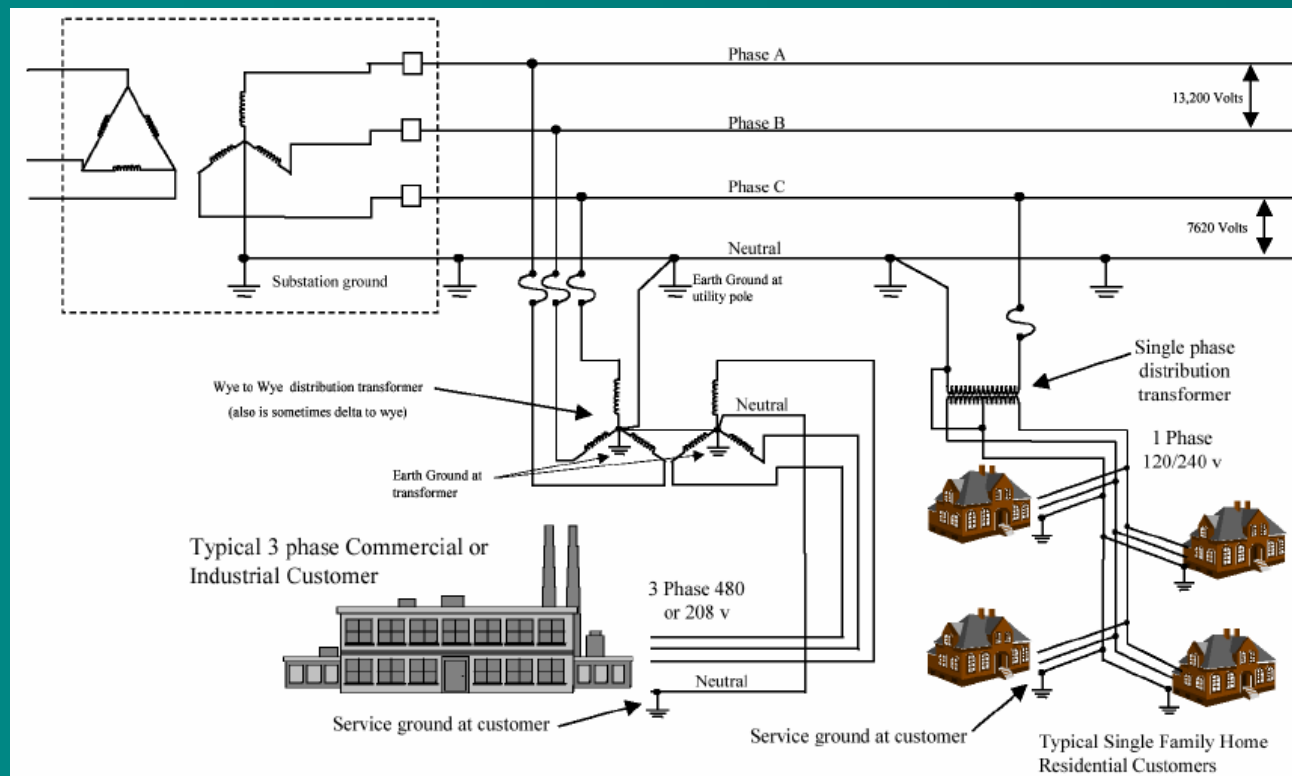
El DR debe ser configurado y operado de una manera compatible con el resto del sistema para mantener tales características, fundamentalmente las de seguridad

Será posible distinguir entre la puesta a tierra del sistema de distribución primario y secundario, del generador y de la carga

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

COMPATIBILIDAD DE LA PUESTA A TIERRA ELÉCTRICA

Esquema clásico de los sistemas de distribución y su puesta a tierra

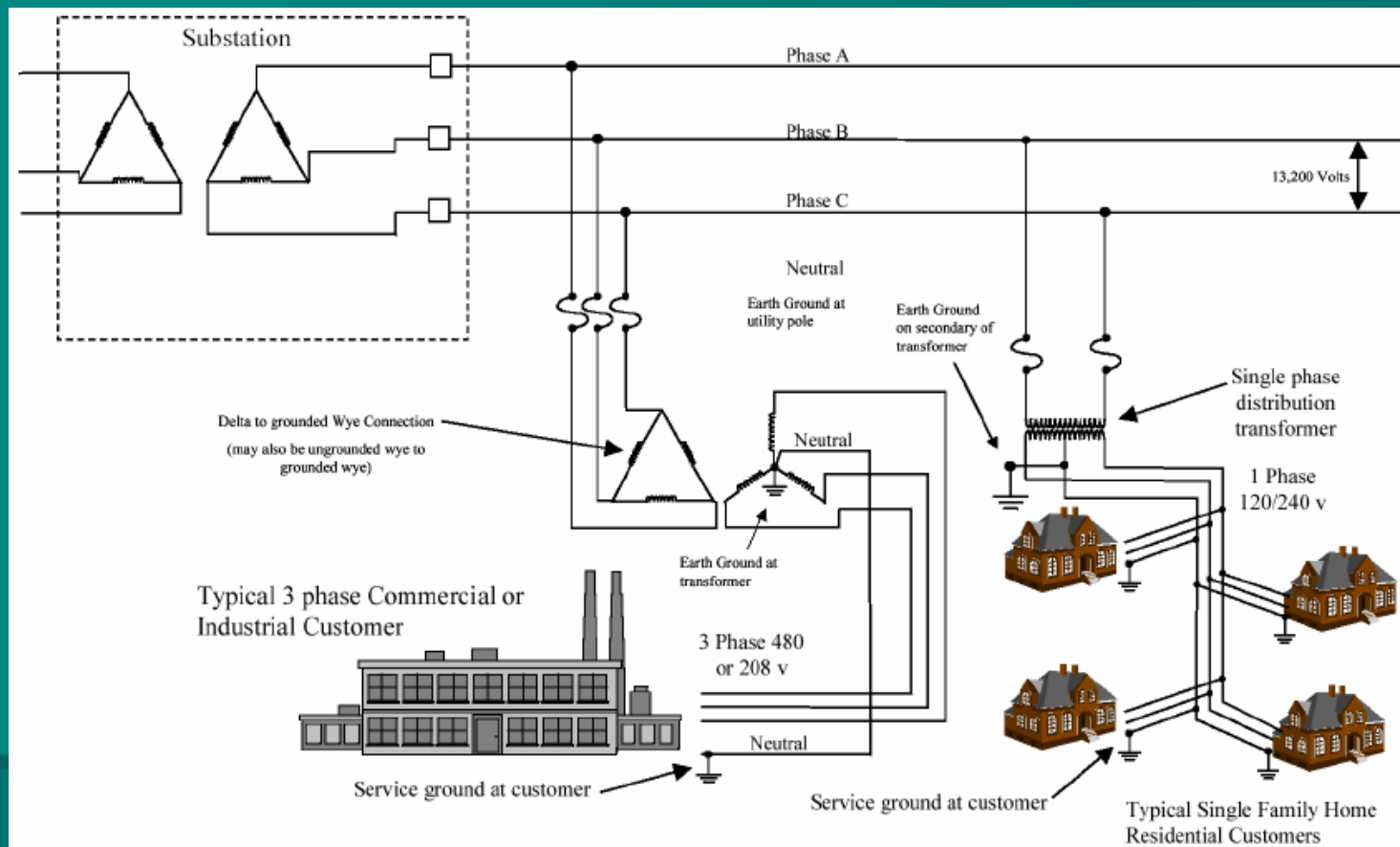


Puede analizarse la situación que el usuario comercial acople un DR mediante un Transformador cuyo lado de alta sea como el actual pero el de baja sea estrella sin neutro accesible

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

COMPATIBILIDAD DE LA PUESTA A TIERRA ELÉCTRICA

Otro esquema clásico de los sistemas de distribución y su puesta a tierra



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

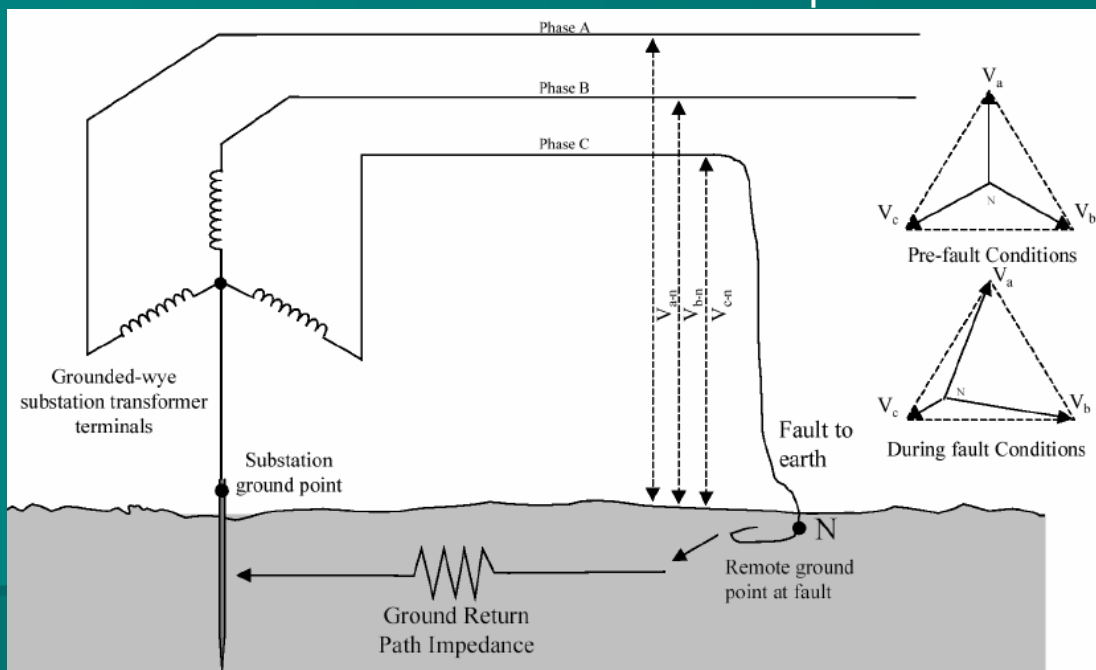
COMPATIBILIDAD DE LA PUESTA A TIERRA ELÉCTRICA

El concepto de puesta a tierra efectiva

Las impedancias resultantes deben ser tales que:

- $X_1 > R_0$
- $X_0 < 3X_1$

Esto garantiza que en caso de falta la tensión en las fases sanas no supera el 125% de la tensión fase-neutro

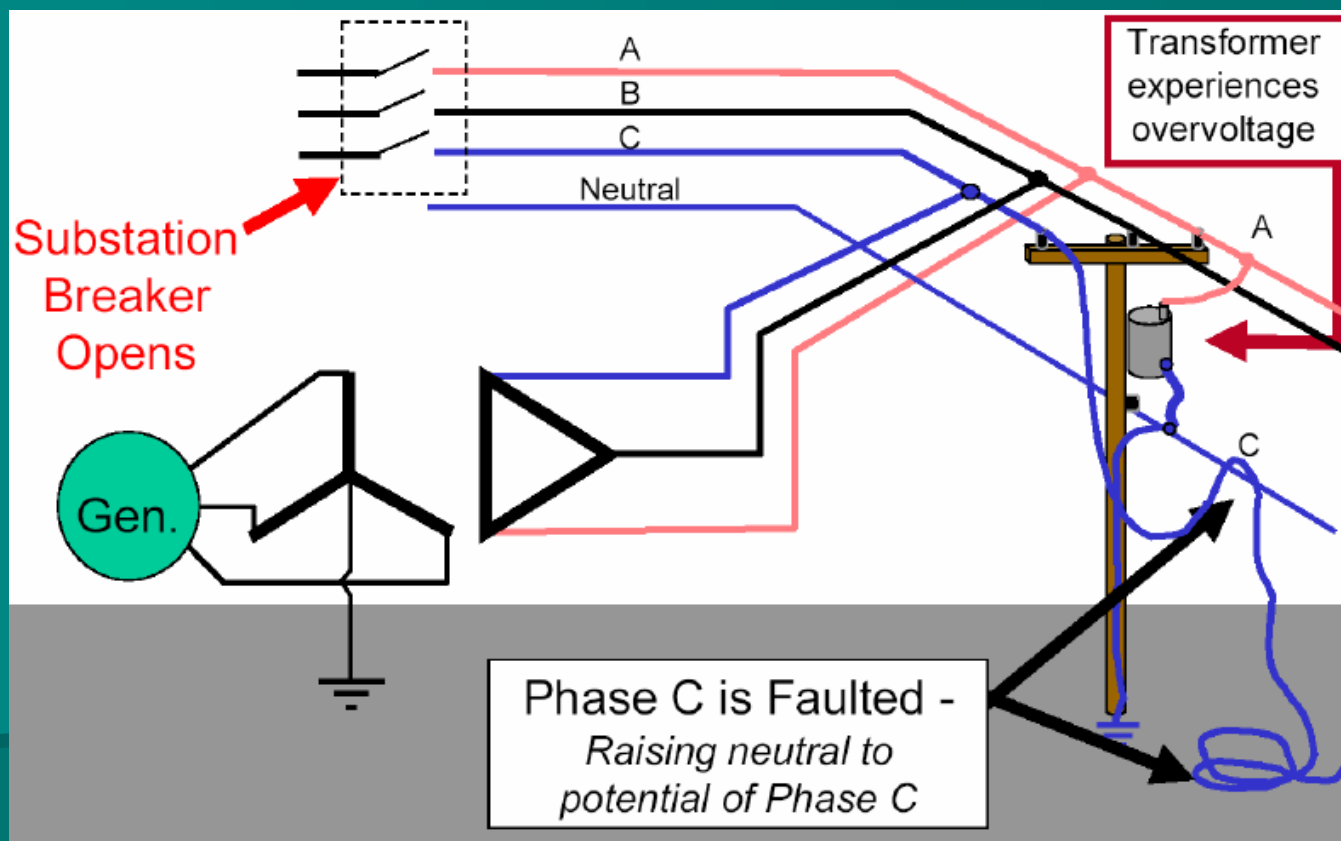


y los sistemas aislados o puestos a tierra mediante una alta impedancia????

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

COMPATIBILIDAD DE LA PUESTA A TIERRA ELÉCTRICA

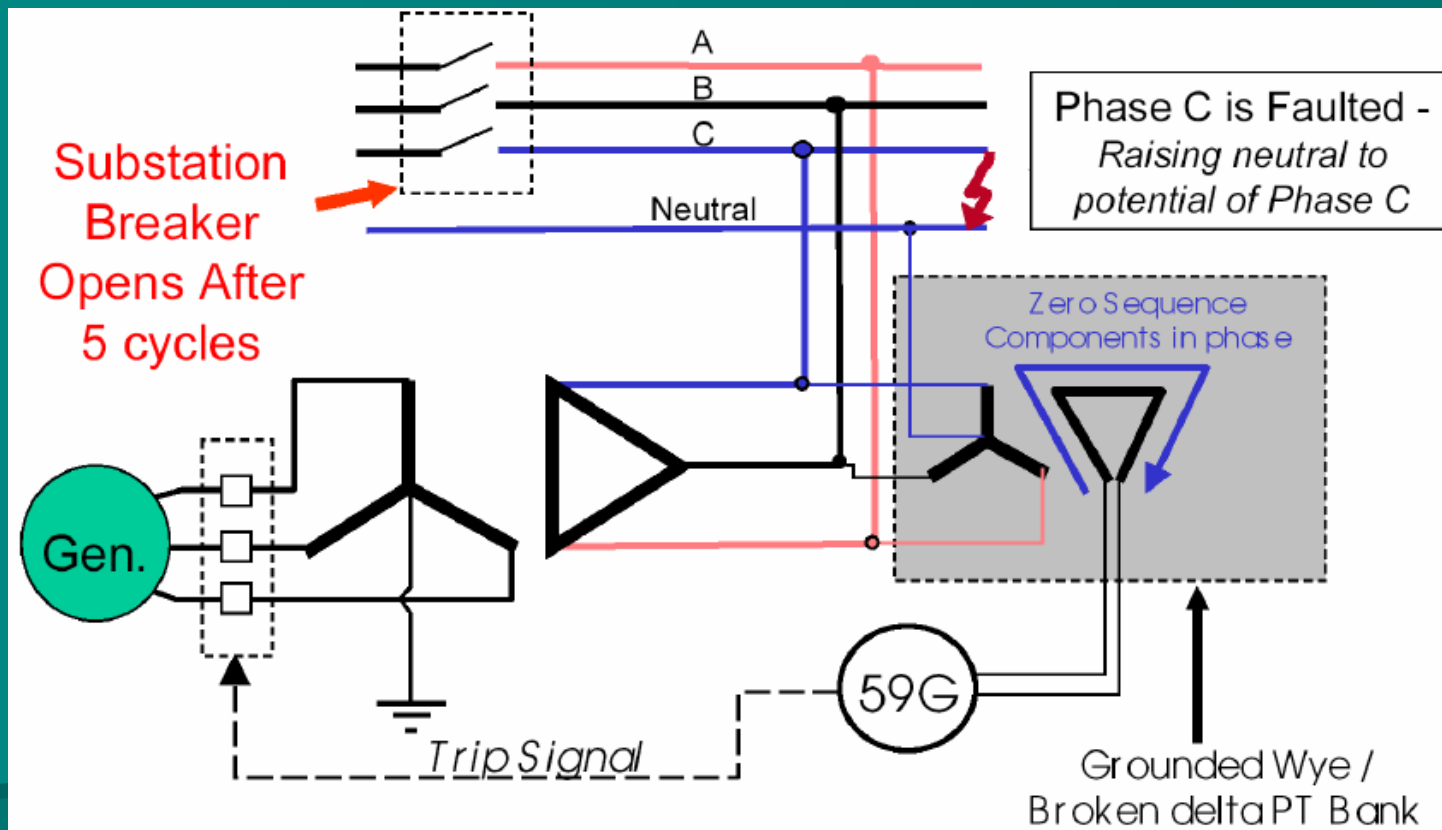
El problema de la «incompatibilidad» de la puesta a tierra del DR...



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

COMPATIBILIDAD DE LA PUESTA A TIERRA ELÉCTRICA

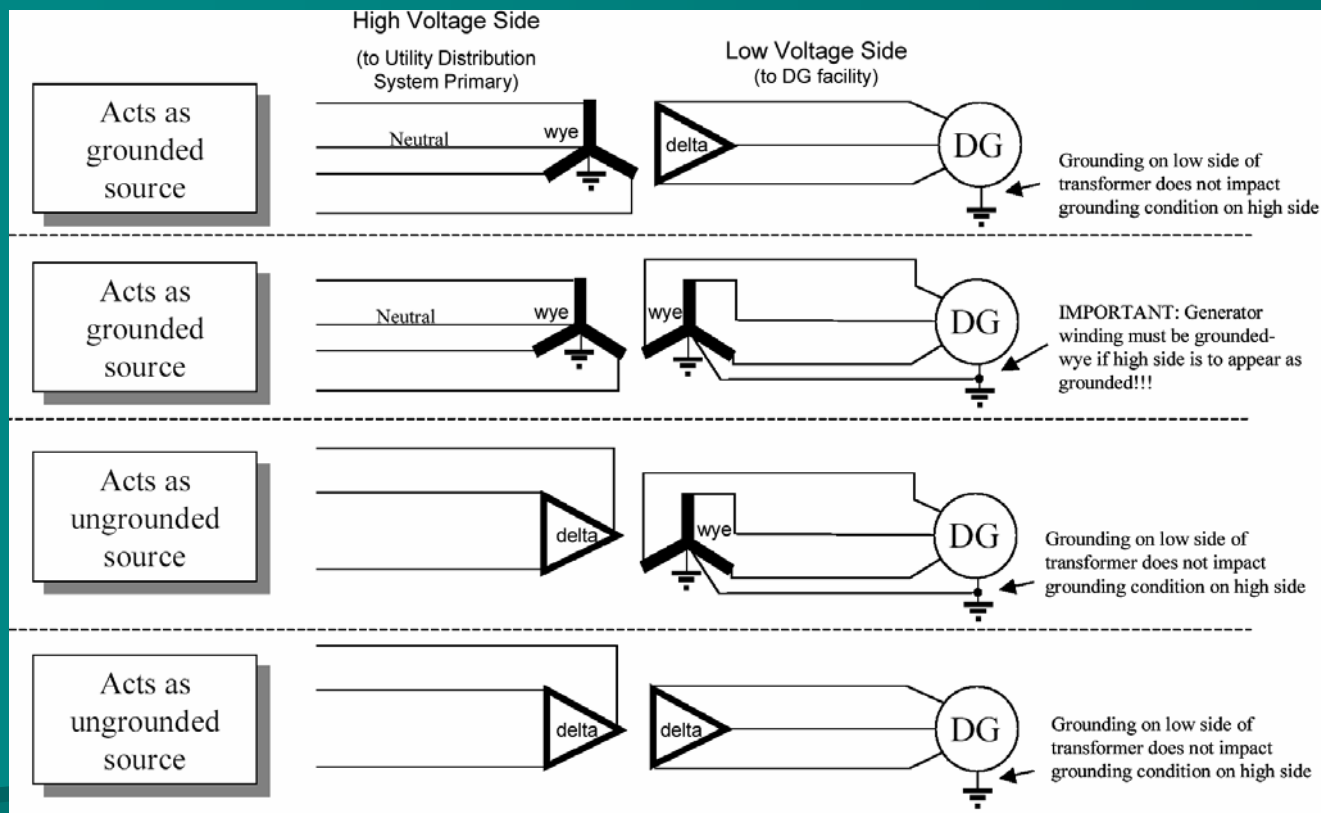
Una solución posible al esquema anterior...



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

TRANSFORMADOR Y TIERRA

El tipo de transformador define como es visto el DR por el sistema de distribución primario

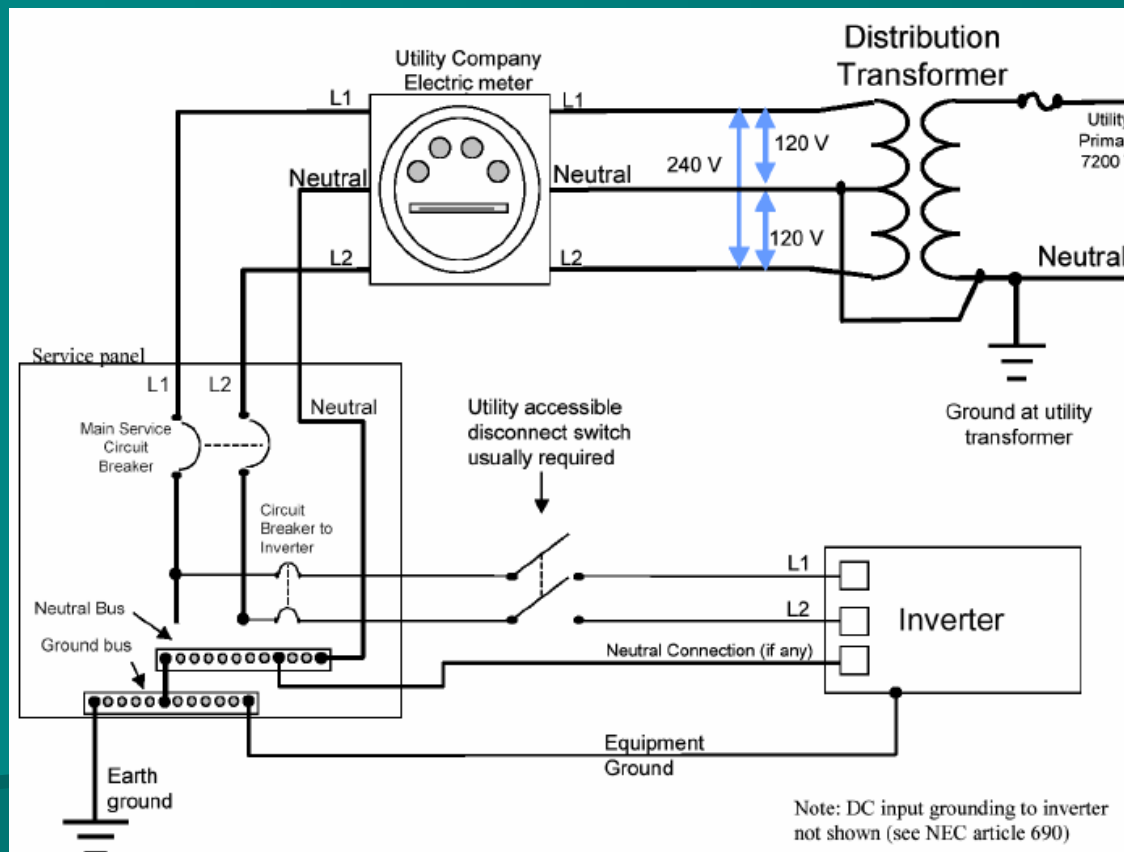


La explicación de esto es mas clara observando la red de secuencia cero

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

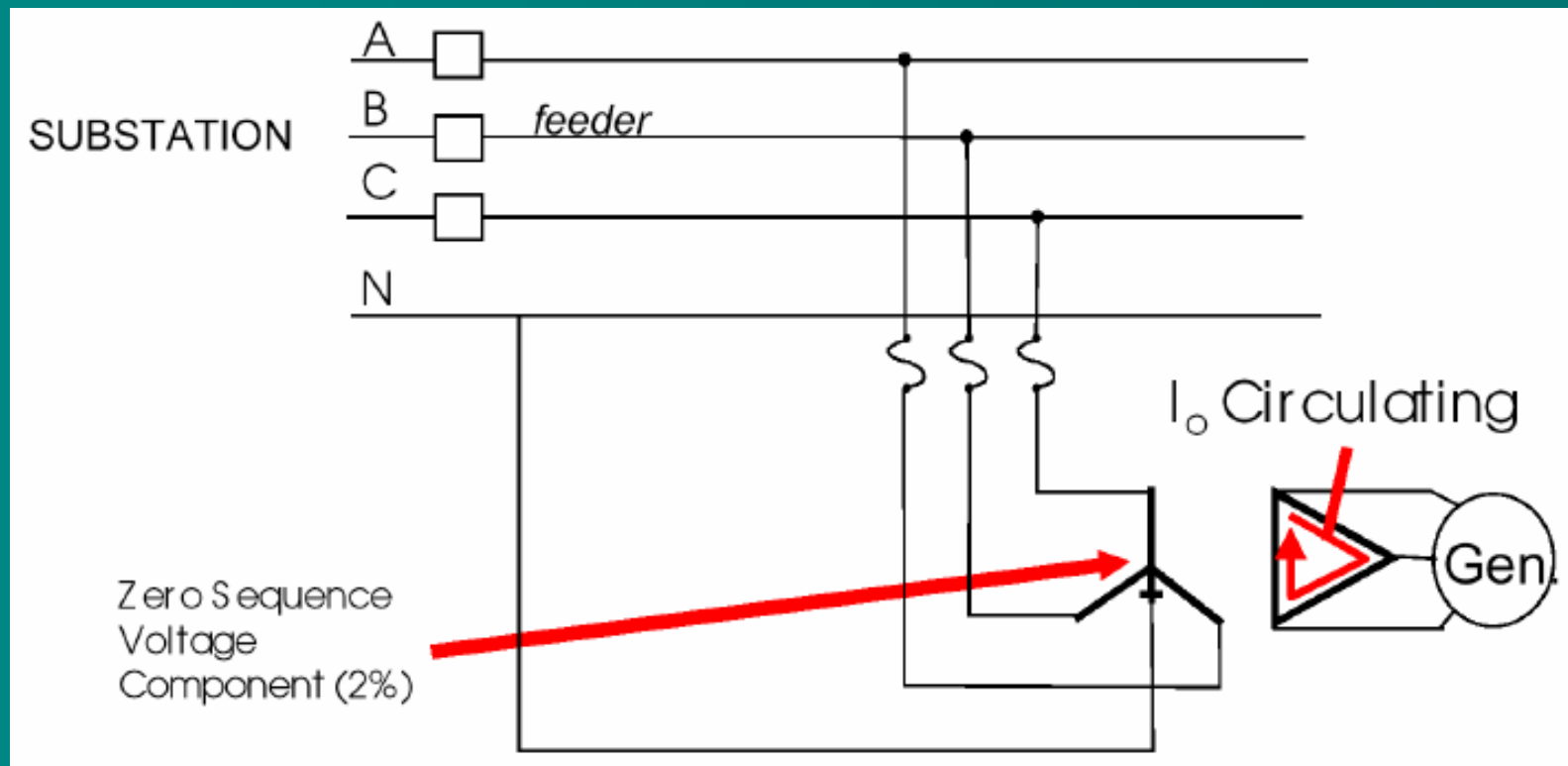
CASO DR MONOFÁSICO

El tipo de transformador define como es visto el DR por el sistema de distribución primario



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

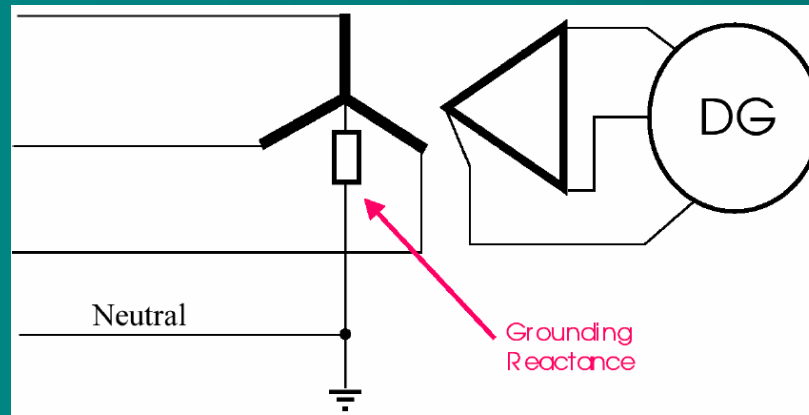
PROBLEMA DE CORRIENTES CIRCULANTES



Si la impedancia de secuencia cero del trafo es 3% y del lado primario existe una tensión de secuencia cero del 2% se tendría una corriente circulante del 66% ($2/3$) de la nominal....

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

EL TIPO DE TRANSFORMADOR DE ACOPLE DEL DR PUEDE INSENSIBILIZAR LA DETECCIÓN DE FALTAS A TIERRA



En caso de faltas a tierra, el camino en paralelo de la red de secuencia cero generado por la conexión del DR puede hacer que las protecciones del alimentador no vean tal falta...

Una potencial solución... una impedancia limitando la corriente de falta a tierra en el neutro del transformador de acople... con algunas limitaciones en cuanto a su magnitud...

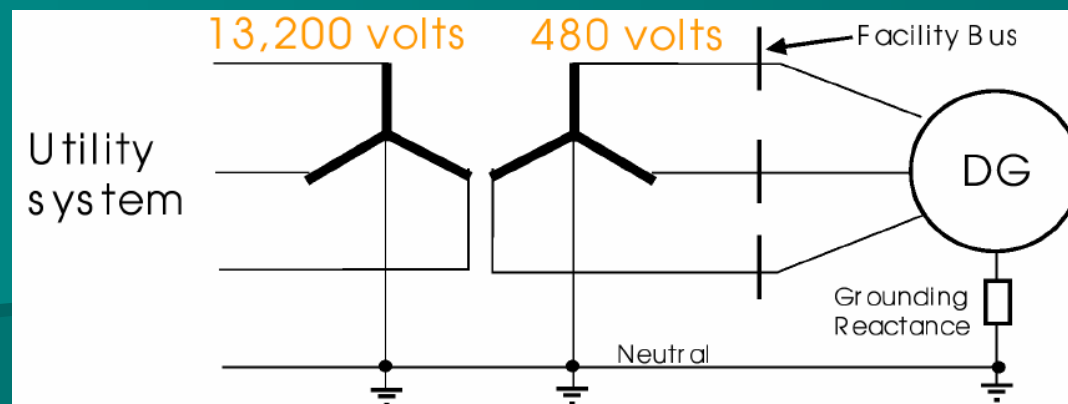
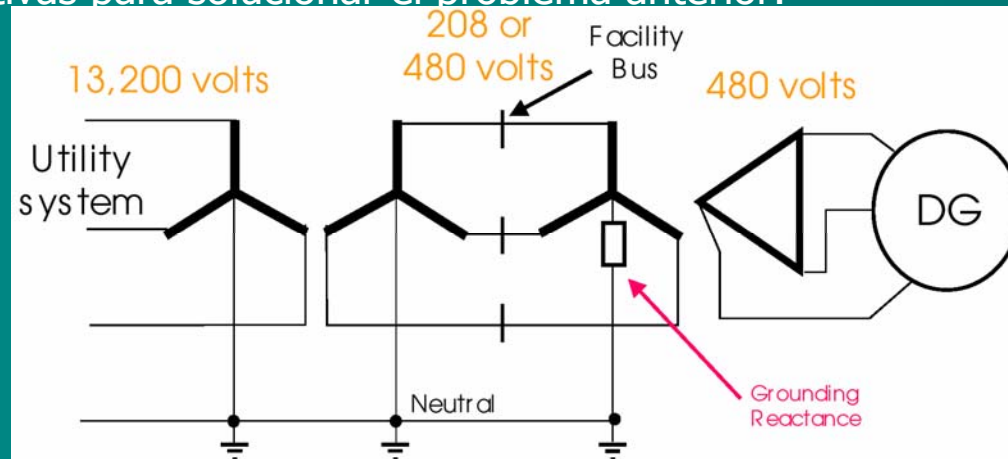
Para pequeñas potencias de DR puede no ser necesario la última alternativa (Z_0 elevada)

Como regla general, cuando la Z_0 del DR resulte entre menor que 20 veces la de la subestación pueden surgir inconvenientes

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

EL TIPO DE TRANSFORMADOR DE ACOPLE DEL DR PUEDE INSENSIBILIZAR LA DETECCIÓN DE FALTAS A TIERRA

Otras dos alternativas para solucionar el problema anterior:

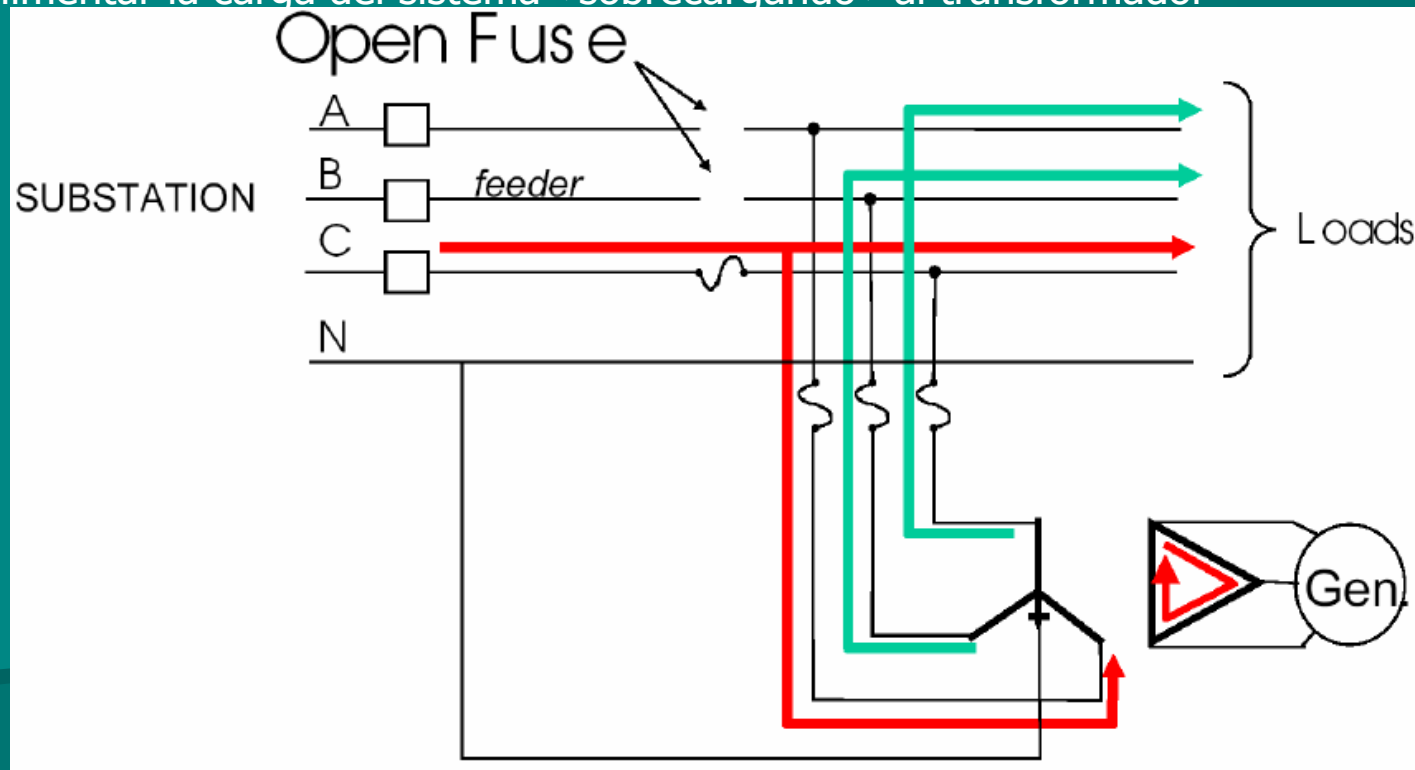


IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

OTRO PROBLEMA OPERATIVO DE LOS TRANSFORMADORES Y-Δ









Este es un problema «clásico» (no necesariamente se requiere del DR para esto)

La fase no interrumpida de la alimentación por acoplamiento magnético en el transformador intenta alimentar la carga del sistema «sobrecargando» al transformador



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

ALGUNAS CONCLUIONES RESPECTO DE LOS TRANSFORMADORES DE ACOPLAMIENTO

Configuración del transformador de interface entre el DR y la distribuidora		Es una fuente generadora de tierra respecto del primario de la distribuidora?	Tipo de sistema de distribución para el cual este transformador sería aplicable
Lado primario distribuidora	Lado del generador Baja tensión		
		Si	4 hilos. Puede necesitar impedancia en la puesta a tierra y disparo trifásico del lado de la distribuidora
		Solo si el neutro del generador esta a tierra	4 hilos pero con el generador puesto a tierra (puede ser necesaria Z_0 el GD)
		No	No recomendado para 4 hilos Si para 3 hilos (no puesto a tierra)
		No	Idem anterior

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

Calidad del Servicio: Básicamente, cantidad de interrupciones y duración de las interrupciones

Interrupciones:

- 🏠 Sostenidas (5 o más minutos....)
- 🏠 Transitorias o momentáneas (menores que las anteriores)

El tipo y el esquema (o filosofía) de las protecciones inciden directamente sobre la Calidad del Servicio

Contrariamente a los que sería de esperar, sino se tiene especiales cuidados, especialmente en la disposición y coordinación de las protecciones, el comportamiento general del sistema con la incorporación del DR puede empeorar

Los estándares o requerimientos de conexión para los DR también pueden incidir en el comportamiento general del sistema

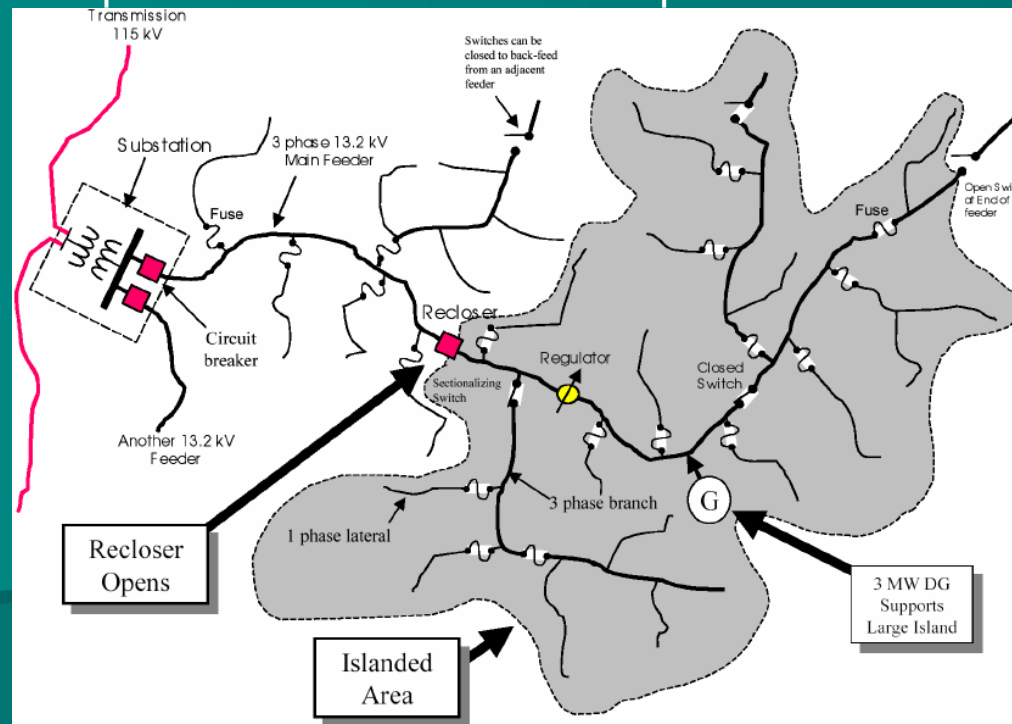
IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

FUNCIONAMIENTO EN ISLA DEL DR EN SISTEMAS RADIALES

Islanding: Es la situación en la cual el DR y una parte del sistema de la distribuidora se desconectan del sistema y el DR continua operando y alimentando las cargas del circuito

Este funcionamiento puede ser intencional o no dependiendo de los objetivos y los controles empleados

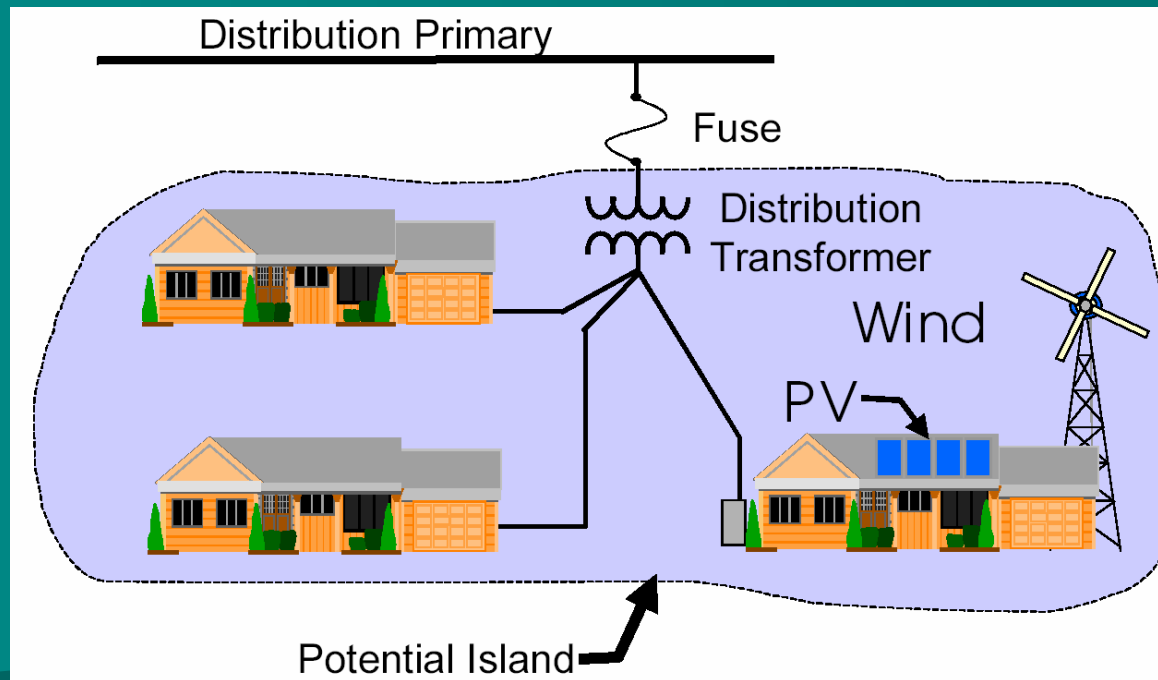


IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

FUNCIONAMIENTO EN ISLA DEL DR EN SISTEMAS RADIALES

Una isla más pequeña



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

FUNCIONAMIENTO EN ISLA DEL DR EN SISTEMAS RADIALES

Las situaciones de funcionamiento aislado no advertido (no intencional) puede generar algunas situaciones riesgosas:

- ❖ Una operación de recierre por parte de los equipos de protección del sistema puede ocasionar efectos destructivos para el sistema y/o para el DR
- ❖ Peligro para la seguridad pública
- ❖ La actividad de restauración y/o reparación mucho más peligrosa
- ❖ El funcionamiento en isla puede no ser capaz de mantener los niveles de tensión y frecuencia a las cargas conectadas
- ❖ Situaciones de ferro-resonancia o de incompatibilidad de puesta a tierra pueden provocar sobretensiones peligrosas para las instalaciones y cargas

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

FUNCIONAMIENTO EN ISLA DEL DR EN SISTEMAS RADIALES

El funcionamiento en isla requerirá que conversor del DR sea auto-exitado: un generador síncrono o un inversor con conmutación forzada

Una vez formada la isla la distribuidora pierde el control de la tensión y la frecuencia....y el DR debería estar equipado para manejar tales funciones

Restablecer la condición operativa normal no es tan directo.... Posiblemente la tensión y la frecuencia de la isla no coincidan con los de la red....Un acoplamiento fuera de fase puede provocar daños al sistema de la distribuidora como al DR

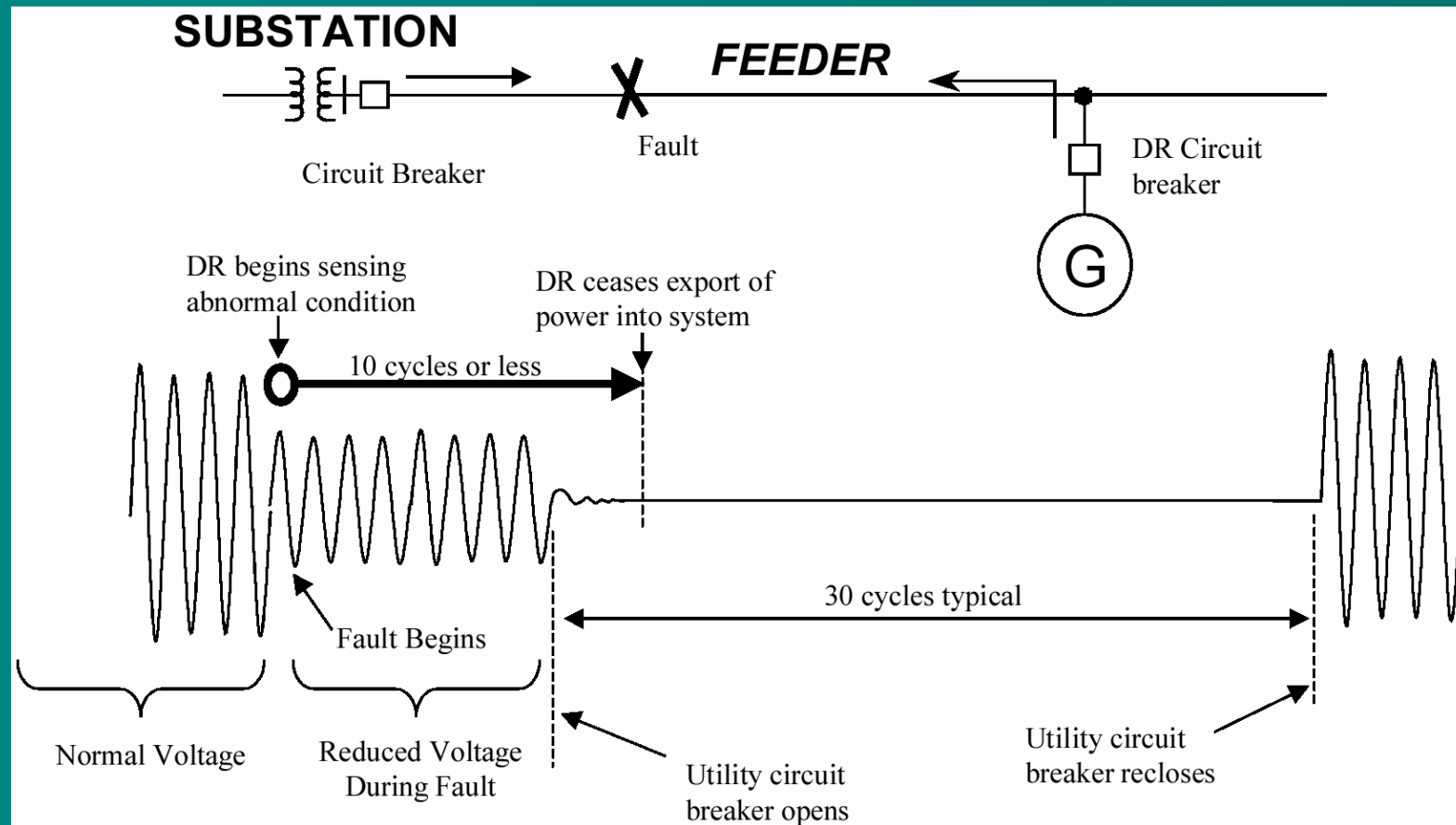
Ciertos estándares de conexión requieren que el DR este equipado con algún esquema de detección anti-isla para producir el desacoplamiento automático...

Por ejemplo, si se produce una caída de tensión por debajo del 50% el DR debe desconectarse antes de los 10 ciclos....supuestamente, pasados unos 12 ciclos la distribuidora puede intentar reconectar....

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

FUNCIONAMIENTO EN ISLA DEL DR EN SISTEMAS RADIALES

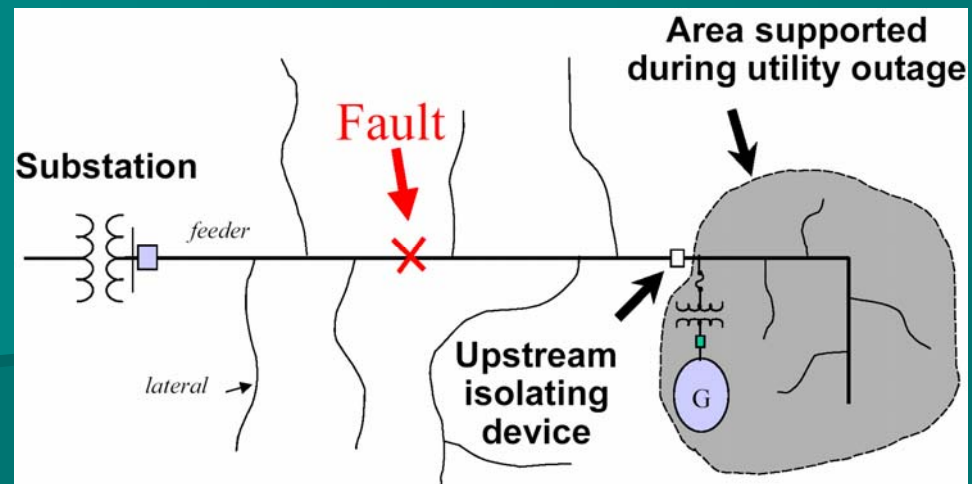
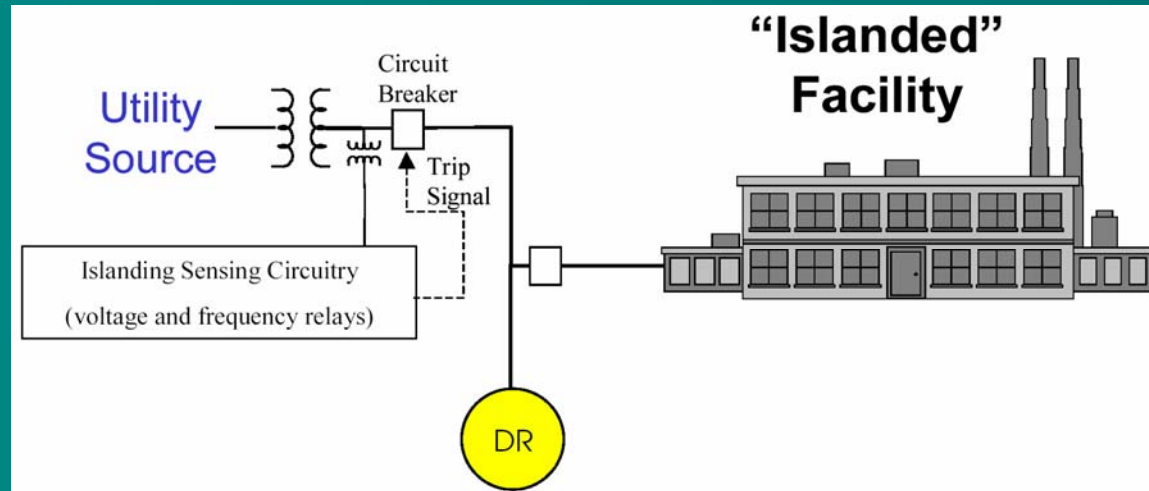


Técnicas de detección anti-isla

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

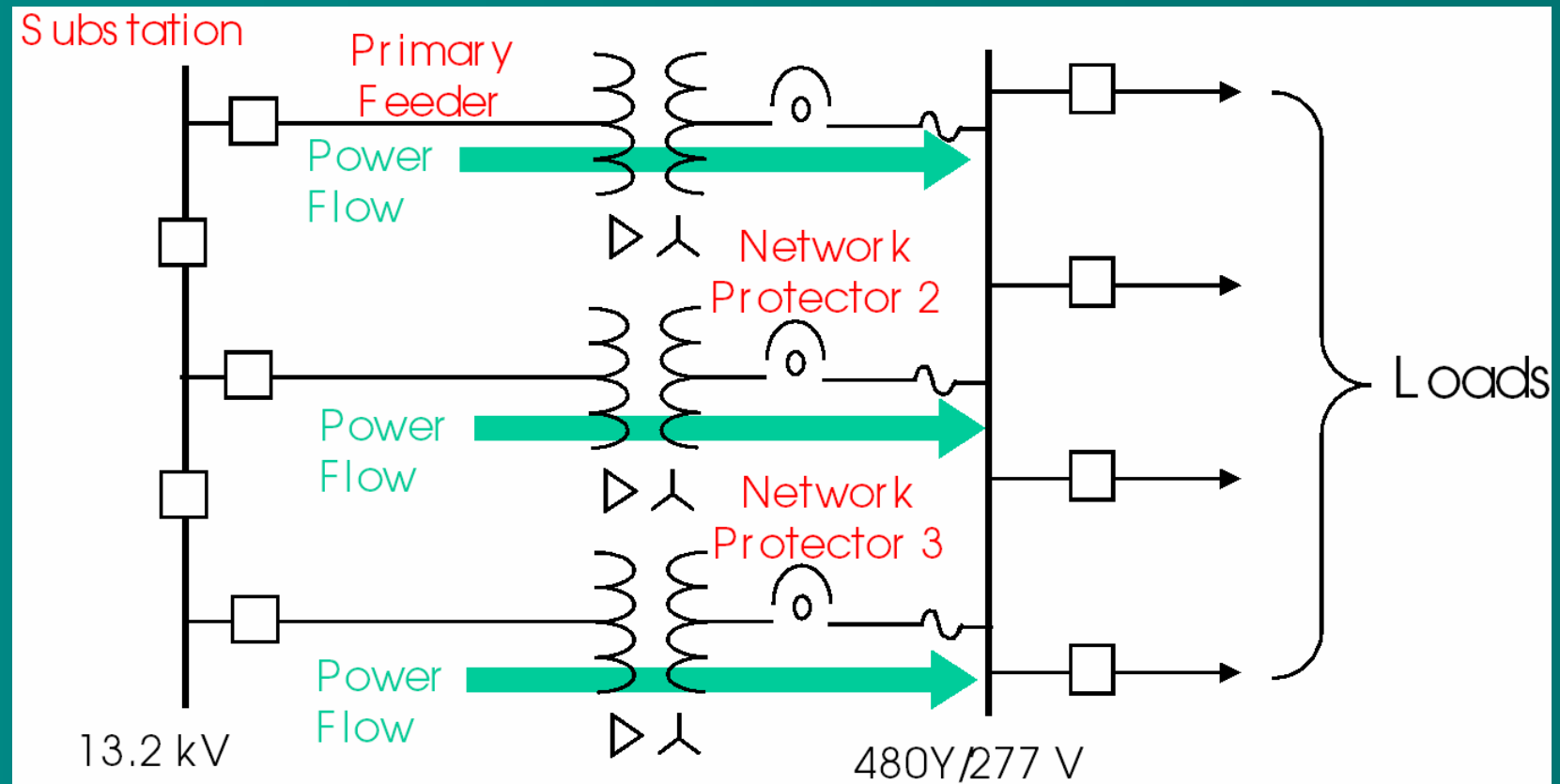
ISLA INTENCIONAL



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

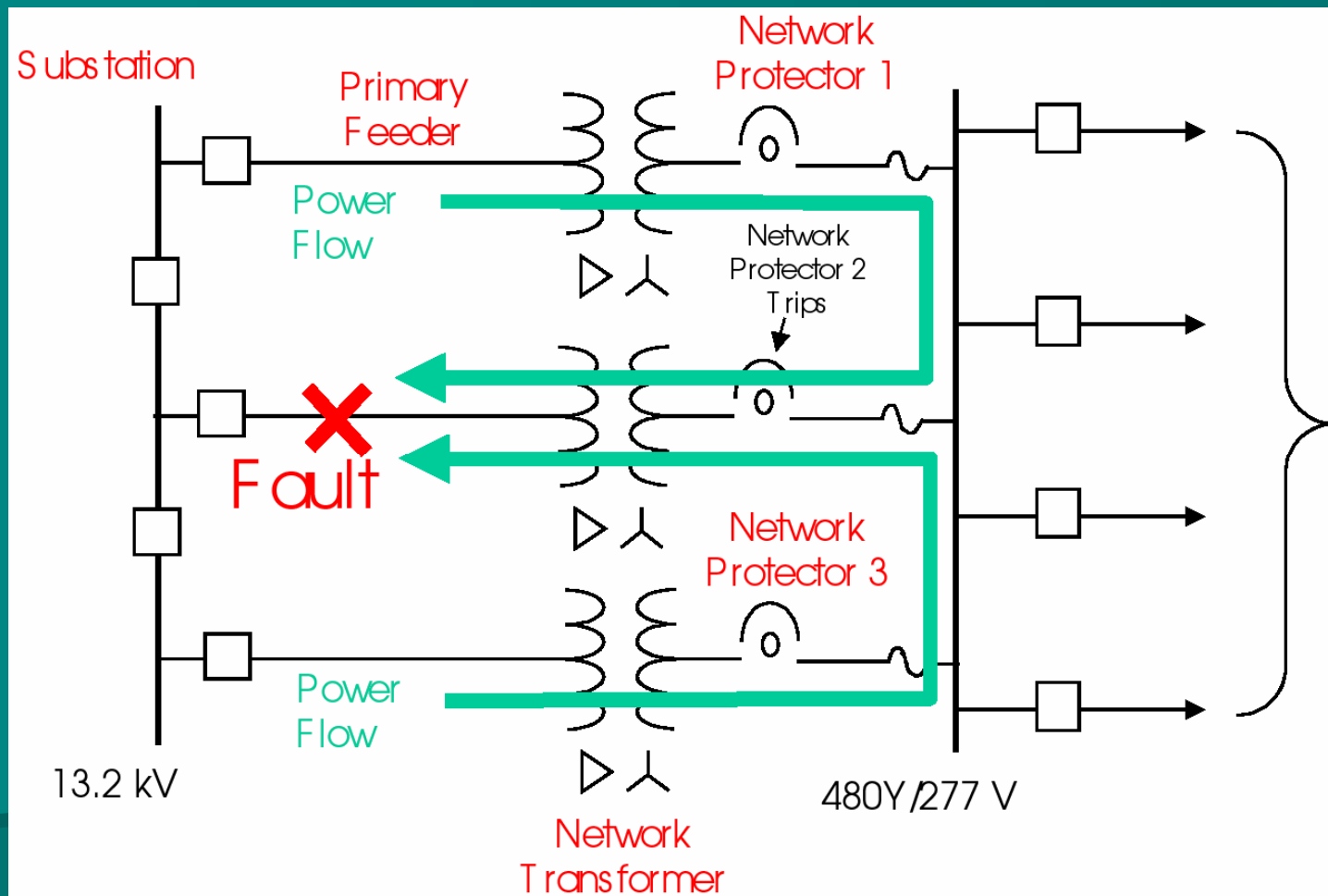
REDES SECUNDARIAS: PROTECTORES DE REDES E ISLAS



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

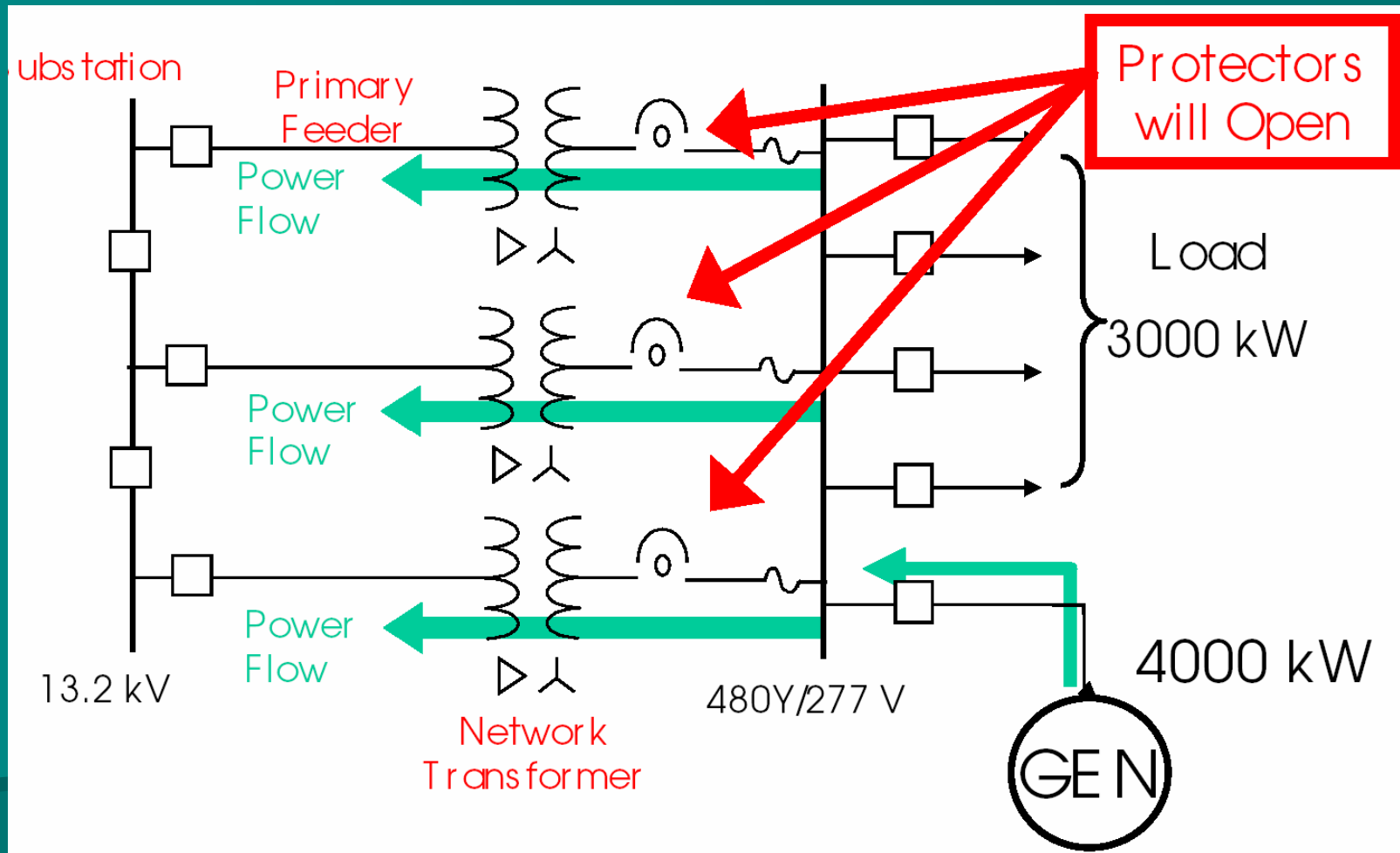
REDES SECUNDARIAS: PROTECTORES DE REDES E ISLAS



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONFIABILIDAD DEL SERVICIO

REDES SECUNDARIAS: PROTECTORES DE REDES E ISLAS



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE FRECUENCIA Y TENSIÓN

En general que el mayor impacto se observe en términos de regulación de tensión (pequeñas variaciones de frecuencia representan grandes desbalances entre la carga y la generación; en todo caso es más un problema de la operación general del sistema)

Es mas obvio pensar en el cambio que pueda tener la tensión en el punto de acoplamiento (y alrededores eléctricos) de un DR, un cambio «local» que no modifica las tensiones en el sistema entero (como sería la frecuencia)

En el caso de funcionamiento en isla si la situación es distinta ya que el DR «manejaría» la frecuencia, pero en tal caso los niveles de variación podrían ser considerablemente mayores

Respecto de la tensión, la operadora del sistema (distribuidora) esperaría que el DR opere sin producir mayores alteraciones del perfil de tensiones: operaría en un modo «seguidor de tensión»

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE FRECUENCIA Y Tensión

Esencialmente el DR inyectaría potencia activa (factor de potencia prácticamente unitario) procurando no incidir en la tensión (no regular la tensión o inyectar reactiva para modificarla). Este es básicamente el concepto de la IEEE 1457.

Es de suponer que el modo «seguidor de tensión» es técnicamente imposible de cumplimentarse... la «inyección de corriente» en un punto modificará la tensión..

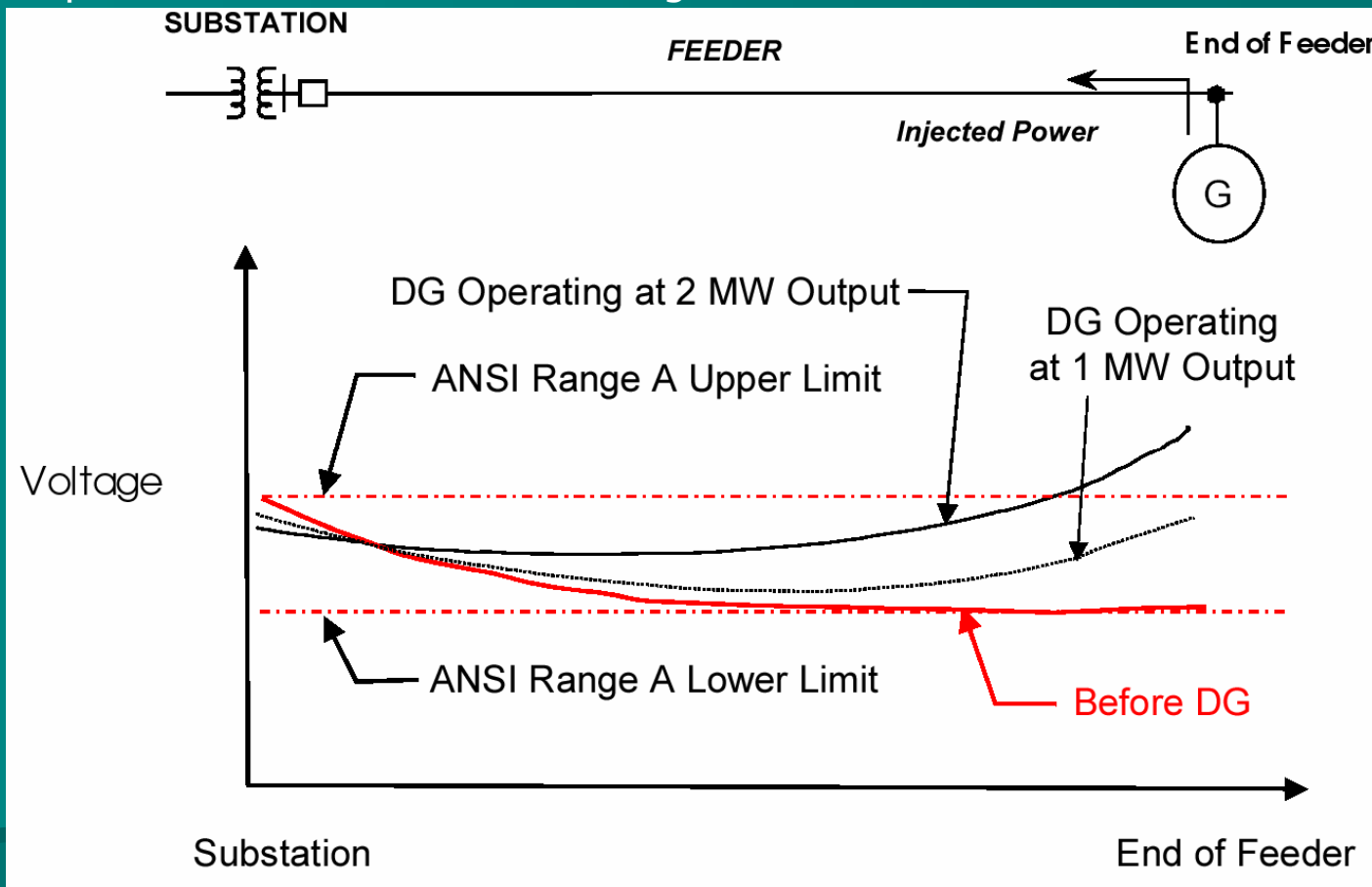
La magnitud de tal modificación dependerá del monto de corriente inyectada, la impedancia equivalente en el punto donde se inyecta, el ángulo de fase de la misma respecto de la tensión en ese punto y de la interacción de esto con los equipos y estrategias de regulación de tensión: podrá subir, podrá bajar...podrá no modificarse.

IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE FRECUENCIA Y TENSIÓN

Efectos generales acoplando a nivel de distribución primaria

Un DR acoplado en la cola de la zona de regulación de tensión

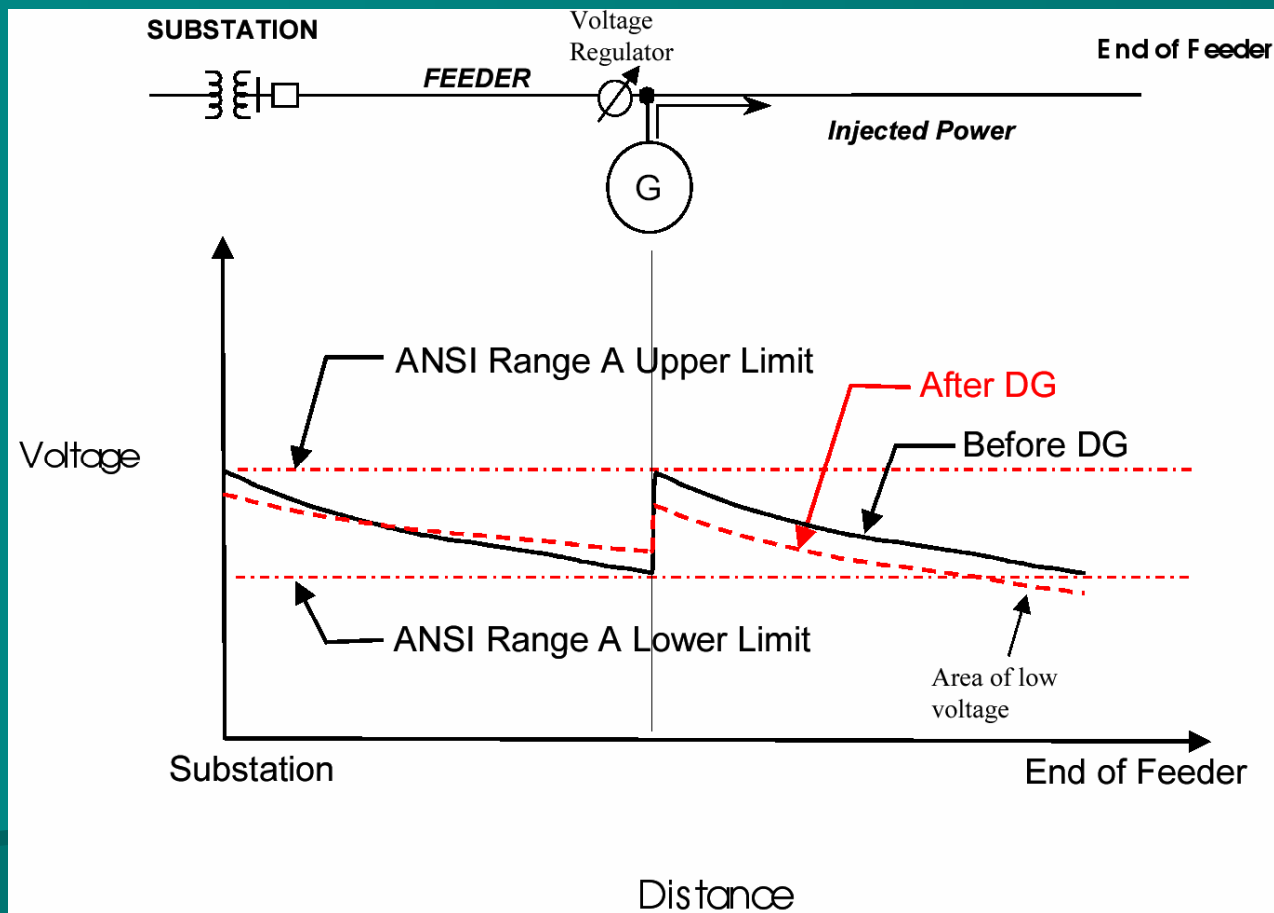


IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE FRECUENCIA Y TENSIÓN

Efectos generales acoplando a nivel de distribución primaria

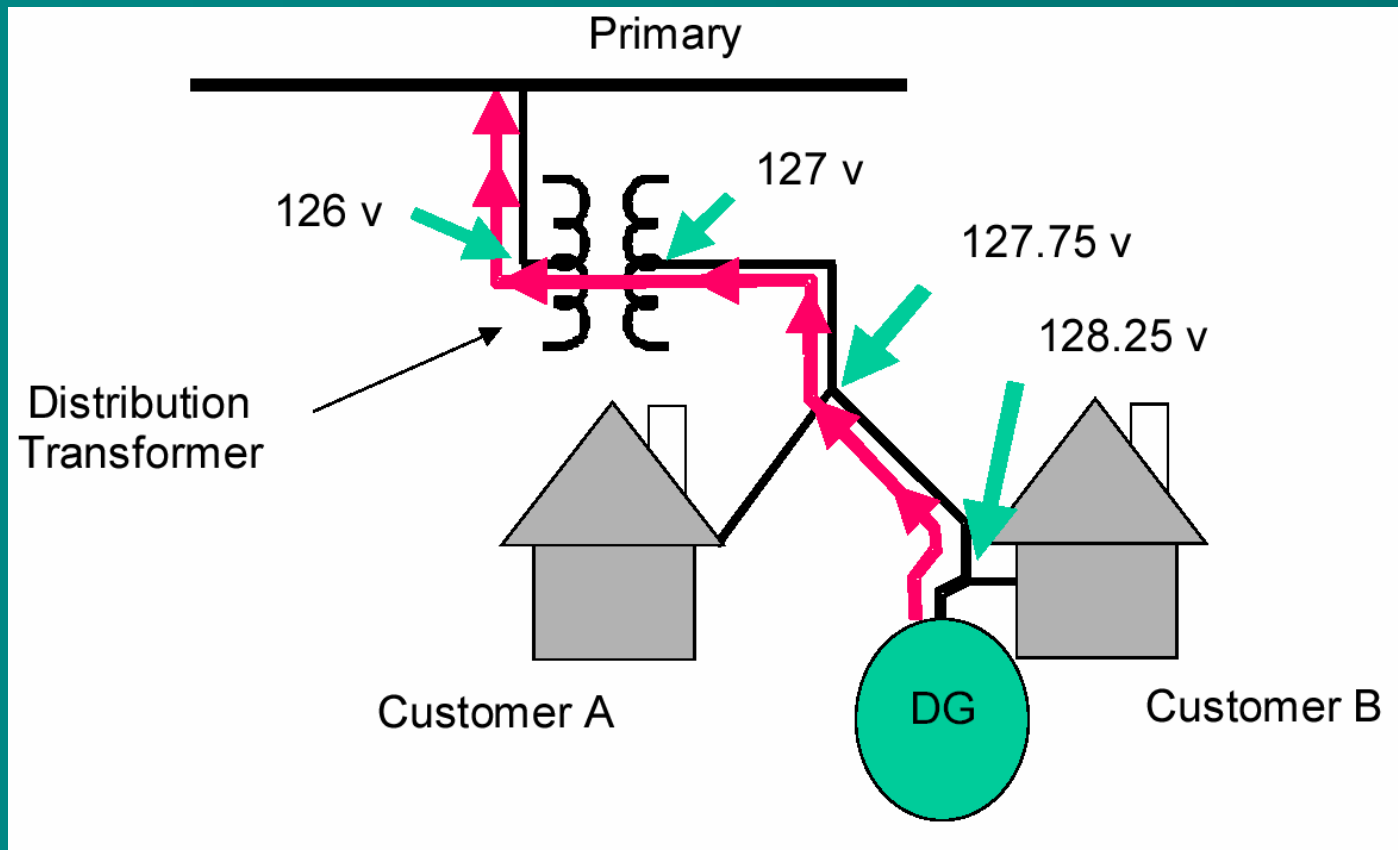
Un DR acoplado «debajo» de un regulador de tensión



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE FRECUENCIA Y TENSIÓN

Efectos generales acoplando a nivel de distribución secundaria



IMPACTOS DE LA DR SOBRE EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

CONTROL DE FRECUENCIA Y TENSIÓN

No es descartable la posibilidad que el DR actúe regulando tensión: típicamente inyectando potencia reactiva cuando la capacidad del DR es lo suficientemente grande e impacta en la tensión del alimentador cuando se pretende operar a modo «seguidor de tensión»

La regulación de la potencia reactiva del DR podría ayudar a controlar la tensión en el alimentador minimizando las excursiones de tensión y/o evitando la actuación de los equipos de regulación aguas arriba

Es posible encontrar en el mercado inversores que pueden operar, aunque de manera parcial, controlando potencia reactiva para actuar según el objetivo anterior

La regulación de tensión por parte del DR tiende a no usarse por:

- El DR no tiene capacidad suficiente
- Es necesaria un detallado ajuste operativo entre la distribuidora y el DR
- Debería ser «rentable» para el DR
- La responsabilidad de la tensión frente al resto de los usuarios es de la distribuidora

Los avances en la automatización, control y comunicaciones revierten estas concepciones