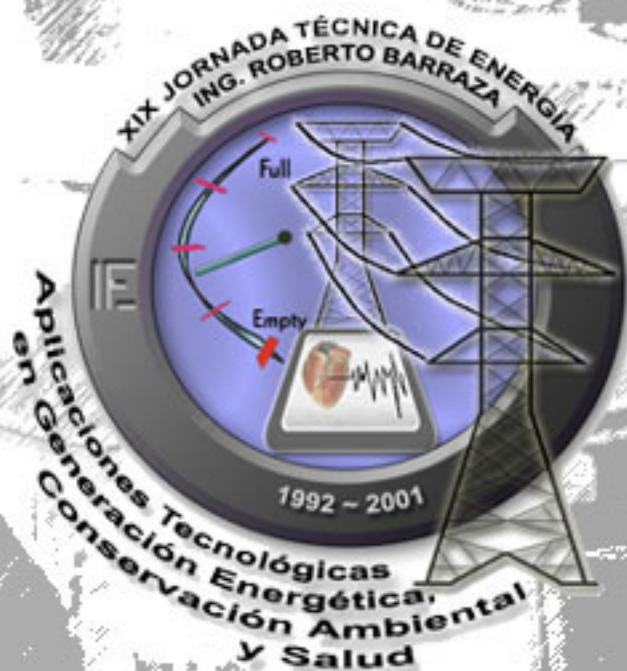


# XIX Jornada Técnica de Energía

*"Aplicaciones Tecnológicas en generación energética,  
conservación ambiental y salud"*



- APLICACIONES ENERGÉTICAS EN EQUIPOS RADIOLÓGICOS
- GENERACIÓN A ALTO VOLTAJE: POWERFORMER
- GASOLINA SIN PLOMO: UNA REALIDAD



**Autoridades de la Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**1996 - 2001**

Ing. Gabriel Flores Barsallo  
Decano

Ing. Elías Mendoza  
Vice-Decano Académico

Ing. Merardo Logreira  
Vice-Decano de Inv. Postgrado y Extensión

Ing. Julio Quiel  
Jefe de Departamento de Ing. en Control e Instrumentación

Ing. Alcibíades Mayta  
Jefe de Departamento de Ing. en Sistemas de Potencia

Ing. Federico Pérez  
Jefe de Departamento de Ing. en Sistemas de Comunicaciones

Ing. Raúl Pérez  
Coord. de la carrera de Ing. Eléctrica y electrónica

Ing. Filadelfio Caballero  
Coord. de la carrera de Ing. Electromecánica

Ing. Melanio Castillo  
Coord. de la carrera Licenciatura en Tecnología Eléctrica

Lic. Martha de Ycaza  
Coord. de la carrera Licenciatura en Tecnología Electrónica

Ing. Lida Gutiérrez  
Coord. de la carrera Técnico en Electricidad

Ing. Vielka Guevara de Urriola  
Coord. de la carrera Técnico en Electrónica

Ing. Carlos A. Medina  
Coordinación de Post-Grado e Investigación

Ing. Marcela de Vásquez  
Coordinación de Extensión

Ing. Manuel E. Carrera González  
Coordinación del Centro de Cómputo E.N.I.A.C.

Lic. Belky Tamayo  
Secretaria Administrativa

Téc. Estrella Olcese  
Secretaria Académica

## **Universidad Tecnológica de Panamá**

La Universidad Tecnológica de Panamá es la institución nacional autónoma de mayor jerarquía en cuanto a educación superior científica y tecnológica se refiere. Se desarrolla a partir de la antigua Facultad de Ingeniería de la Universidad de Panamá, que en 1975 pasó a ser el Instituto Politécnico.

La Universidad Tecnológica de Panamá es el organismo encargado de promover y guiar el desarrollo académico y profesional de las carreras técnicas a todo nivel en nuestro medio, formando los recursos humanos a nivel de Ingenieros y Técnicos en Ingeniería necesarios para la ejecución de los programas de desarrollo de nuestro país.

## **Facultad de Ingeniería Eléctrica**

La facultad de Ingeniería Eléctrica es la segunda en antigüedad en la Universidad Tecnológica de Panamá. Sus orígenes se remontan a la entonces Facultad de Ingeniería de la Universidad de Panamá en el año de 1962; en ese año ingresaron a la Facultad los primeros estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica donde cursaron sus primeros tres años y completaron su programa de estudios en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. En el año 1963 ingresaron los primeros estudiantes que cursaron su carrera completa en Panamá. En 1975, al formarse el Instituto Politécnico, la Escuela de Ingeniería Eléctrica existente pasa a ser el Departamento de Ingeniería Eléctrica, siendo su primer director el Ingeniero Roberto Barraza, en la cual se brindaban las carreras de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica, Técnico en Ingeniería con especialización en Electricidad y Técnico en Ingeniería con especialización en Electrónica. Es importante resaltar que al crearse el Instituto Politécnico, surgen las primeras carreras técnicas.

## **Agradecimiento**

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas han permitido la realización de la XIX Jornada Técnica de Energía, a nuestros patrocinadores, y a nuestros profesores, el Ing. Abdiel Morcillo y la Ing. Marcela de Vázquez. Muchas gracias por su apoyo, sin el cual no habría sido posible brindarles este evento.

## **Reseña Histórica**

La Jornada Técnica de Energía surge gracias al Ingeniero Roberto Barraza en 1992; su objetivo principal era el de presentar una actividad innovadora dentro de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, la cual hasta ese momento no poseía ninguna actividad de esta naturaleza. A través de la misma, los estudiantes de quinto año de la Facultad de Ingeniería Eléctrica que están cursando la asignatura de Sistemas de Potencia II logran desarrollar destrezas necesarias para todo profesional dentro del área de la Ingeniería, tales como el trabajo en equipo, la organización, la habilidad de exponer un tema a una audiencia y la investigación.

La Jornada Técnica de Energía es presentada dos veces al año; en el primer semestre es presentada por los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Eléctrica y Electrónica y en segundo semestre por los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica. Hasta el día de hoy hemos presenciado dieciocho jornadas, y el próximo 20 de noviembre del presente año se llevará a cabo la décimo novena. A continuación se presenta los tópicos de las diferentes jornadas.

### **I Jornada**

El nombre de esta jornada inicialmente era "Jornada Técnica de Potencia", pero dado que la IEEE realizaba un evento con este nombre fue necesario cambiarlo; eligiéndose el de Jornada Técnica de Energía. No se tienen muchos datos sobre esta jornada.

### **II Jornada**

#### **El petróleo y fuentes alternas de energía**

Debido a la escasez del petróleo que se dio en ese momento y la importancia del mismo como fuente de energía, se decidió tomar este tema para exposición, junto con las fuentes alternas de energía.

### **III Jornada**

#### **Energía, ambiente y desarrollo**

En esta jornada se habló sobre las ventajas y desventajas de las principales alternativas energéticas y los efectos de campos electromagnéticos a baja frecuencia.

### **IV Jornada**

#### **Energía, ambiente y desarrollo**

Los temas expuestos en esta jornada fueron las plantas hidroeléctricas y termoeléctricas de nuestro país. Además se analizó la interconexión entre los países Centroamericanos y el proyecto Estí.

### **V Jornada**

#### **Organización de las empresas de energía eléctrica a nivel mundial y las perspectivas organizativas para Panamá**

Para esta jornada se tomó el tema de la globalización de la economía y su repercusión en las empresas de electricidad.

**VI Jornada**  
**Nueva realidad jurídica en el sistema eléctrico nacional:**  
**Participación privada**

El tema de esta jornada fue la Ley No.6, a través de la cual se modificó el decreto de gabinete 235 del 30 de junio de 1969, aprobada el 9 de febrero de 1995. Esta ley permite la participación del sector privado en la generación de energía.

**VII Jornada**  
**Estudio del impacto ambiental en los proyectos de generación de energía eléctrica**

Se realizó un análisis sobre cómo afectan los proyectos de generación eléctrica al ecosistema en una determinada región.

**VIII Jornada**  
**Desarrollo de nuevas tecnologías en la ingeniería eléctrica**

La nanotecnología, los superconductores, un análisis comparativo entre los carros de hidrógeno y los de celdas eléctricas junto con un estudio del efecto de los campos electromagnéticos fueron los temas desarrollados en esta jornada.

**IX Jornada**  
**Súper Carretera de la información y realidad virtual**

**X Jornada**  
**Bioingeniería y Olimpiadas Virtuales**

Esta jornada abarcó temas como el biochip, la bioingeniería junto con las olimpiadas virtuales.

**XI Jornada**

Esta jornada se enfocó en los sistemas SCADA, los armónicos en sistemas de potencia, las redes neuronales aplicadas a los sistemas de potencia, el uso de la computadora personal en la educación, los multimedia en los sistemas de potencia, y una continuación de las olimpiadas virtuales

**XII Jornada**

En esta jornada se estudió la realidad del IRHE en conjunto con el futuro de la energía eléctrica en Panamá.

**XIII Jornada**

Se abarcaron los temas de las líneas de transmisión subterráneas, el virus del milenio, el suministro de internet por la red eléctrica, la distorsión armónica, los avances en el proyecto siepac, y el impacto que la nueva Ley Ambiental tendría sobre el sector de generación privada.

#### **XIV Jornada**

##### **Nuevos retos tecnológicos de Panamá frente al nuevo milenio**

Las repercusiones del virus del milenio en Panamá, la telefonía satelital, Internet 2, y el futuro del sistema eléctrico del canal de Panamá fueron los temas expuestos en esta jornada.

#### **XV Jornada**

##### **Una ventana a la tecnología del siglo XXI**

El enfoque de esta jornada fue la nueva generación de autos eléctricos junto con la privatización de los sistemas eléctricos, los empalmes y terminaciones en los sistemas de distribución eléctrica, y la modernización del sistema de control de las esclusas en el canal de Panamá.

#### **XVI Jornada**

##### **Sistemas eficientes realidad o sueño de nuestra era**

Se presentaron en esta jornada las nuevas técnicas y equipos para el monitoreo de fallas en los sistemas de potencia, auditoría energética y domótica: automatización del hogar.

#### **XVII Jornada**

##### **Optimización y uso de los recursos energéticos**

En esta jornada se expusieron los temas del hidrógeno como fuente alterna, los armónicos y flickers en sistemas eléctricos, y el proyecto hidroeléctrico Estí.

#### **XVIII Jornada**

##### **Generación Eléctrica y nuevos avances en la Comunicación en Panamá**

Los sistemas de alta definición en televisión, las redes inalámbricas y la generación en el sistema eléctrico nacional fueron los temas abarcados en esta jornada.

**Patrocinan:**



**Central Industrial  
Chiricanana**

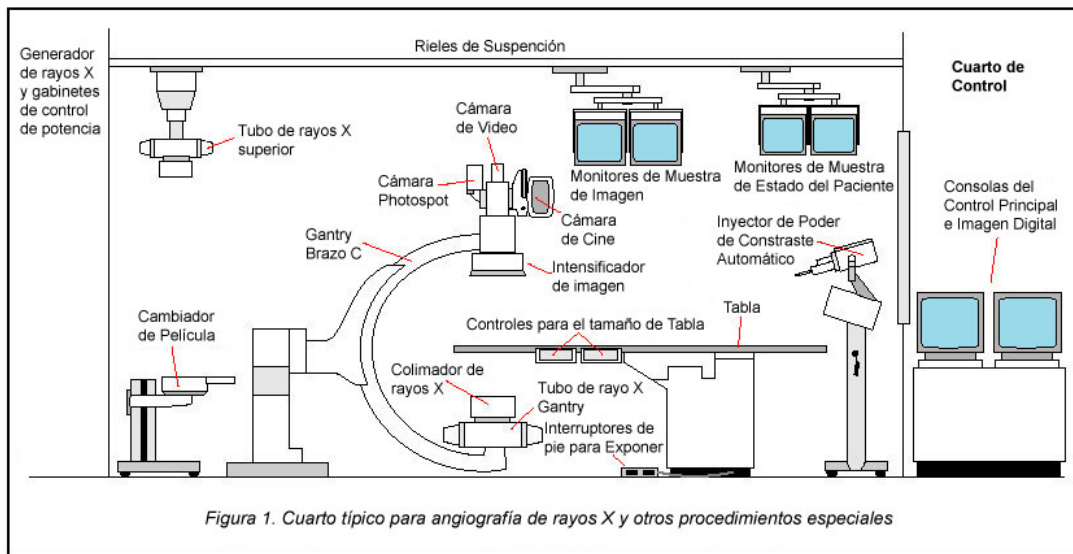




**ALSTOM**







el haz de rayos x ha sido dirigido a través del paciente.

Los componentes principales de un angiógrafo son:

- Generador de rayos X
- Tubo de rayos X
- Intensificador de imagen
- Una cámara de video
- Monitores
- Grabadoras de imágenes
- Tabla donde colocar al paciente

• **El generador de rayos X**

El generador de rayos x modifica el voltaje y la corriente entrantes y proveen al tubo rayos x el voltaje necesario para producir un haz de rayos x. El ensamblaje del generador encierra interruptores de control para iniciar la exposición y control de los factores de exposición. Existen generadores trifásicos de doce pulsos y alta frecuencia, o bien generadores de potencial constante con salidas entre 80 y 100 KW. El generador por lo general está unido a un sistema de control de exposición automático (AEC) que controla los parámetros principales de la técnica:

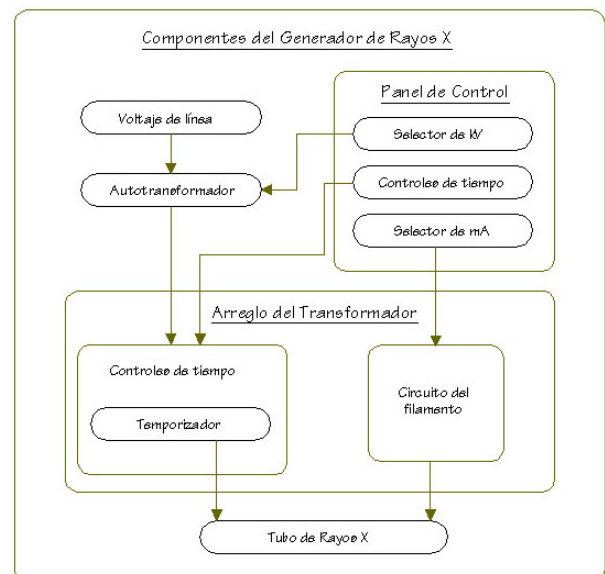
- Kilovoltios pico (kVp)
- Corriente (mA)
- Tiempo de exposición

*Principios de operación*

Los componentes principales del generador de rayos x son el panel de control y el ensamblaje del transformador. El panel de control permite la selección de los factores y el control del inicio de la exposición radiográfica. El ensamblaje del transformador contiene los transformadores, los

rectificadores y tres circuitos principales: el circuito de alto voltaje, el circuito del filamento y el circuito del temporizador; los cuales proveen al tubo de rayos x con la potencia necesaria para producir un haz de rayos x de un determinado voltaje, corriente y duración.

Los transformadores modifican el voltaje de las señales eléctricas de corriente alterna o disminuyen el voltaje en un circuito. En el ensamblaje del transformador, un circuito contiene un transformador elevador que proporciona el alto voltaje al tubo de rayos x; y un transformador reductor que proporciona la potencia necesaria para calentar el filamento del tubo de rayos x. Un autotransformador provee el voltaje para estos dos circuitos y contiene el medidor de kVp, el cual indica el voltaje aplicado a través del tubo de rayos x.



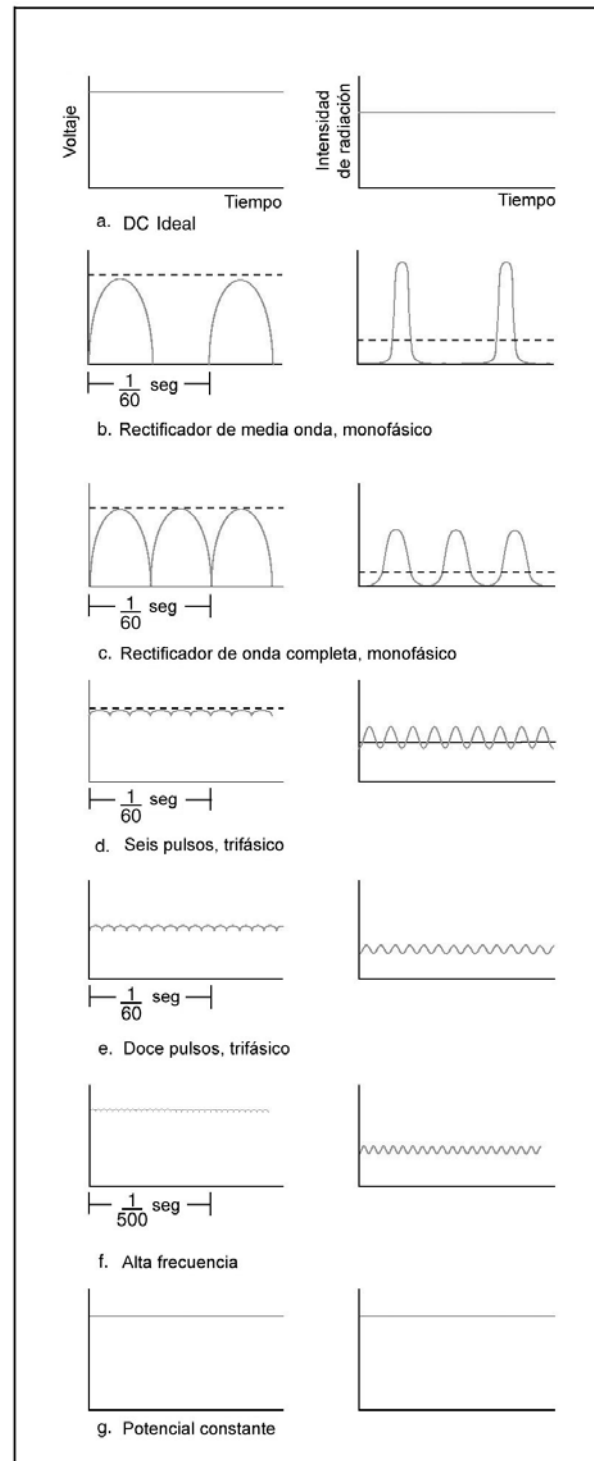
### Rectificación

Los rectificadores en el ensamblaje del transformador convierten corriente alterna (AC) en corriente directa (DC) requerida para el tubo de rayos x. El rectificador restringe el flujo de corriente en un tubo de rayos x de modo que vaya en una dirección (del cátodo hacia el ánodo), esto previene cualquier daño en el filamento del tubo de rayos x. Por lo general, en un rectificador de media onda se conectan dos rectificadores en serie con el tubo de rayos x, uno de cada lado. Como resultado, los electrones pueden fluir desde el cátodo hacia el ánodo durante la primera mitad del ciclo de AC, pero son bloqueados durante la segunda mitad del ciclo. En una rectificación de onda completa, dos pares de rectificadores están configurados para trabajar de manera alterna y los electrones fluyen desde el cátodo hacia el ánodo en una corriente pulsante.

Según el tipo de rectificador y los componentes incluidos en el circuito de alto voltaje, la forma de onda del voltaje secundario puede ser presentada al tubo de rayos x como una onda monofásica rectificada completamente, trifásica de seis pulsos, trifásica de doce pulsos, de alta frecuencia, o de potencial constante. La figura a la derecha presenta diferentes formas de ondas. La forma de onda ideal para el voltaje secundario que ha de entrar al tubo de rayos x es una onda plana DC sin variaciones temporales en su voltaje. Las formas de ondas distintas de esta onda ideal disminuyen la eficiencia en la producción del rayo x. La eficiencia se ve afectada por el factor de rizo de la onda (el factor de rizo es la diferencia entre los voltajes mínimo y máximo de en el tubo de rayos x, expresado como un porcentaje del voltaje máximo). Los generadores con un factor de rizo menor tiene una mejor salida de rayos x. El factor de rizo para un generador monofásico es del 100% porque el voltaje aumenta desde cero hasta un valor máximo con cada ciclo de la onda. El factor de rizo para un generador trifásico de seis pulsos es de 13.5% porque a 100 kV, el voltaje fluctúa entre 86.5 y 100 kV.

### El circuito de alto voltaje

El circuito de alto voltaje provee la potencia eléctrica necesaria para acelerar el flujo de electrones que va desde el cátodo hacia el ánodo del tubo de rayos x. El circuito de alto voltaje, también conocido como el circuito cátodo-ánodo, consiste de un transformador elevador y un autotransformador. Debido a que la diferencia de potencial a través del embobinado secundario puede ser de hasta 150,000 V, el transformador elevador está sellado dentro de un tanque lleno de aceite, el cual mejora la disipación



Formas de onda del voltaje secundario (izquierda) y formas de onda de la intensidad de radiación (derecha).

de calor y provee aislamiento eléctrico entre los diferentes componentes.

Entre el autotransformador y el transformador elevador usualmente se haya un voltímetro; en el embobinado secundario del elevador está conectado un amperímetro.

Antes de llegar al elevador, el voltaje de entrada es desviado hacia el autotransformador. Cuando se selecciona un kilovoltaje, un par de derivaciones secundarias en el autotransformador automáticamente conectadas al circuito proveen el voltaje correcto al elevador.

#### *El circuito de filamento*

El circuito de filamento envía al filamento del tubo de rayos x el voltaje necesario para proveer la corriente de tubo deseada. El filamento del tubo de rayos x es un alambre de tungsteno embobinado que emite electrones cuando es calentado. Un transformador reductor, llamado el transformador del filamento, suministra la potencia necesaria para calentar el filamento del tubo, el cual está conectado directamente al embobinado secundario del transformador. El voltaje del lado primario (de 100 a 220 V) es entregado al quitar una serie de derivaciones del autotransformador. El transformador reductor convierte este voltaje a la diferencia de potencial requerida por el filamento del tubo, aproximadamente 10 V.

Debido a que los cambios pequeños en la corriente de filamento provocan grandes cambios en la corriente del tubo, el voltaje del filamento debe ser controlado con precisión. Por tanto, se colocan resistencias en el circuito que va hacia el autotransformador; además, se tiene un potenciómetro controlado por un interruptor en el panel de control. Otros componentes adicionales en el circuito de filamento son un estabilizador de voltaje el para regular el voltaje, y un compensador de voltaje de línea para compensar los cambios en la corriente del tubo de rayos x, éstos cambios son causados por el kVp seleccionado.

#### *El circuito temporizador*

El circuito temporizador permite el inicio de la exposición radiográfica, la sostiene durante un periodo de tiempo seleccionado, y la finaliza. Un mecanismo temporizador controla el tiempo de exposición. Los tiempos de exposición van desde 1/120 de segundo hasta seis segundos. Los controles del temporizador están localizados en el panel de control. El temporizador y las unidades interruptoras están el circuito del alto voltaje.

Para los generadores de rayos x se han utilizado tres tipos de mecanismos temporizadores:

mecánicos, sincrónicos y electrónicos. Los temporizadores mecánicos son similares a los temporizadores de resorte usados en equipos de cocina, la duración de la exposición es determinada por el tiempo requerido para que el resorte sea devanado a partir de una posición calibrada. Debido a que la precisión es de un cuarto de segundo, no son aptos para las exposiciones a rayos x, las cuales por lo general son mucho más cortas que ese lapso de tiempo.

Los temporizadores sincrónicos son manejados por motores sincrónicos, los cuales operan a una frecuencia de 60 Hz. Estos temporizadores permiten exposiciones que empiezan y terminan solamente cuando se pasa por el cero de la onda senoidal. Una forma de onda de 60 Hz ofrece exposiciones precisas en múltiplos de 1/120 de segundo, sin embargo, no puede proveer exposiciones en el rango de milisegundos o una serie de exposiciones rápidas y consecutivas.

Los temporizadores electrónicos son los más usados en los generadores de rayos X. Su operación está basada en el tiempo requerido para cargar o descargar un capacitor, este tiempo es determinado por el valor del potenciómetro en el circuito temporizador. Cuando se usa con interruptores electrónicos, los temporizadores electrónicos pueden proveer una exposición precisa de hasta 1 milisegundo, así como también una serie de exposiciones rápidas y consecutivas.

Los mecanismos interruptores están clasificados como primarios o secundarios según su localización en el circuito de alto voltaje. El interruptor primario es menos complicado y costoso porque es más fácil y seguro de activar o desactivar un voltaje primario que es bajo. Los tres tipos de interruptores primarios son contactores electromecánicos, tiratrones, y tiristores (SCR).

Un contactor electromecánico hace que un émbolo abra o cierre un circuito cuando se aplica una corriente a un embobinado electromagnético. Debido a la inercia, estos contactores son de respuesta lenta, por tanto su habilidad para manejar una serie de exposiciones rápidas está limitada. Además su mantenimiento es muy costoso.

Los tiratrones son tubos catódicos calientes y llenos de gas que funcionan como interruptores electrónicos. Un tipo de electrodo denominado rejilla usualmente es cargado negativamente para prevenir el flujo de corriente a través del tubo tiratrón, el cual a su vez previene el flujo de corriente a través del circuito de alto voltaje. Si la carga negativa en la rejilla se reduce lo suficiente, un flujo de corriente continua es creado, permitiendo que se produzcan los rayos x. Se requiere de un segundo tiratrón para

finalizar la exposición. Los tiratrones responden rápidamente (debido a la falta de inercia) y son capaces de manejar secuencias rápidas de exposiciones, pero generan grandes cantidades de calor y su mantenimiento es costoso.

Los tiristores, son la versión en estado sólido análoga a los tiratrones, éstos tienen las ventajas de los tiratrones pero no sus desventajas. Pueden ser usados para configuraciones de interrupción sincronizada o no sincronizada. En una interrupción sincronizada, los SCR empiezan y finalizan la conducción de flujo de corriente solamente cuando el voltaje de línea de frecuencia de 60 Hz pasa por cero, permitiendo una exposición a los rayos x que están temporizadas de manera precisa a múltiplos de  $1/120$  de segundo (8.33 milisegundos). La interrupción no sincronizada permite exposiciones a rayos x que pueden ser iniciadas y terminadas de forma independiente a los cruces por cero. El precontacto electrónico a alta velocidad permite un tiempo de respuesta de 1 a 2 milisegundos para el inicio de una exposición sin tomar en cuenta la sincronía con los cruces por cero, y una medida de extinción permite la finalización de una exposición sin necesidad de que esté ligado a los cruces por cero. Esta combinación de opciones reduce la duración de la exposición entre 1 y 2 milisegundos y permite una serie de exposiciones rápidas consecutivas.

Los dos mecanismos de interrupción secundarios que se pueden encontrar son tubos interruptores de tríodo o tétrodo y los tubos de rayos x controlados por rejilla; ambos mecanismos son complejos y costosos. Los tubos de interrupción triodos o tetrados son usados en los generadores de potencial constante, y son los mismos tubos usados para mantener constante el voltaje a través del tubo de rayos x. El tiempo de respuesta es casi instantáneo, con capacidad de crear exposiciones tan cortas como de 0.5 milisegundos, y también exposiciones rápidas y consecutivas.

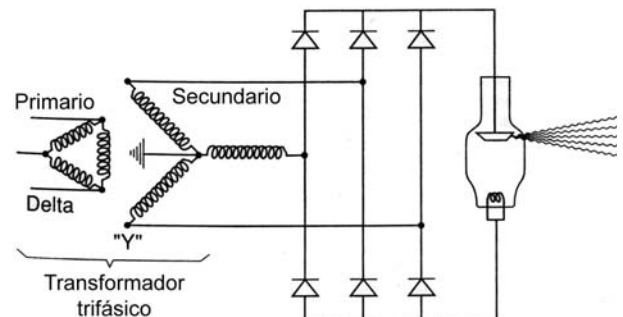
En los tubos de rayos x controlados por rejillas, un voltaje con tendencia a la rejilla es también usado para interrumpir el flujo de corriente por el tubo de rayos x. En este caso, la rejilla es la copa de enfoque del cátodo mismo del tubo de rayos x. Al aplicar un pequeño voltaje (2 a 3 V) a la rejilla previene el flujo de electrones hacia el ánodo, mientras que remover el voltaje permite el flujo de corriente y la producción de rayos x.

#### *Características de entrada y salida de los de generadores de rayos X*

Los generadores monofásicos, de onda completamente rectificadas y los monofásicos de dos pulsos utilizan un voltaje de línea monofásico como

entrada al circuito primario. Un puente de cuatro rectificadores que se encuentra incluido en el lado secundario del circuito de alto voltaje permite el flujo de corriente desde el cátodo y ánodo del tubo de rayos x durante ambas mitades del ciclo alternado. La forma de onda resultante incluye dos pulsos de rayos x por ciclo, ó 120 pulsos por segundo. El voltaje promedio en el tubo de rayos x es sustancialmente menor que el voltaje pico del tubo de rayos x, y el rizo es del 100%.

Las ondas con rectificación de onda completa son producidas por circuitos de alto voltaje que contienen tres autotransformadores y tres bobinas tanto en el embobinado secundario como el primario del transformador elevador. Cuando tres bobinas están conectadas eléctricamente en una configuración estrella, se produce un desfase de  $120^\circ$  en la onda del voltaje. Cuando las tres bobinas se arreglan en configuración delta, se produce un desfase de  $150^\circ$  en la onda de voltaje. Los generadores trifásicos de seis pulsos tienen un transformador en estrella y seis rectificadores en el embobinado secundario; la forma de onda resultante consiste de seis pulsos por ciclo, o 360 pulsos por segundo (para una fuente de 60 Hz).



Esquema para un circuito rectificador de seis pulsos

Los generadores trifásicos de doce pulsos tienen un transformador en delta y uno en estrella y doce rectificadores en el secundario, la forma de onda resultante consiste de doce pulsos por ciclo, ó 720 pulsos por segundo. Debido a que los generadores trifásicos producen salidas más cercanas al DC ideal en comparación con los modelos monofásicos, éstos producen rayos x de manera más eficiente.

Los generadores de alta frecuencia, o multipulsos, operan de una forma un tanto diferente de los generadores tradicionales trifásicos y monofásicos. Esta diferencia se debe a que ellos tienen componentes adicionales en el circuito de alto voltaje. El voltaje de línea de 50 ó 60 Hz (ya sea

monofásico o trifásico) es rectificado y filtrado para crear una señal casi DC. Luego un circuito oscilador convierte este voltaje DC a una onda senoidal con una frecuencia tan alta como 100kHz. Esta señal entonces es enviada a un transformador elevador. La rectificación de onda completa en el lado secundario del circuito de alto voltaje duplica el número de pulsos de rayos x por segundo, llevándolo hasta 200,000 por segundo.

Un capacitor, localizado en el circuito de alto voltaje y antes del tubo de rayos x, pule la forma de onda rectificada, reduciendo el rizo hasta aproximadamente 2%. La forma de onda resultante tiene rizos similares a las entregadas por un generador trifásico de 6 ó 12 pulsos.

Debido a que los generadores de alta frecuencia producen una onda multipulsos con un rizo pequeño, se logra una mayor precisión de tiempo, y por tanto se disminuye el tiempo de exposición del paciente. Otra ventaja que poseen los generadores de alta frecuencia es su tamaño pequeño, el ensamblaje para un transformador de un generador de alta frecuencia con alto voltaje es un tercio del tamaño del de un generador de 12 pulsos y alto voltaje. Los generadores de bajo voltaje y alta frecuencia no requieren tener el transformador aparte, y se pueden colocar junto al tubo de rayos x con un escudo de tamaño normal, esto elimina la necesidad de cables de alto voltaje.

Los generadores de potencial continuo, los cuales producen un voltaje DC verdadero, son una variación del circuito trifásico de doce pulsos. Dos triodos (3 electrodos) o tetrados (4 electrodos) son colocados entre las salidas en estrella y delta del transformador secundario y los extremos del cátodo y ánodo del tubo de rayos x. Cada tubo de control contiene un electrodo denominado rejilla. Las modificaciones en el voltaje aplicado a la rejilla hacen que el tubo de control actúe como una resistencia variable, esto hace que cambie la magnitud del voltaje que llega al tubo de rayos x. El circuito comparador recibe las salidas de voltaje en los dos tubos de control y altera los respectivos voltajes de rejilla para mantener una diferencia de potencial constante a través del tubo de rayos x. La respuesta del circuito comparador y los tubos de control es casi instantánea, permitiendo que al tubo llegue una onda DC de voltaje. Algunos generadores de potencial continuo usan transistores de estado sólido y efecto de campo en lugar de los tubos de control de triodos o tetrados para producir una salida DC sin rizo.

### • El tubo de rayos X

El tubo de rayos x es una cubierta de vidrio al vacío que contiene un cátodo y un ánodo. Cuando la corriente entregada por el generador fluye hacia el cátodo, el filamento del cátodo emite electrones por medio de emisión térmica. Estos electrones son acelerados en dirección del ánodo y golpean un blanco en el punto focal del ánodo, produciendo rayos x y calor. El voltaje y la corriente aplicados definen las características de la radiación de rayos x producida. La corriente aplicada (mA) describe el número de electrones y por tanto el número de fotones de rayos x producidos, mientras que el voltaje aplicado (kV) afecta la energía del rayo x y por tanto su poder de penetración.

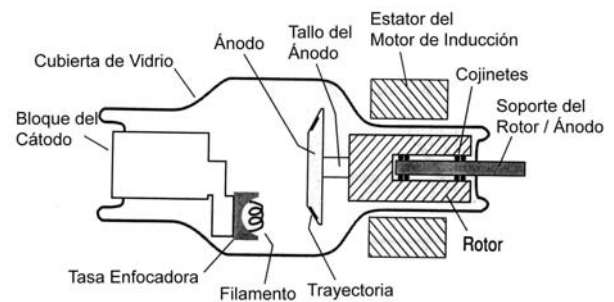


Diagrama esquemático del tubo de rayos X

El tamaño del punto focal es importante para la producción de la imagen. Si el resto de los factores permanece constante, mientras menor sea el punto focal, mayor será la calidad de la imagen. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que el choque de los electrones en el blanco produce calor de gran intensidad, lo cual puede destruir al blanco. Por lo tanto, un punto focal de tamaño pequeño permite obtener una buena imagen, pero también daña más rápido al blanco por que no se puede disipar el calor de forma adecuada. La gran cantidad de calor generada debido al uso de un punto focal pequeño acorta la vida del tubo de rayos x debido a que causa una vaporización más rápida del ánodo de tungsteno.

Entre los métodos de disipación de calor utilizados tenemos la circulación de líquido, cojinetes de metal líquido, sistemas de enfriamiento con circulación de metal líquido y cojinetes de ánodos con ranuras espirales.

La capacidad de calor y de disipación de calor dependen del uso clínico. La neuroangiografía, que requiere tiempos largos para la obtención de imagen, es uno de los procedimientos con mayor producción

de calor y por tanto uno de los que más requiere de disipación de calor.

Los rayos x esparcidos reducen el contraste de la imagen y la calidad de la imagen. Una rejilla radiográfica es utilizada para reducir la radiación esparcida y aumentar el contraste posible. La rejilla filtra de forma selectiva la radiación no deseada: los rayos x que no viajan en el ángulo apropiado son absorbidos, mientras que los rayos x directos pasan a través de la rejilla para producir la imagen.

Una vez que los rayos x han atravesado la rejilla, éstos entran a un intensificador de imagen cuando pasan a través de un cristal compuesto de Csl (Yoduro de Cesio), el cual convierte los rayos x en fotones de luz visible. Estos fotones chocan contra un fotocátodo que absorbe los fotones, produciendo una corriente eléctrica proporcional. La corriente es intensificada gracias a un alto voltaje, el cual es enfocado hacia un ánodo de fósforo gracias a una serie de electrodos. Los electrones son absorbidos por el fósforo, y se emite luz visible.

- **Intensificador de Imagen, Cámara de video y Monitores**

El propósito del intensificador de imagen es producir una imagen iluminada con el suficiente resplandor para permitir el uso de cámaras de video y filme; y para producir una imagen de salida con el tamaño lo suficientemente pequeño para permitir un acoplamiento conveniente con las cámaras de video y filme. El intensificador de imagen provee capacidad de imagen en tiempo real, la cual permite el posicionamiento del paciente y la manipulación del catéter, y el grabado de la inyección angiográfica. Los diferentes tipos de procedimientos existentes determinan el tipo de intensificador a ser utilizado.

El gantry para obtención de imagen está diseñado en forma de C, L/C, U ó en configuración de paralelogramo. En el diseño de C, un extremo sujeta el tubo de rayos x mientras que el otro sujeta la rejilla y el intensificador de imagen. En la configuración L/C, el brazo C está montado sobre un brazo L que se extiende desde el gantry. El brazo U es similar al brazo C, excepto que el brazo tiene forma de U. El diseño de paralelogramo tiene un brazo en forma de paralelogramo sin uno de sus lados.

El gantry puede estar instalado en el piso, instalado en el techo, o instalado de piso a techo, dependiendo de la configuración del sistema. En la mayoría de las unidades, a medida que el gantry rota, el centro del eje de rotación entre el rayo x y el intensificador de imagen está siempre en el mismo punto (isocentro). Muchas unidades también pueden moverse a lo largo del eje vertical.

La imagen de luz que viene del intensificador de imagen es transmitida al sistema de cámaras por medio de un acople óptico.

#### *El sistema de video*

El sistema de video en un angiógrafo consiste de varios componentes, incluyendo una cámara, una unidad de control de cámara (CCU), monitores de video y dispositivos grabadores de video. Adicional a esto, el sistema de video tiene integrado un procesador de imagen digital.

La cámara de video es la responsable de la generación de la señal. Recientemente, las cámaras de video de alta resolución (1024 x 1024), y de dispositivo de carga acoplada (CCD) están disponibles y están reemplazando las cámaras basadas en tubos. Entre las ventajas de las cámaras CCD se tienen una operación a bajo voltaje, requieren poco tiempo de ajuste, están libres de distorsiones geométricas y son confiables.



Esquema de la obtención de la imagen

El ruido en la imagen de un sistema bien diseñado se debe a las fluctuaciones cuánticas de los rayos x junto con el ruido relacionado con la generación de la señal en la video cámara. Cuando la cámara es usada para angiografía, es importante que tenga una

razón de señal-a-ruido alta (por lo menos 60 dB) de modo que el ruido de la cámara no domine las porciones oscuras de la imagen, que es la parte generada por las señales bajas. Para poder lograr esto, el tubo debe correr a corrientes elevadas de haz (entre 2 y 3  $\mu\text{A}$ ). Debido a que una operación a largo plazo del tubo a estas corrientes puede dañar el blanco, la corriente del haz se mantiene a niveles bajo (por ejemplo, 400 nA) y es elevada solo cuando se requiere la toma de imágenes angiográficas de alta calidad.

- **Grabación de imagen**

Para el equipo radiográfico se utiliza una variedad de dispositivos para grabar imagen incluyendo video grabadoras (VCR), cine cámaras y dispositivos de grabación digitales.

Desde los 1950s hasta los 1980s, el sistema detector dominante usado para grabar el procedimiento angiográfico fue la angiografía pantalla/filme usando un cambiador de filme rápido. No obstante, la angiografía digital, ha reemplazado casi completamente a ésta tecnología. El filme provee una mejor resolución espacial que la digital. No obstante, como la resolución espacial de lo digital continúa mejorándose, las ventajas sobresalientes del uso sencillo y los algoritmos de procesamiento de imagen han prevalecido.

Los sistemas de adquisición digital, los cuales convierten las imágenes de rayos x a un formato digital y las guardan en un formato digital, se están convirtiendo en un sistema en un equipo estándar porque permiten la visualización inmediata de imágenes digitales de rayos x. La producción de imágenes en formato digital, en tiempo real puede reducir potencialmente la dosis de rayos x suministrada al paciente y también puede disminuir la sensibilidad del contraste.

#### *Angiografía digital*

En la mayoría de los procedimientos angiográficos, la tecnología de imágenes digitales a reemplazado los sistemas basados en filme. El procesamiento de la imagen digital provee la habilidad de manipular las características de contraste y espaciado de la frecuencia para una imagen angiográfica, así como también provee acceso inmediato a los datos de la imagen durante el procedimiento.

La rapidez con que se ha aplicado esta tecnológica a los procesos angiográficos se debe al hecho de que el intensificador de imagen y la video cámara ya estaban en uso cuando surgió la imagen digital, y es muy sencillo digitalizar la salida de una video cámara.

La resolución espacial de una imagen digital angiográfica está determinada gracias a varios factores; entre éstos están el punto focal del tubo de rayos x, la función de transferencia de la modulación de la cadena de video cámara e intensificador de imagen, y el tamaño de la matriz de píxeles. Para imágenes digitales angiográficas que no son cardiacas se utiliza una matriz de 1024 por 1024. Para los sistemas cardiacos se usan 512 por 512, 1024 (horizontal) por 512 (vertical), ó 1024 por 1024.

#### *El procesador de imagen digital*

La estructura de un procesador de imagen digital para un angiógrafo está diseñada para procesar imágenes en tiempo real. Los algoritmos de sustracción de imagen, integración, filtración espacial y filtración temporal están incluidos en el procesador para lograr obtener las imágenes en tiempo real. El algoritmo más importante es el de sustracción temporal de imagen (DSA) puesto que es utilizado para los estudios vasculares. La sustracción permite un factor de reducción de aproximadamente dos en la cantidad de material de contraste inyectado. Una de las limitaciones del DSA es su susceptibilidad a la falla en el registro debida al movimiento del paciente. Debido a esto, el DSA no usado en operaciones que requieren el movimiento de artefactos. La angiografía cardiaca, por ejemplo, es un proceso que por lo general no usa sustracción; aunque si el paciente se mantiene quieto y evita el movimiento respiratorio, se puede obtener una sustracción de alta calidad.

- **Tabla del paciente**

La tabla del paciente está montada ya sea en el piso o suspendida desde el techo y la parte superior de la tabla se puede mover tanto en dirección longitudinal como lateral. La tabla también se puede mover verticalmente a fin de poder ajustarse a la altura del doctor y también para facilitar la subida y bajada del paciente.

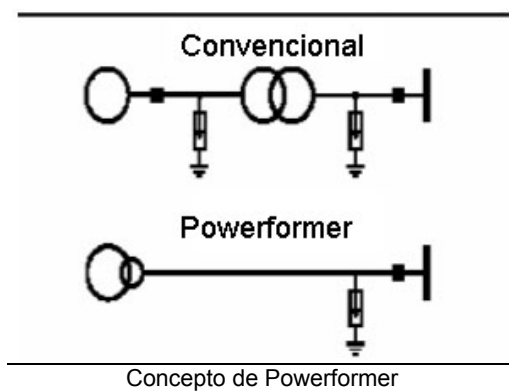
## Powerformer: Generación a alto voltaje

### Introducción

#### • Generación de Alta Tensión (Powerformer)

Un nuevo camino en la generación eléctrica de potencia fue introducido a principios de 1998 cuando ALSTOM-POWER presentó su nuevo generador de potencia en alto voltaje, basado en un concepto completamente nuevo en relación con los conductores y los aislamientos de los embobinados del estator.

La consecuencia inmediata del nuevo concepto es la apertura a la posibilidad de fabricar generadores que puedan ser conectados directamente a la red de transmisión eléctrica, de esta manera se elimina la necesidad de utilizar los equipos relacionados con la transformación a alto voltaje, incluyendo el transformador en sí, como se ve en la siguiente figura.

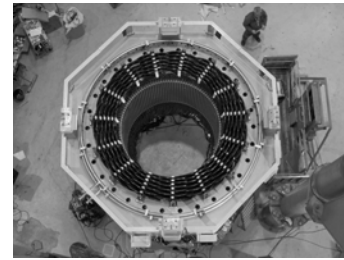


Se pueden obtener ganancias considerables con respecto a las potencias reactivas generadas y su eficiencia, lo que implica una estabilidad mayor en el sistema y una menor utilización de los recursos materiales comparados con sistemas convencionales.

Esta nueva máquina incorpora en una sola unidad la función del generador tradicional o convencional junto con el transformador, es por eso que se llama "Powerformer".

El 25 de febrero de 1998 **Alstom-Power** oficialmente lanzó un nuevo concepto para máquinas sincrónicas de alto voltaje llamadas Powerformer. El Powerformer es ajustable a una conexión directa a la red de transmisión sin ningún transformador elevador como se ilustra en la figura a continuación.

El Powerformer revoluciona la tecnología de generación del siglo anterior, esto representa un salto en la ingeniería eléctrica. Esto tiene



Vista de planta del estator ensamblado de la primera máquina con este nuevo concepto.

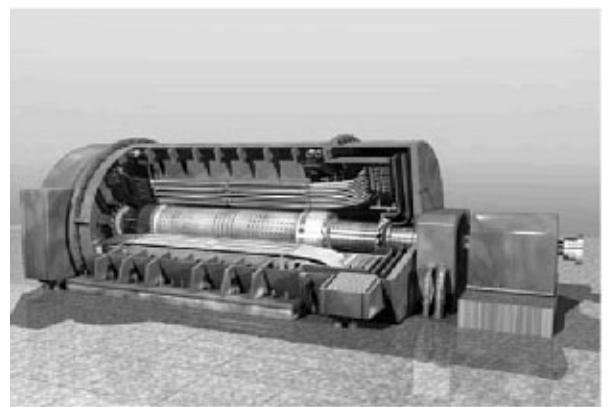
consecuencias de gran alcance para la industria eléctrica.

### Conceptos básicos de conversión de energía

#### • Lo Elemental

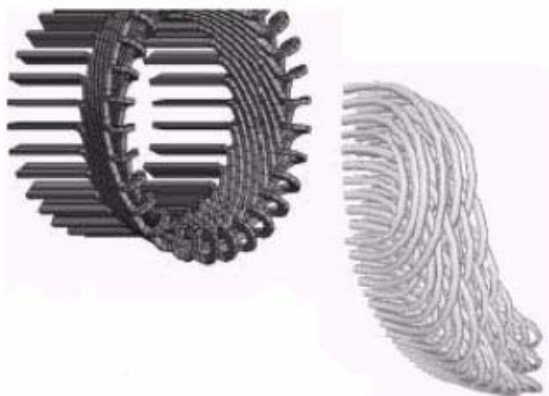
Tradicionalmente, el embobinado del estator de las grandes máquinas eléctricas giratorias comprenden conductores con una sección rectangular encajada en aisladores expuestos, con una alta capacidad dieléctrica necesaria por el alto gradiente de campo eléctrico producido en las esquinas del conductor.

Además, para poder mantener la pérdida por corrientes parásitas en los embobinados del estator a un nivel razonable, los laminados de cobre establecidos a través del conductor deben estar de acuerdo a un esquema elaborado. Al extremo de un embobinado convencional, fuera del núcleo del estator, deben tomarse mediciones tediosas para el arreglo de un campo eléctrico con distribución uniforme donde no es posible confinar el campo eléctrico al embobinado, para así eliminar la descarga por efecto corona.



Corte de Powerformer térmico

Los conductores en el estator del nuevo generador a alto voltaje son cilíndricos, teniendo un aislamiento sólido. Este aislamiento es una aplicación completamente nueva de la tecnología desarrollada originalmente para cables de alta tensión. El arreglo de los conductores cilíndricos puede ser obtenido de las ecuaciones de Maxwell, las cuales gobiernan los fenómenos electromagnéticos, y una distribución uniforme del campo eléctrico, lo cual es un prerequisite para máquinas eléctricas giratorias de alto voltaje. El campo eléctrico es simplemente confinado con el cable con aislamiento tipo XLPE (Polietileno Entrelazado) incluyendo una capa exterior que tiene cierta conductividad de manera que asegure el potencial terrestre en la capa superficial, y un confinamiento total del campo eléctrico en la parte interna del cable, para comprender mejor esto véase la figura a continuación.



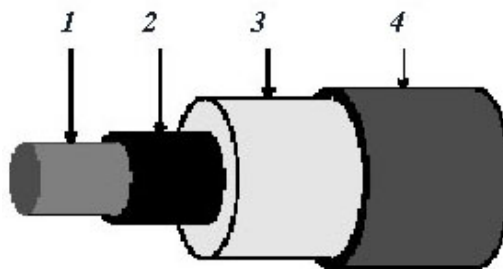
Dibujo del Devanado Interno y Externo para Altos Voltajes

### **Powerformer vs. Generador Convencional**

El embobinado del Powerformer consiste de cables aisladores similar al enlazado convencional de cables de polietileno (XLPE). El cable del Powerformer consiste de un conductor ramal, una capa de semiconductor interno, un dieléctrico sólido y finalmente una capa exterior de semiconductor de acuerdo a la siguiente figura.

Hay un cable central rodeado por capas concéntricas de cables. Cada capa es aplicada en direcciones alternadas. La mayoría de las ramas son aisladas para minimizar las pérdidas de corriente de remolino en el conductor. Algunas hebras de cable en las capas más alejadas no son aisladas con el

propósito de garantizar el contacto propio con la capa del semiconductor.



El Devanado Circular de Powerformer está hecho de (1) un conductor, (2) lámina semiconductor interna, (3) aislador, (4) y una lámina semi-conductora externa.

El voltaje inducido se incrementará gradualmente desde el extremo del neutral al extremo de la línea. Por lo tanto, el aislamiento del cable usado como cableado del estator experimentará una tensión eléctrica que se incrementará hacia el extremo de la línea. Esto es, hasta entonces, factible para usar aislamientos delgados cerca del extremo del neutro e incrementar el espesor del aislamiento hacia el final de la línea.

La capa externa de semiconductor del cable es puesta a un potencial a tierra. De esta manera el campo eléctrico es completamente confinado dentro del cable.

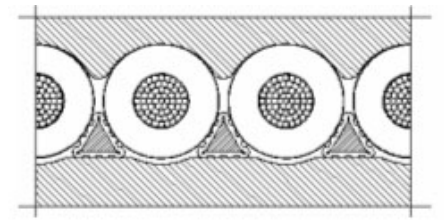


Fijación al Extremo del Devanado

Esto es una gran simplificación a la hora de controlar el potencial en las regiones terminales de los generadores convencionales. Una ventaja es que el riesgo por descargas parciales y de corona es muy bajo en todas las regiones del cableado. Otra ventaja es que la seguridad personal es incrementada substancialmente con la superficie alejada del cableado de potencial a tierra.

- **Principios Mecánicos**

Para evitar el desgaste de las capas externas semiconductoras debido a las vibraciones y para asegurar un buen contacto eléctrico con las laminaciones del núcleo, es necesario fijar los cables en las ranuras. La fijación debe ser capaz de resistir la expansión térmica de los cables con aislamiento, manteniendo las fuerzas de fijación dentro de ciertos límites. Una solución consiste en una especie de tira triangular de caucho y silicio que es insertada entre los cables y las paredes de las ranuras. Véase la figura a continuación.



Fijación de los Cables en las Ranuras

La manguera de caucho es llenada con un líquido de caucho y silicio y curada bajo presión, de tal modo que introduciendo una fuerza de fijación a lo largo de cada cable, el líquido empuja al cable en contra de la pared de la ranura opuesta. Como consecuencia, la capa externa semiconductiva del cable es llevada a cero potencial debido al contacto directo con el núcleo del estator en las ranuras. La forma de la sección transversal de la manguera de caucho está diseñada para permitir una deformación elástica, necesarias para mantener las fuerzas de fijación durante cargas térmicas, dentro de ciertos límites.

La máxima fuerza debe ser limitada por el límite de deformación viscosa de la sección transversal del cable. Se debe mantener una fuerza mínima incluso a bajas temperaturas, para evitar pérdidas por contacto entre el cable y las paredes de las ranuras.

Ya que la corriente en el embobinado del Powerformer es más baja que las de un generador convencional, el resultado de las fuerzas debido al flujo de corriente es reducido dramáticamente. Esto es cierto tanto para una operación normal como en corto circuitos. El efecto de las fuerzas debido al flujo de corriente en la región de los extremos de los embobinados debe ser calculado empleando análisis nodal y de respuesta utilizando modelos de elementos finitos. Habrá niveles de vibración bajos. Esto implica, desde el punto de vista mecánico, que el esfuerzo en los extremos del embobinado pueden ser considerablemente reducidos y la vibración en la región de los extremos de los embobinados es más manejable que los generadores convencionales.

Además, como el cable es más flexible que los sistemas de aislamientos convencionales, el cable del embobinado es menos sensible a vibraciones.

### Beneficios

- **Sistema de enfriamiento**

En el diseño actual, el Powerformer tiene dos sistemas de enfriamiento importantes. El rotor y el embobinado son enfriados por aire. El estator, sin embargo, es enfriado por agua. El sistema de agua de enfriamiento está compuesto por tubos de XLPE axialmente alineados en el núcleo del estator. El mismo tipo de tubos XLPE es usado como enfriadores en convertidores HVDC. Véase la siguiente figura.



Sistema de Enfriamiento del Estator

Como un resultado directo del tamaño del estator y el arreglo del sistema de enfriamiento, el estator del Powerformer posee un gran tiempo de temperatura constante comparado con los generadores convencionales. En otras palabras, el Powerformer va a poseer una buena capacidad de sobrecarga y quizás, por lo tanto, actúe como una reserva temporal de potencia reactiva y activa.

Debido a la baja densidad de corriente en los cables del embobinado de estator, las pérdidas de Joule (Energías) del Powerformer son bajas. Básicamente, un sistema de enfriamiento del agua mantiene la temperatura del núcleo del estator de Powerformer a niveles aceptables. El sistema desarrollado es un sistema indirecto que enfría el núcleo del estator por conductos de agua insertados axialmente. Una de las ventajas del sistema de enfriamiento axial sin conductos de enfriamiento radiales es que el núcleo del estator llega a ser homogéneo, lo cual acorta la longitud del grosor del

núcleo, así como mejora la eficiencia y facilita la asamblea del estator, especialmente con respecto a la instalación del cable a través de hendeduras. Otra ventaja del sistema de enfriamiento del agua es que es fácil de diseñar y mantiene la conducta termal del núcleo bajo control.

Los conductos de agua son hechos de polietileno unido cruzado (XLPE), el mismo material del aislamiento de cable, excepto que en el caso de los conductos de agua, éstos usan una densidad más alta de XLPE. Éste es elástico y puede soportar presión por largos períodos sin deteriorarse después de la deformación inicial. Los conductos XLPE también son usados en apartamentos debido al calentamiento. Los conductos son flexibles y pueden ser doblados con radios más pequeños. La razón principal para usar tubos plásticos es librarse de la caja de empalme que sería necesaria si se usan tubos de metal. El uso de tubos plásticos también elimina el riesgo de corto circuito entre los tubos y el núcleo y los problemas con corrientes en cajas de empalme y conductos. La brecha entre el conducto y el núcleo se llena termalmente conduciendo un elastómero de silicio con el fin de hacer un buen contacto termal entre el conducto y el núcleo.

- **Rendimiento de la Máquina**

Al eliminar la barra del generador, el generador de interruptor de velocidad, y el transformador elevador de voltaje, se reducen las pérdidas de potencia activa. La eficiencia del Powerformer es de 0.5-2.0 por ciento más alta que la eficiencia de una unidad de generación convencional.

También hay menos pérdidas de potencia reactiva ya que la eliminación del transformador elevador de voltaje reduce la posibilidad de que ocurran estas pérdidas.

- **Menos Componentes**

La conexión directa de la red de alto voltaje reduce el número de los componentes. No es necesario un interruptor del generador de medio voltaje, voltaje medio “**bus-work**”, y el transformador elevador de voltaje. La conexión también es posible eliminando algunos transformadores de corriente y voltaje.

- **Menos Mantenimiento**

Tener menos componentes significa menos costo de mantenimiento y planes de corte de energía con menos tiempo. Una unidad generadora basada en el Powerformer posee menos componentes en la máquina sincrónica de alto voltaje y no requiere más mantenimiento que un generador convencional.

- **Requerimientos de Espacio**

El tener menos componentes también conlleva a que el espacio requerido sea menor. Por lo tanto, en una unidad generadora basada en el Powerformer el espacio necesario será menor que el espacio que una unidad convencional. Desde el costo por el espacio hasta los trabajos civiles, el Powerformer ofrece ahorro.

- **Corriente de Fallas**

Para el análisis de las fallas, se requiere el conocimiento de las reactancias subtransitorias, transitorias y las reactancias sincrónicas de los generadores sincrónicos. Las reactancias del Powerformer varían con los datos del diseño y de la planta, los dueños tienen la oportunidad de especificar las reactancias dentro de cierto rango. Hay autores que han analizado alrededor de 15 juegos de datos de diseño para los sistemas de energía de un Powerformer. La experiencia de ellos indica que para las plantas de hidro-energía, la reactancia subtransitoria del Powerformer con un rotor de polo saliente estaría cercana a la suma de la reactancia subtransitoria del generador convencional, y la reactancia de corto circuito de un transformador elevador.

### Medio Ambiente

Desde el principio del proyecto del nuevo generador, los aspectos ambientales del nuevo sistema de energía fueron tomados en consideración. Se tomó en cuenta el impacto ambiental del sistema desde la creación de los materiales hasta la disposición de la producción y uso. Se ha ejecutado un LCA (Evaluación del Ciclo de Vida) comparando dos plantas hidroeléctricas (durante un tiempo útil de 30 años), con capacidad de 150 MVA y conectadas a una red de 130 KV, uno de ellos con generador convencional (incluyendo los equipos del transformador) y el otro con el nuevo generador a alto voltaje. Se comprobó que el nuevo generador ofrece unas mejoras considerables en términos ambientales, lo que significa una reducción en la demanda de recursos ambientales.

Los fabricantes del nuevo generador no utilizan materiales dañinos como el “epoxy”, el cual se utiliza en los generadores convencionales para el aislamiento de las bobinas. Así, con el nuevo concepto del generador a alta tensión hay beneficios positivos para el trabajo ambiental de la fábrica.

El Powerformer tiene significativamente menos impacto ambiental que un generador convencional gracias al hecho de que los aspectos ambientales fueron tomados en cuenta dentro de los informes.

- **Menos Emisiones**

La eficiencia elevada del Powerformer permite una alta generación de potencia ya que se utiliza menos combustible para la misma cantidad de energía eléctrica. Esto reduce las emisiones totales de generación de potencia.

- **Menos Sustancias Peligrosas**

Otro aspecto importante es que el Powerformer contiene menos sustancias peligrosas. Por ejemplo, no se usa resina epoxídica, como es el caso de la impregnación de las bobinas del estator en los generadores convencionales. Esto es muy positivo tanto para el área de trabajo como para el ambiente exterior.

- **Limpio y Seguro**

Un transformador convencional contiene varias toneladas de aceite. El manejo del aislamiento basado en aceite y los sistemas de enfriamiento permiten el riesgo asociado al fuego y a las pérdidas de escape. Las descargas parciales producen ozono. El Powerformer tiene más embobinados de aislamiento, éstos minimizan el riesgo de descargas parciales. Gracias a esto, el riesgo de la producción de ozono se ve minimizado. Otros factores a considerar son los campos eléctrico y magnético. Con el Powerformer, se reduce el campo electromagnético, esto proporciona un área de trabajo más segura en la planta.

- **Reciclable desde el Principio**

El Powerformer tiene ventajas en la etapa de reciclaje; después de eliminar uno son muchos los materiales que pueden ser reciclados. Al reciclar el embobinado del estator se obtienen beneficios particulares. La resina epoxídica utilizada como aislamiento en el embobinado de los generadores convencionales no es fácil de remover o reciclar. Un método convencional ha sido simplemente quemar el aislamiento. El embobinado del estator en el Powerformer, en cambio, es construido de conductores aislados XLPE: después de aplicar algo de calor, el aislamiento XLPE puede ser rayado en cobre. Los XLPE son termoplásticos, los cuales después del rayado pueden ser reciclados. En

general, el trabajo de reciclar es mucho más fácil y las emisiones son menores.

- **Evaluación del ciclo de vida**

La Evaluación del Ciclo de Vida (LCA) es una herramienta que nos proporciona de manera general un impacto ambiental de la vida útil, la extracción de materia prima, los componentes de manufactura, el uso de los productos y finalmente el material de reciclaje y disposición para eliminar productos. Por el rendimiento LCA, podemos comparar el impacto ambiental de las alternativas tecnológicas. Si llevamos a cabo un LCA en dos unidades generadoras, una de 136KV, 150MVA Powerformer y otra convencional de 136MVA (una máquina sincrónica, de interruptor de medio voltaje y un transformador de 136KV), y asumimos que ambas unidades tienen una vida útil de 30 años, el LCA demuestra que el Powerformer tiene menos impacto ambiental porque hay menos pérdidas de energía que en un sistema tradicional. La construcción del Powerformer y los materiales usados contribuyen a un menor impacto ambiental.

### Economía

Se ha desarrollado un modelo para la evaluación económica del impacto ambiental integrando algunos parámetros técnicos dominantes tales como eficiencia/pérdidas de potencia, tiempo de funcionamiento, e información del ciclo vital de emisiones sobre la producción de energía en diferentes regiones. El impacto ambiental es expresado en términos de dinero.

Se asume que todas las pérdidas deben ser reemplazadas por energía nueva producida en una región específica. Puesto que la mezcla de la producción de electricidad es diferente en cada región, las emisiones de aire también serán diferentes. Las emisiones dominantes son CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>.

La información de interés acerca de las cantidades de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> por MJ de energía producida son reunidas para cada ciudad o región. El resumen contiene información del ciclo de vida, como por ejemplo extracción de aceite, procesos de refinamiento, eficiencia y módulos de limpieza de humo.

Las emisiones son traducidas a unidades monetarias. Esto puede hacerse por medio de diversos métodos.

Los impuestos para emisiones, por ejemplo el impuesto sobre el CO<sub>2</sub>, son vías comunes para ponerle un precio al ambiente.

Otra forma es estimar cuál es el costo que una ciudad requiere en la reducción de las emisiones. Convirtiendo el combustible fósil existente de las plantas a plantas de biomasa es una forma de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El costo puede ser presentado en Kg de CO<sub>2</sub> reducido.

El Powerformer puede mejorar radicalmente la economía de una planta de potencia.

- **Alta Eficiencia**

Una planta de Powerformer tiene una alta eficiencia en comparación con una planta de Generación convencional. Para 120MW en una planta se obtiene una eficiencia del 1.5% por año. Esto significa que una planta con Powerformer producirá 1.8MW más potencia que una planta convencional.

- **Menos Mantenimiento**

Una unidad de generación basada en el Powerformer tiene una operación simple debido a que contiene menos componentes. Esto contribuye a que haya menos planes de corte y menos costos de mantenimiento. Una unidad de generación requerirá menos mantenimiento y tendrá una mejor economía. Con el Powerformer, la potencia produce buenas mejoras en la entrada de potencia activa. Un análisis del costo del ciclo de vida de la planta es obligatorio previo a la construcción de la estructura de la planta de potencia. Este análisis se obtiene a través del informe de costo, de ingreso, costo de operación, rango de interés, etc.

### Seguridad

*¿Porqué Powerformer ofrece un mejor ambiente de trabajo y seguridad personal?*

Para las plantas subterráneas de hidro-potencia, la ausencia de transformadores representa un beneficio mayor, porque estos están llenos de aceite, los cuales consecuentemente constituyen un riesgo de incendio y explosiones riesgosas. Esto puede ocurrir aunque estén instalados afuera, con la diferencia de que las consecuencias serán menos serias.

La ausencia de dispositivos de distribución es un beneficio significativo, porque se encuentra cerca del generador y está conectado a un nivel elevado de corto circuito.

El contacto de partes energizadas con partes internas en las terminaciones de cables en una planta de Powerformer no es posible. Generalmente,

estas terminaciones son conectadas a un patio de distribución cerrado, o están altamente selladas y aisladas con gas. Tocar los cables no es riesgoso, porque la cubierta de los semiconductores está aterrizada. Esto nos indica que el campo magnético no está presente en la parte exterior del cable y que además está parcialmente descargado, lo cual no produce una descarga del ozono. El campo magnético alrededor de la máquina también es pequeño debido a la baja corriente en el Powerformer.

### Mercado

*¿Porqué no se han vendido más Sistemas Powerformer, cuando el concepto ofrece mayores beneficios?*

La industria de generación de potencia es conservadora y les toma tiempo desarrollar proyectos, especialmente en los de plantas de hidro-potencia, los cuales pueden tomar de 2 a 10 años. El mercadeo está presente en varios niveles. Una forma general de introducir el Powerformer es llegar a informar sobre la nueva tecnología y sus beneficios como propósito. Las actividades de mercadeo se han enfocado directamente en los consumidores de la Región Nórdica, Europa y Canada/U.S.A. La razón para esto es que la compañía productora del Powerformer considera que la mayoría de la clientela se encuentra en esta región, la mayoría de ellos valora los beneficios de Powerformer.

Las utilidades han sido de gran interés y se estudian ahora 20 proyectos que en donde el Powerformer es una alternativa. De esta manera, estos Powerformer permiten una conexión directa del generador a la red de potencia.

El próximo paso es el desarrollo de un Powerformer con un rango de voltaje de 220KV. Para el desarrollo a largo plazo se necesita un Powerformer con un rango de voltaje de 400KV.

### Disponibilidad

*¿Cómo se puede asegurar que Powerformer tiene mejor fiabilidad que un sistema convencional, cuando hay solo unas pocas plantas como referencia?*

El Powerformer no ha desarrollado ningún componente nuevo. Se ha combinado tecnología anteriormente utilizadas en diferentes áreas para esta nueva aplicación. Todas las experiencias y estadísticas para cada componente nos indican que la fiabilidad de Powerformer va a ser significativamente mejor comparada con la de un

generador convencional. La mayor innovación de Powerformer es el devanado en el estator (cable). El devanado del estator también es la mayor fuente de fallas en un generador convencional. Se puede decir que las mayores fuentes de fallas en un generador han sido reemplazadas por demostraciones probadas de mejor tecnología.

Se puede asegurar que Powerformer tiene por lo menos una muy buena fiabilidad en comparación con un generador convencional. La ausencia de interruptores automáticos del generador y de los transformadores elevadores, aumenta la fiabilidad del sistema compuesto.

Cuando ocurre una indisponibilidad de la unidad generadora, no se puede generar energía eléctrica. Comparemos la disponibilidad de una planta convencional con una planta basada en el Powerformer, asumamos que la operación nominal es un periodo de 7000 horas por año. Comparando estadísticamente la disponibilidad para plantas convencionales con plantas basadas en Powerformer, se encontrará que una planta con Powerformer tendrá 1% más alto en disponibilidad. Esta igualdad se da durante 70 horas de operación basado en el Powerformer, produciendo potencia e ingresos.

### **Limitaciones**

*¿Qué salidas y voltajes promedios son conseguidos hoy en día?*

Por razones obvias, el nivel de voltaje depende de la disponibilidad tecnológica con respecto a cables, juntas y accesorios. La tecnología de hoy en día está preparada para dar 220 kV para máquinas de hidropotencia y 170 kV para turbogeneradores. Los grandes desarrollos están siendo rápidos, razón por la cual se estará en la capacidad de dar una máquina que de 400 kV en un par de años.

Con respecto a la salida, se puede decir que no hay limitaciones para las plantas de hidropotencia, porque los generadores son construidos en el sitio. En el caso de los turbogeneradores, los cuales se construyen en la fábrica, la disponibilidad para su transportación es un punto importante. Esto es un factor que limita también a los generadores convencionales. Con la tecnología de hoy, y tomando en cuenta el principio de enfriamiento en particular, la mayor salida está alrededor de los 200 MW. En desarrollos venideros con respecto a los cables y el sistema de enfriamiento, se aumentará gradualmente el rango de salida.

### **Conclusiones**

El Powerformer hace posible que una planta de energía sea muy limpia y compacta; esto significa que no sólo es económica, confiable y buena para el medio ambiente sino también más eficiente que una planta convencional. Este estudio ha comparado el impacto de las corrientes de falla en una planta convencional contra una planta con Powerformer de tamaño comparable.

El concepto de embobinado basado en cable de alta tensión presentado en este documento permite el diseño de un nuevo tipo de máquina sincrónica de alto voltaje ajustable para una conexión directa a la red de transmisión sin la necesidad de un transformador elevador. El Powerformer representa un concepto totalmente nuevo en sistemas en ingeniería de potencia y no se debe comparar sólo con un generador convencional. En vez de eso, el Powerformer incorpora en una unidad las funciones del generador convencional y el transformador elevador. Gracias a su simplicidad, las características de una planta de potencia con Powerformer posee diversas ventajas tanto económicas como ambientales comparadas con una planta de potencia convencional.

## **Gasolina sin plomo, una realidad**

### **Introducción**

En términos simples, la gasolina es una mezcla de hidrocarburos líquidos relativamente volátiles e inflamables obtenidos del petróleo crudo, adecuada para la combustión de motores de vehículos u otros sistemas similares de motores de combustión interna de encendido por chispa.

Cuando la gente carga combustible en sus vehículos, no se dan cuenta de cuanto trabajo hay involucrado en fabricar combustibles para los automotores.

Son tres conceptos los que hay que tener claros, para una mejor comprensión del problema: Gasolina, octanaje y relación de compresión. La gasolina es el segundo componente de la destilación del petróleo, por debajo de los GPL y por encima del keroseno, su número de octano tras la destilación es aproximadamente 76. Octanaje, es un número de referencia, que indica a la presión y temperatura que puede ser comprimido un combustible carburado (es decir, íntimamente mezclado con aire) sin auto-encenderse, cualquier combustible líquido o gaseoso, tiene su número de octano, la ginebra, la colonia, el alcohol, el butano, etc.; esta relación fue establecida por el laboratorio Research Motor, de ahí vienen las siglas R.O.N. (Research Octane Number). sin auto-encenderse. Relación de compresión, es la relación que existe entre el volumen de la cámara de combustión y el volumen del cilindro más la suma del volumen de la propia cámara. La utilización del plomo en la gasolina se inició a principios de la década de los veinte. En comparación con las gasolinas disponibles en aquel entonces, se descubrió que el plomo "Tetraetilo de plomo" elevaba el octanaje de la gasolina y por ende eliminadas las detonaciones que eran tan perjudiciales para los motores.

Se construyeron después motores más potentes y con relaciones de compresión tan altas como 12.5 a 1 (casi como de un motor diesel); esto era posible gracias a la existencia y disponibilidad de las "supergasolinas" como la

"Premium" Norteamericana de mediados de los '60's., que tenía 100 octanos y que excedía los 780 miligramos por litro de plomo. A partir de entonces se implantan leyes más estrictas en cuanto a contaminación ambiental y con esto se comienzan a instalar los convertidores catalíticos para tratar de contrarrestar el problema. Luego se comienzan a deteriorar estos, debido al alto contenido de plomo de la gasolina.

Una solución utilizada, dada por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos en 1973, fue bajar el contenido de plomo en la gasolina y así continuó desde aproximadamente 650 mg/L de plomo en 1973 a niveles aproximados de 130 mg/L de plomo para 1979.

Nace así la "gasolina sin plomo" con un contenido de 26 miligramos por litro de plomo. Actualmente, una gasolina con este contenido de plomo es considerada como gasolina sin plomo; la gasolina con plomo regular en Estados Unidos tenía aproximadamente 286 miligramos por litro.



El usar gasolina sin plomo no es algo que un motor diseñado para funcionar con gasolina con plomo resienta de manera inmediata; puede empezar a presentar dificultades entre los 804,65.7 y los 120,698.55 kilómetros (de 50,000 a 75,000 millas), por lo que un vehículo que recorre un promedio de 20,000 kilómetros al año tardaría de 4 a 6 años para causar un problema. Una de las principales ventajas de la gasolina sin plomo, cualquiera que sea su octanaje, es

que en los motores de inyección no deja cavitación sobre las válvulas ni en los conductos de admisión, serio problema que ocasiona la súper (se han tenido que desmontar muchas culatas por este problema).

### **Compuestos químicos de la gasolina sin plomo**

#### **• Refinación de la gasolina.**

La gasolina debe ser refinada para ser utilizada en automóviles. Uno de estos procesos se llama craqueo catalítico, que convierte a pesados destilados en fracciones más livianas de gasolina. En otro proceso, la gasolina es reformada, lo que cambia su estructura molecular, para producir gasolina de alto octanaje. Para mejorar la calidad de la gasolina se agregan aditivos para proveer el desempeño y las características de almacenaje deseados. Estos son:

- **Antioxidantes:** Estos son agregados a la gasolina para evitar la degradación por la exposición al aire.
- **Agentes Anticorrosivos:** son mezclados con la gasolina para reducir la herrumbre y la corrosión que pueden dañar o tapar a los componentes del sistema de suministro de combustible.
- **Detergentes:** Detergentes son mezclados con la gasolina para evitar depósitos en carburadores, inyectores de combustible, válvulas y asientos de admisión.
- **Agentes anticongelantes:** Encontramos dos tipos: el tipo solvente que actúa como un anticongelante para evitar que se forme hielo cuando la gasolina se mezcla con aire frío que contiene humedad; el otro tipo de agente antihielo es un químico recubridor de superficies que evita que el hielo se pegue a los componentes del sistema de combustible.
- **Aditivos Anti-detonación:** Hay varios tipos de aditivos anti-detonación algunos de los cuales son potencialmente dañinos a los sistemas de emisión de los vehículos y deben ser evitados (TEI, TEL, MMT, MTBE, ETBE, etc.).
- **Colorantes:** Este le da un color particular a la gasolina.

Hay otro aditivo que puede ser hallado en la gasolina; estas son las anilinas y se usan para la identificación de distintos grados y tipos de combustibles.

#### *EL MTBE*

Uno de los sustitutos del plomo en la gasolina es el MTBE (metil-ter-butil-eter), introducido hace 20 años en Estados Unidos. Otros oxigenantes normalmente utilizados son el etanol y otros éteres y alcoholes, como etil-ter-butil-eter (ETBE), ter-amil-metil-eter (TAME), o el ter-butil-alcohol (TBA).

El metil-ter-butil-eter, o MTBE ( $C_5 H_{12}O$ ), es un producto químico que se utiliza para aumentar el octanaje, mejorar la combustión, y reducir las emisiones de monóxido de carbono en aproximadamente un 10%. El MTBE también contribuye a reducir las emisiones de compuestos orgánicos reactivos, y la proporción de contaminantes aromáticos, sulfuro, olefina y benceno, en la fabricación de gasolina.

El MTBE normalmente representa entre 10 y 15 por ciento del volumen de la gasolina. En los Estados Unidos se ha utilizado como aditivo en aproximadamente un tercio de la gasolina que se consume. Es un éter, con la propiedad de disolverse en el agua con gran facilidad. Es un producto residual, con escasa potencialidad para su degradación natural. Fue introducido por primera vez en la gasolina premium en los Estados Unidos y Europa hace más de 20 años.

El MTBE es altamente volátil y soluble en agua. Al evaporarse la gasolina, en las estaciones de servicio o en los puntos de almacenamiento, arrastra al MTBE a la atmósfera. Allí se disuelve en el agua de lluvia, para luego contaminar los acuíferos. También puede contaminar acuíferos por fugas o derrames en los sistemas de almacenamiento y transporte.

#### **Método de obtención de la gasolina en Refinería Panamá, S.A.**

Según información obtenida del folleto REFINERÍA PANAMA, S.A. en la unidad de reformación catalítica se produce gasolina sin plomo, esta unidad fue expandida últimamente.

La Reformación Catalítica es un proceso químico que consiste en convertir una nafta dulce o desulfurizada de bajo octanaje a una nafta reformada de alto octanaje llamada reformado. El cambio se obtiene al pasar esta nafta de bajo octanaje a través de reactores con catalizadores bimetálicos de platino y renio en una base de óxido de aluminio impregnada de cloruros.

Durante las reacciones antes mencionadas también se produce hidrógeno, butano, propano y otros livianos. El hidrógeno producido se utiliza en las unidades de desulfurización.

En Panamá actualmente, según la COPANIT existen dos tipos de gasolina sin plomo: la Tipo 95 "Gasolina Super sin Plomo", la Tipo 91 "Gasolina Regular sin plomo". A partir del 1 de agosto del presente año Refinería Panamá S.A. dejará de añadir plomo en sus mezclas de gasolina, cumpliendo con lo establecido por la Ley No. 36 del 17 de mayo de 1996 y a partir de ese momento comenzará un proceso de limpieza en todas las instalaciones de la planta, para que a mediados del mes de septiembre tanto el área de almacenamiento como la del despacho de gasolina estén libres del contenido de plomo.

### **Efectos de algunos compuestos químicos de la gasolina sin plomo en la salud humana**

El uso de gasolinas sin plomo en motores diseñados para su uso disminuye las emisiones de contaminantes al ambiente si y sólo si el convertidor catalítico y demás partes del sistema de control de emisiones del motor se encuentran en perfecto estado.

Si un vehículo *sin convertidor catalítico* o con éste en mal estado, utiliza gasolina sin plomo, estará emitiendo al ambiente mayor cantidad de emisiones dañinas a la salud y al ambiente, que si se utilizara gasolina con plomo.

#### **• Efectos del MTBE**

La controversia sobre el uso de MTBE lleva más de 15 años en los Estados Unidos.

El Collegium Ramazzini es una organización independiente dedicada al estudio de la salud ocupacional, formada por médicos y científicos

de 30 países, incluyendo a EUA, Alemania, Japón, Suecia, Finlandia, Canadá, Bélgica y China.

El Collegium Ramazzini ha concluido:

"Muchos consumidores y trabajadores, cuando se exponen a gasolina que contiene MTBE, padecen de dolores de cabeza, vómito, diarrea, fiebre, tos, dolores musculares, adormecimiento, desorientación, mareos, e irritaciones en la piel y los ojos".

"Se conoce que el MTBE causa depresiones en el sistema nervioso central, dificultades respiratorias, ataxia, inflamación crónica de la mucosa nasal, irritación en los ojos y erupciones en la piel".

"El MTBE causa cáncer en muchos órganos y tejidos de dos especies de animales experimentales. Estos cánceres son similares a aquellos causados por exposición a dosis comparables de bencina, cloruro de vinilo, y 1,3-butadieno, todos cancerígenos reconocidos"

"Estudios experimentales indican que el MTBE produce cáncer en las ratas. El ter-butil-alcohol y el formaldehído, los principales componentes de la transformación biológica del MTBE, son también cancerígenos en animales".

"Aunque no existen estudios concluyentes sobre el potencial cancerígeno del MTBE en humanos, los resultados con animales aportan suficiente evidencia para concluir que el MTBE es un probable cancerígeno en humanos".

En California, por ejemplo, se ha dasatado una campaña pública para erradicar el uso de MTBE en la gasolina y esto debido a la contaminación de más de 10000 acuíferos. Por otro lado en Alaska, se suspendió su uso debido a sus relaciones con problemas de salud en los trabajadores de las refinerías de petróleo, y por la contaminación de agua para el consumo humano.

El uso de MTBE en la producción de gasolina es, en realidad, un proceso industrial obsoleto y peligrosamente contaminante. Su uso es suficientemente peligroso para la salud pública como para ser prohibido en casi todos los países industrializados, sin embargo según la COPANIT (Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas) en el resuelto No. 40 del 5 de febrero de 1996 resuelve entre otros que algunas sustancias como el Metil Terbutil Eter

(MTBE), se pueden añadir para elevar el número de octanos en la gasolina.

### **Efectos de algunos compuestos químicos de la gasolina sin plomo en el ambiente**

Desde el punto de vista ambiental es necesario mantener ciertos límites en cuanto a los gases emitidos, por los vehículos, a la atmósfera. Los gases más frecuentes, entre otros, son:

*El Ozono (O<sub>3</sub>):* el cual es una especie reactiva de oxígeno. En la capa estratosférica actúa como filtro de las radiaciones ultravioletas, previniendo el ingreso de los rayos más peligrosos para el medio ambiente y el hombre, pero en la tropósfera (baja atmósfera) los altos niveles representan un riesgo para la salud humana y la vegetación. Las emisiones de los vehículos, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los hidrocarburos (HC) en especial, son factores importantes en la formación de ozono. En general los valores de O<sub>3</sub> son mayores fuera de la ciudad porque el ozono se forma a través de una reacción fotoquímica.

*Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>):* son emitidos principalmente por los vehículos. Dentro de este grupo de contaminantes gaseosos, el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es el componente más importante por su agresividad química. Las exposiciones directas a NO<sub>2</sub> incrementan la susceptibilidad a infecciones respiratorias, disminuyen la eficiencia respiratoria y la función pulmonar en asmáticos. Además el dióxido de nitrógeno contribuye a la formación del smog fotoquímico y de la lluvia ácida.

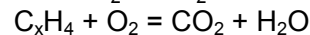
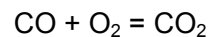
### **Convertidores catalíticos**

Un convertidor catalítico es un dispositivo empleado para controlar las emisiones de CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarburos) en los de dos vías y NO<sub>x</sub> (óxidos nitrosos) en los de tres vías que contienen los gases de escape producto de la combustión. Se requiere principalmente para no expulsar gases tóxicos (CO<sub>2</sub>, HC y NO<sub>x</sub>) al ambiente capaces de producir efectos nocivos a la salud. Los conversores catalíticos son muy efectivos

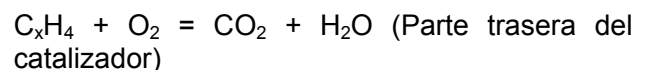
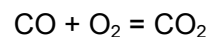
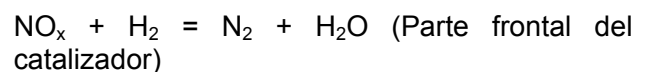
lográndose unas reducciones del orden del 85% en la emisión de gases contaminantes.

El convertidor catalítico está hecho de capas o de una rejilla de panal de catalizador (sustancia que fomenta una reacción química sin intervenir en el producto final), se trata que los gases de combustión procedentes del múltiple de escape pasen a través de la capa o rejilla del catalizador oxidando (si es un convertidor de dos vías) o reduciendo y oxidando (si es un convertidor de tres vías). Los gases de escape obtenidos después del tubo de escape contienen niveles de contaminación aceptables.

Existen dos tipos principales de convertidores empleados en los vehículos actualmente. El primero es un convertidor del tipo de oxidación (convertidor catalítico de dos vías) el cual contiene dos metales preciosos (nobles), platino y paladio para llevar a cabo efectivamente la oxidación de los hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO). Las reacciones que realiza interiormente son las siguientes:



El segundo es un convertidor del tipo de reducción (convertidor catalítico de tres vías), contiene platino y rodio en la parte frontal del convertidor para reducir los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), mientras que en la parte trasera del convertidor se emplean platino y paladio para oxidar los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO), como ocurre en los convertidores de dos vías. Las reacciones que realiza interiormente son las siguientes:



Como se puede observar, en las reacciones antes mencionadas interviene el oxígeno (O<sub>2</sub>) el cual es proporcionado por el sistema de inyección de aire del automóvil.

Es necesario recalcar que para poder que el catalizador funcione, tiene que tener una alta Temperatura 400°C (752°F), temperaturas menores causan un funcionamiento deficiente del catalizador.

Hay que tener en cuenta también que sustancias químicas como el MTBE, contenido en uno de los varios tipos existentes de gasolina sin plomo, escapan libremente a la atmósfera dentro del grupo de los hidrocarburos no quemados (HC no quemados), en los carros con convertidor catalítico esto puede deberse a la no perfecta conversión de los gases dentro de este, por eso es necesario utilizar gasolina sin plomo en carros con convertidor catalítico para contaminar menos.

### **Alternativas a corto y largo plazo**

Entre las alternativas, necesarias para reducir la gran contaminación presente, podemos mencionar las de a corto plazo y las de a largo plazo. Entre algunas de las alternativa a corto plazo podemos mencionar (para Panamá):

- a) Crear conciencia en la población sobre el riesgo en la salud y el ambiente que resulta del uso inadecuado de la gasolina sin plomo. Se puede trabajar esto con instituciones publicas y privadas que estén relacionadas con el tema, por ejemplo: La ANAM, La SWISSCONTACT, Universidades, Escuelas, etc.; que tienen los medios y herramientas necesarios para poder llegar a la población en general.
- b) Es necesario disponer de un catalizador en todos nuestros vehículos nuevos para así contar con niveles aceptables de contaminación.
- c) Realizarle mantenimiento preventivo a nuestro vehículo para que funcione bien.
- d) Cambiar aquella costumbre de dejar estacionado el vehículo con el motor funcionando, esto genera mayor consumo de combustible y ensucia el aire. Esta medida sólo sería aplicada a vehículos pequeños para el transporte en general los cuales se encuentran en mayor número.
- e) Las aceleraciones y frenados bruscos consumen combustible en exceso y contribuyen al deterioro del ambiente.

- f) Es necesario utilizar la gasolina adecuada para nuestro vehículo, esto es comprar gasolina con el octanaje adecuado según las especificaciones de nuestro motor.
- g) Posibles programas de gobierno que lleven a la reducción en el costo de los catalizadores, para que de esta forma sean más asequibles a todos los propietarios de vehículos a gasolina.
- h) Suspender la importación de vehículos de 2<sup>da</sup> a la República de Panamá y más aún si estos no poseen un convertidor catalítico.
- i) Promover algún tipo de acuerdo entre el gobierno de turno y Refinería Panamá, para que no se utilice el MTBE o algún otro compuesto oxigenado peligroso.

Entre las alternativas a largo plazo se pueden mencionar entre otras, fuentes alternas de energía:

- a) Energía Solar
- b) Hidrógeno como combustible, etc.

## Grupos de Investigación

### **Aplicaciones energéticas en equipos radiológicos**

Coordinador:

Grimaldo Ureña

Integrantes:

Victorino Cantón

Alberto Carrión

Javier Comellys

Luis Conte

Víctor Correa

Ariel Estrada

Luis Gómez

Marisela Gordón

José Henry

Jairo Matos

Emilio Méndez

Carlos Palma

Ángel Valdés

### **Generador a alto voltaje: Powerformer**

Coordinador:

Eduardo Jiménez

Integrantes:

Alejandro Capuro

Honlam Chan

Igor Chavarría

José Checa

Paul Concepción

Nadia De León

Juan De Sedas

Javier Díaz

Cristóbal Jaén

Karen León

Edwin Montilla

César Quintero

Delibes Rodríguez

Hermes Ruiz

David Segovia

Ivis Victoria

### **Gasolina sin plomo: Una realidad**

Coordinador:

Hildebrando Santana

Integrantes:

Carlos Bárcenas

Esmít Camargo

José Chan

Alexandro Chena

Jorge Daniel

Nicolás Donadío

Jesús González

Manuel Gallardo

Leo Magué

Ulupki-Nuet Meneses

Esteban Ortiz

Adrian Sánchez

Kui Hung Yau

## **Anotaciones**

## Comité Organizador

### Coordinadores Generales

Elías Ríos

Gabriel Lezcano

### Comisión de Finanzas y Patrocinio

José Checa

Nadia De León

### Comisión de Logística

Alberto Carrión

César Quintero

### Comisión de Protocolo

Paul Concepción

Jesús González

### Comisión de Publicidad

Karen León

Ángel Valdés

### Grupos de investigación

Generación a alto voltaje: Powerformer

Eduardo Jiménez

Gasolina sin plomo: una realidad

Hidelbrando Santana

Aplicaciones energéticas en equipos radiológicos

Grimaldo Ureña