

GUÍA TÉCNICA



SERVELEC S.R.L.
SISTEMAS DE ENERGÍA

TABLERO DE AISLACIÓN USO HOSPITALARIO

Guía Técnica Hospitalaria V 1.0





Localizada en la ciudad de Córdoba, en la zona centro de la república argentina, Servelec nace en 1983 como una empresa dedicada a la fabricación de transformadores eléctricos de aislación seca, fuentes de alimentación de corriente continua y cargadores de baterías, todos en baja frecuencia.

A partir del año 1992 amplía su cartera de negocios incorporando productos de mayor tecnología.

Desde el año 2003 sumó a su gama de productos los transformadores de aislación de uso hospitalario para quirófanos y salas del grupo 2, integrando a partir de 2010, el tablero de aislación, listo para instalar, debidamente ensayado y protocolizado.

La certificación de normas de calidad ISO 9001-2000 desde el año 2001 avala y formaliza nuestro compromiso constante con el desarrollo y fabricación de productos de primera línea para atender a los más altos estándares de exigencia de la industria. Los transformadores hospitalario son parte de este grupo de productos de alta calidad.



GESTION
DE LA CALIDAD

RI-9000-2689



Fundamentos de la Red Aislada IT



Ruhrfisch on Flickr

Fundamentos de la Red Aislada IT



En el ámbito hospitalario el desarrollo tecnológico ha dado lugar a la aparición de una gran cantidad de equipos electromédicos que se aplican a la atención de pacientes para efectuar diagnósticos, cirugías y monitorizaciones.

Esto permite mejores tratamientos, pero también implica un aumento del riesgo de accidente por descarga eléctrica lo cual es especialmente peligroso cuando se trata de procesos de tipo invasivo, ya que las corrientes eléctricas, aunque sean de pequeña magnitud, pueden tener consecuencias fatales para el paciente.





Es importante garantizar la continuidad del servicio eléctrico mediante fuentes alternativas de energía, ya que la vida de los pacientes depende de las máquinas que los asisten.

La necesidad de garantizar la seguridad eléctrica desde estos puntos de vista, como así también la de prevenir los riesgos de incendio y explosión, obligará en estos recintos hospitalarios a realizar el suministro eléctrico de energía por medio de un sistema aislado, llamado red IT.

Normas nacionales como internacionales coinciden en clasificar los locales hospitalarios, de acuerdo a las tareas allí realizadas. En Argentina, la reglamentación vigente, AEA90364 - Sección 710, define los tres tipos de salas de medicina humana y las clasifica en: salas del grupo 0, 1, 2a y 2b.





Tabla 1 - Tipos de Sala

Según subcláusulas
710.3.2.1 a 710.3.2.3

Grupo de Aplicación	Tipo de Sala de Acuerdo a la Utilización	Tipo de Utilización Médica
0	Salas de internación. Salas de esterilización para cirugías. Salas de lavado para cirugías. Consultorios de medicina humana y dental.	Ninguna utilización de equipos electromédicos.
1	Salas para ecografía. Salas de internación. Salas para terapia física. Salas de masajes. Consultorios de medicina humana y dental. Salas para diagnóstico radiológico y tratamiento. Salas de parto.	Utilización de equipos electromédicos a través de aberturas naturales en el cuerpo, ó con intervenciones quirúrgicas menores (cirugía menor).
2a*	Salas de preparación para cirugías. Salas para hidroterapia. Salas para endoscopías. Salas para diálisis. Salas para yesos quirúrgicos. Salas de endoscopia.	Operaciones de cirugía menor, sin introducción de catéteres en el corazón (sin riesgo de microchoque).
2b*	Salas para ambulatorios quirúrgicos. Salas de examen intensivo con mediciones invasivas. Salas de recuperación post-quirúrgica. Salas de cirugías. Salas de guardia para tratamiento de emergencia "Shock Room". Salas de examen intensivo. Salas de cuidados intensivos (UTI). Salas para diagnóstico y tratamientos invasivos, guiados por imágenes (hemodinamia). Salas para cateterismo cardíaco para diagnóstico y tratamiento. Quirófanos de obstetricia. Salas para diálisis de emergencia ó aguda. Salas de neonatología.	Operaciones de órganos de todo tipo (cirugía mayor), introducción de catéteres en el corazón (cateterismo cardíaco), introducción quirúrgica de partes de aparatos, operaciones de todo tipo, mantenimiento de las funciones vitales con equipos electromédicos, intervenciones a corazón abierto (riesgo de microchoque).
*Usan Transformadores de Aislación		



Tablero de Aislación

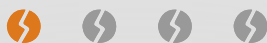


Modelo Vita



Modelo Estándar

Tablero de Aislación



La conformación de una red aislada para un recinto médico requiere la instalación de un tablero de aislación desde donde se alimentará y monitoreará la misma.

El tablero de aislación estará compuesto de 4 partes fundamentales:

- La conmutación entre red principal y alternativa.
- El transformador de aislación.
- El monitor de aislación y su repetidor.
- Los elementos de mando control y protección.





Figura 1 - Diagrama Unifilar

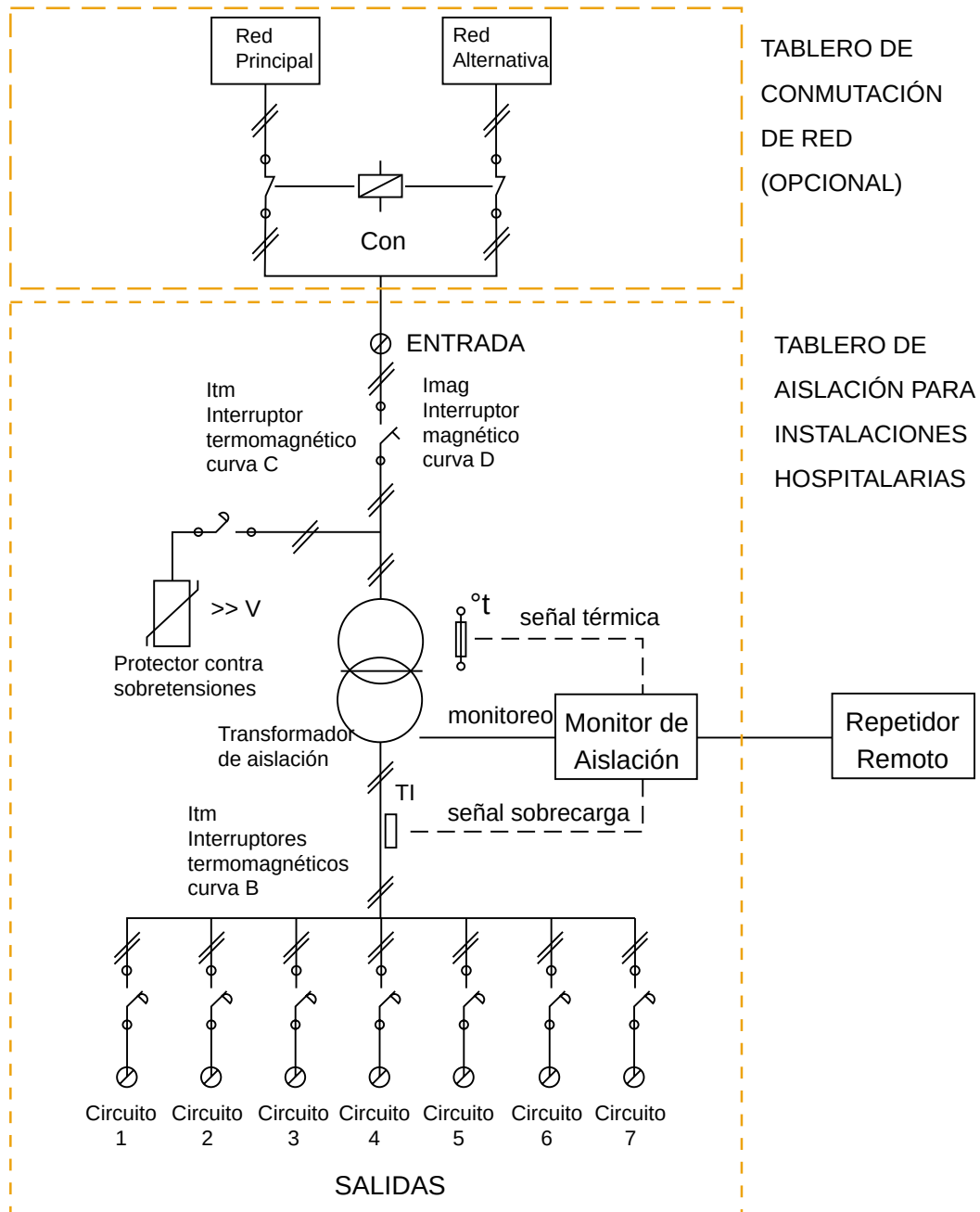




Figura 2 - Dimensional de Tablero
Modelo VITA

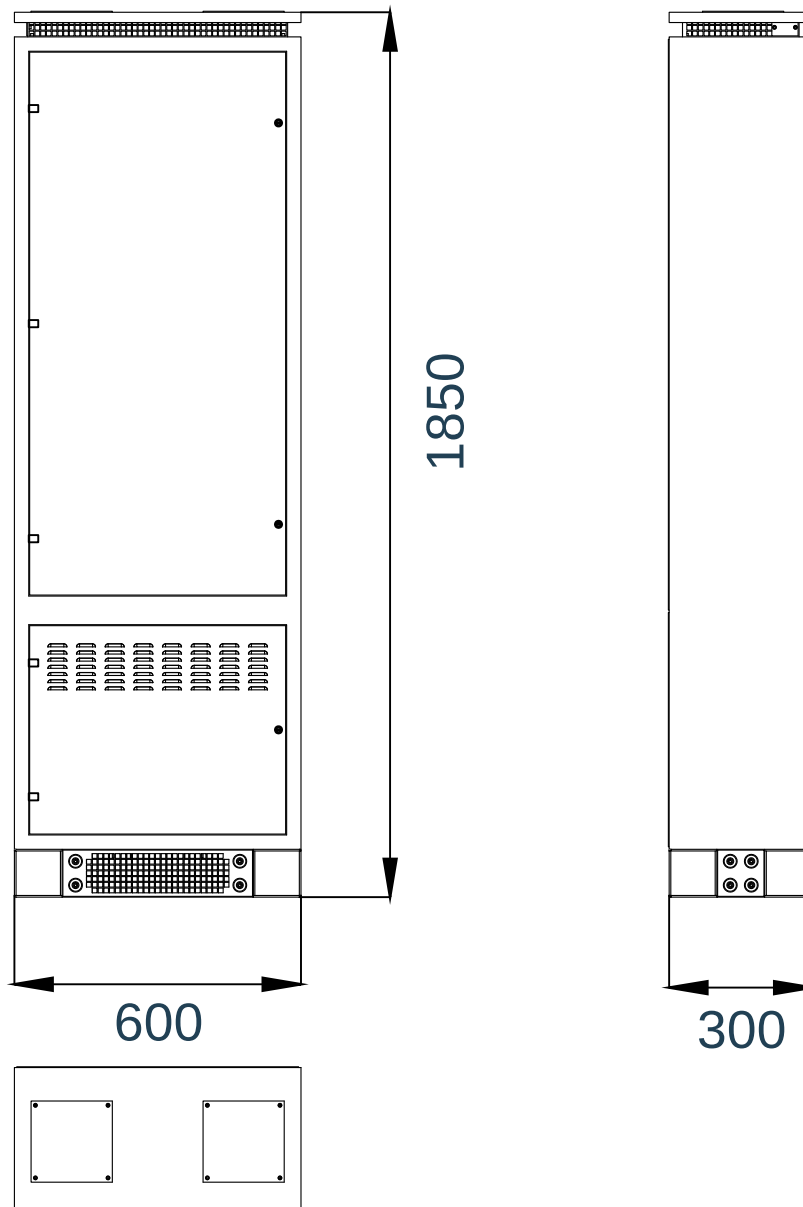
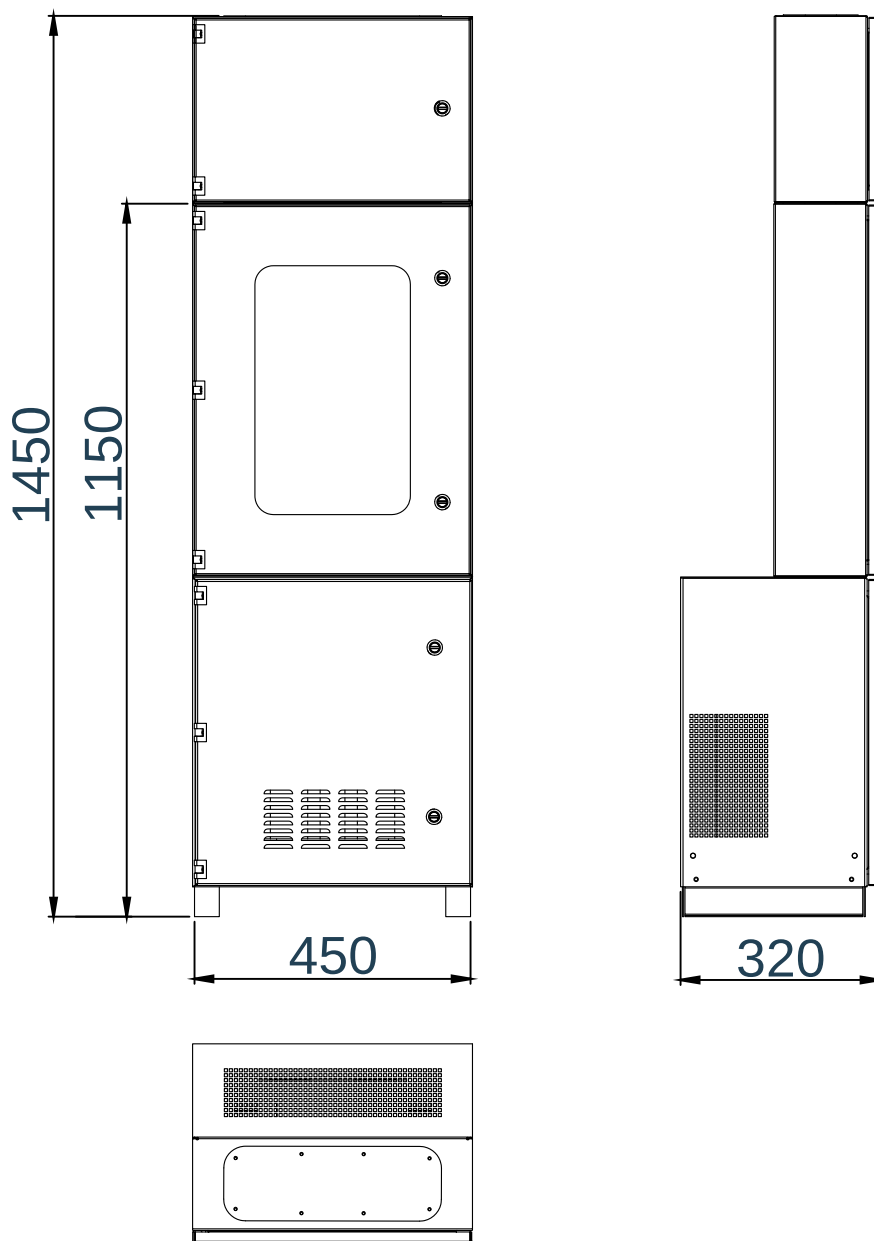




Figura 3 - Dimensional de Tablero
Modelo estándar



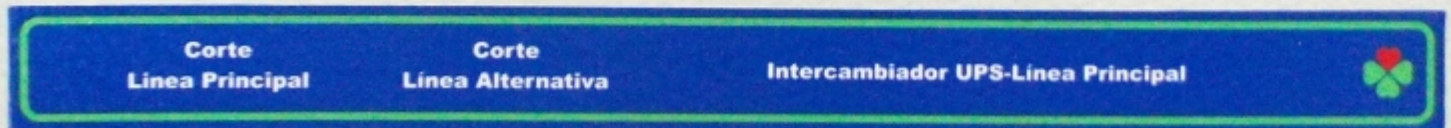
Elementos del tablero



TABLERO DE AISLACION PARA INSTALACIONES HOSPITALARIAS



Conmutación entre Red Principal y Alternativa



Conmutación entre Red Principal y Alternativa



La red aislada hospitalaria IT debe contemplar elementos que permitan una alimentación primaria de tipo redundante.

La necesidad de asegurar el mantenimiento de la continuidad del servicio eléctrico obliga a que la alimentación de energía eléctrica primaria al transformador de la red IT se realice desde al menos dos circuitos independientes denominados línea normal y emergencia.

Estas redes de alimentación de energía serán comandadas por automatismos que realicen la transferencia de una alimentación hacia la otra frente a una falla en la primera y que permitan además al personal técnico a cargo de la instalación, la selección manual de una u otra.



Transformador de Aislación



Transformador de Aislación



Los transformadores de aislamiento deben estar diseñados para satisfacer los requisitos relacionados a las salas del grupo 2 (a y b), ya que en éstas es condición indispensable la instalación de una red aislada IT, a fin de lograr un suministro eléctrico seguro a los equipos electromédicos para intervenciones quirúrgicas y medidas vitales.

La referida reglamentación 710 de la AEA, determina el uso de transformadores monofásicos y de aislamiento seca debido a su menor riesgo de incendio, contaminación y mayor confiabilidad para la prestación del servicio y define un acotado rango de potencias que va desde 3.15kVA hasta 8kVA, siendo de 5kVA la potencia preferida para las Unidades de Terapia Intensiva y Quirófanos.



Transformadores de potencia menor a 3.15kVA no son aconsejables debido al elevado valor de su impedancia de cortocircuito que impedirá la actuación segura de los interruptores termomagnéticos colocados aguas abajo del transformador. Transformadores de potencias mayores a 8kVA no son aconsejables debido a la elevada capacidad distribuída que tendrá tanto el propio transformador como así también la instalación, ó sea el cableado de la red IT.

Los transformadores de aislación para uso médico deben cumplir con las especificaciones técnicas definidas en las normativas anteriormente citadas y éstas serán de carácter obligatorio. Sin embargo existen otras, que a pesar de no estar específicamente indicadas, son indispensables para que el transformador cumpla con las condiciones de prestación requeridas para las salas del Grupo 2.





Principales características técnicas que deben cumplir los transformadores:

- Tipo: monofásicos de aislación seca.⁽¹⁾
- Rango de potencias: de 3.15kVA a 8kVA.
- Relación: 1:1 con tensión nominal máxima de 230Vca.
- Corriente de vacío: menor al 3% de la corriente nominal (I_{nom}).
- Corriente de conexión: menor a 12 veces la corriente nominal.
- Tensión de cortocircuito: menor al 3% de la tensión nominal.
- Clase térmica: aislación clase H.
- Nivel de aislación: 3kVca.
- Rigidez dieléctrica, mayor a 500 Mohms.
- Corriente de fuga a tierra: menor a 0.1mA.
- Nivel de ruido: menor a 40dB a 30cm de distancia y a potencia nominal.
- Pantalla electrostática entre primario y secundario.
- Conexión para monitoreo de fuga, a mitad del bobinado secundario y a borne aislado.
- Sensor de temperatura: de tipo PTC ó Pt100.
- Elevada capacidad de sobrecarga.

⁽¹⁾ Los transformadores trifásicos podrán ser utilizados solo para la alimentación de una carga trifásica.



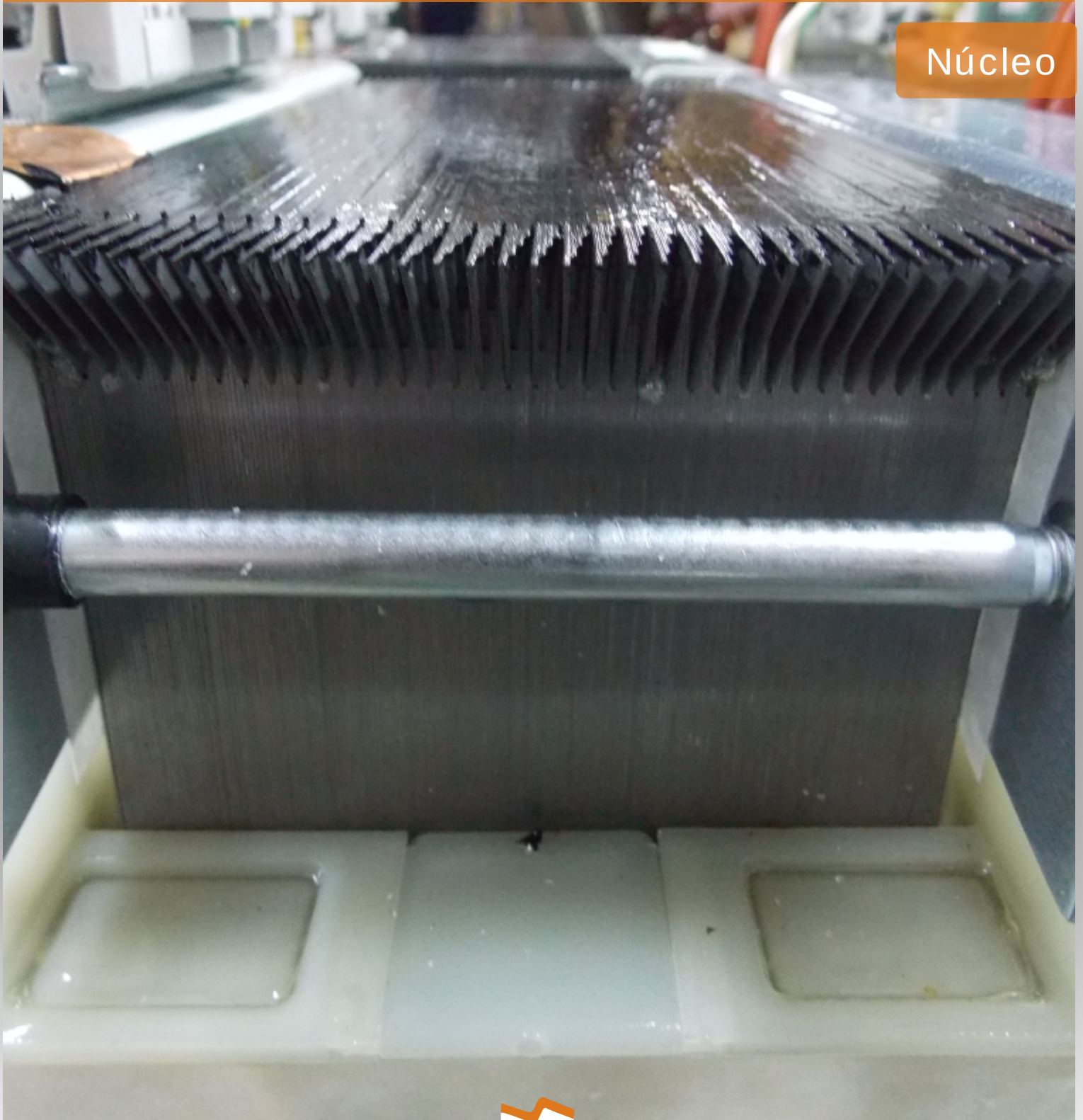
Los requisitos listados pueden ser alcanzados si se adoptan criterios muy cuidados y selectivos en todos los procesos de diseño y fabricación, tales como: *diseños verificados y validados, severos controles en los materiales usados en su construcción, procesos controlados y documentados en su fabricación y ensayos finales registrados para la verificación del cumplimiento de los requisitos definidos por las normas de aplicación.*

*“Es evidente que solo aquellas empresas
que operen bajo procedimientos
documentados y certificados por un
Sistema de Gestión de la Calidad según
ISO 9001, podrán alcanzar las metas
citadas.”*

Para lograr las características técnicas mencionadas en la fabricación de estos transformadores, se deberán tener en cuenta al menos los siguientes aspectos durante el proyecto, cálculo y fabricación de los mismos:



Núcleo



Núcleo de Elevada Calidad y Bajas Pérdidas



Un núcleo construido con chapa de Fe-Si de grano orientado M4, preferentemente con corte step-lap, garantiza baja corriente de vacío y disminuye de manera significativa las pérdidas en el mismo. La primera característica es necesaria para cumplir con el requisito de un valor inferior al 3% de la I_{nom} y la segunda, posibilitará disminuir significativamente la sobre elevación de temperatura en el núcleo.

Bajas pérdidas específicas en el núcleo junto a la elección de una adecuada inducción magnética de trabajo y correcto diseño en la geometría de los bobinados, permite alcanzar el requisito de una corriente de inserción inferior a 12 veces la I_{nom} .

“Este requisito es indispensable para evitar la actuación intempestiva de las protecciones magnéticas aguas arriba del transformador, durante la conexión del mismo a la red”.



Las curvas mostradas en la Fig.1, muestran oscilogramas de las corrientes de inserción de un transformador de 5kVA a dos columnas obtenidas durante un ensayo según lo indicado el punto 13.3 de la IEC61558-2-15.

“El transformador en vacío se alimenta a la tensión primaria asignada. La tensión de alimentación se conecta y desconecta un total de 20 veces a intervalos de aproximadamente 10 s.”

El valor de la corriente de inserción del transformador (linserción) será igual al máximo valor cresta registrado. El oscilograma (c) corresponde al mayor valor registrado durante el ensayo, 320 Apico, valor que corresponde a una corriente de inserción de 10.4 veces la nominal.



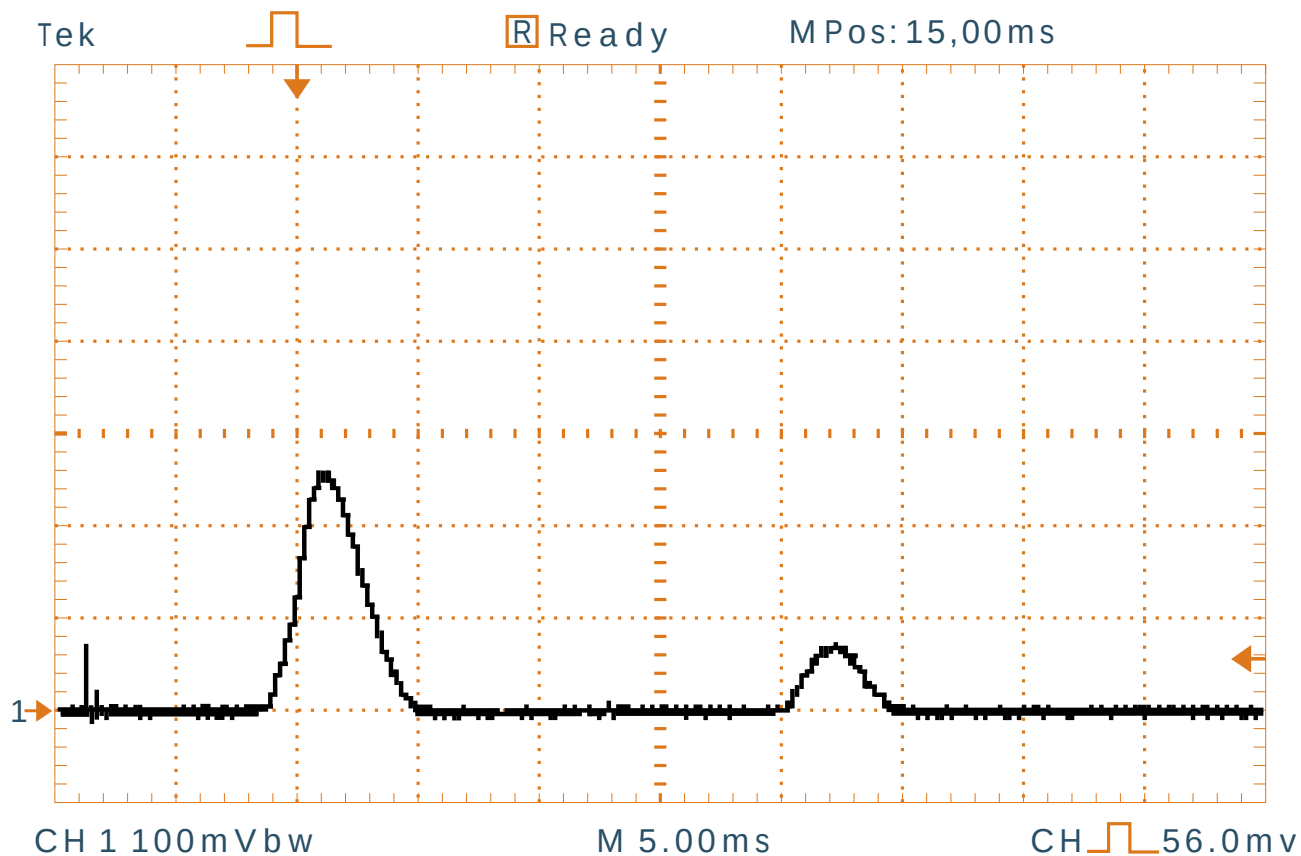


Figura 1.1 - Valores registrados entre 20 disparos

Escalas

Vertical: 100A pico/div

Horizontal: 5ms/div



(a) disparo 1; 230Apico

$P_{nom} = 5kVA$

$V_{nom} = 230Vca$

$I_{nom} = P_{nom} / V_{nom} = 21.74 Arms$

$I_{nom\ pico} = 30.74 Apico$

$I_{inserción} = 320 Apico$

$I_{inserción} / I_{nom\ pico} = 10.4 veces$



Gran Capacidad de Sobrecarga

Gran Capacidad de Sobrecarga



Los transformadores analizados deben tener una gran capacidad de sobrecarga aún durante prolongados lapsos de tiempo, “característica ésta muy importante en redes IT para salas del Grupo 2, ya que en todo momento se debe priorizar y garantizar la continuidad prestación del servicio de energía eléctrica aún en condiciones anómalas”.

Para lograr este objetivo el transformador deberá estar construido con aislaciones clase H y proyectado con una “muy baja sobre elevación térmica para condiciones normales”, de manera tal que en condición de sobrecarga, las temperaturas alcanzadas por los bobinados no superen las máximas admitidas para la clase térmica citada, “125°C de sobre elevación térmica sobre un ambiente de 40°C según la IEC61558”.



Lograr este objetivo lleva a “disponer el transformador sobre un núcleo a dos columnas e incorporar canales de ventilación entre bobinados para aumentar la superficie de disipación térmica del mismo”, mientras que la elección de un número de espiras reducido y baja densidad de corriente en los bobinados, disminuye la potencia disipada por el conjunto logrando de este modo reducir la sobre elevación térmica.

Las curvas de la Fig.2, muestran el calentamiento de un transformador de 5kVA a dos columnas, para distintas condiciones de carga (a potencia nominal y con un 30 y 50% de sobrecarga). Es de notar que a potencia nominal el transformador ensayado presenta una DT de 63°C, y que aún con un 50% de sobre carga, la máxima sobre elevación térmica alcanzada por los bobinados es de 116°C, valor que no sobrepasa el límite de 125°C definido por la norma IEC para la clase H.

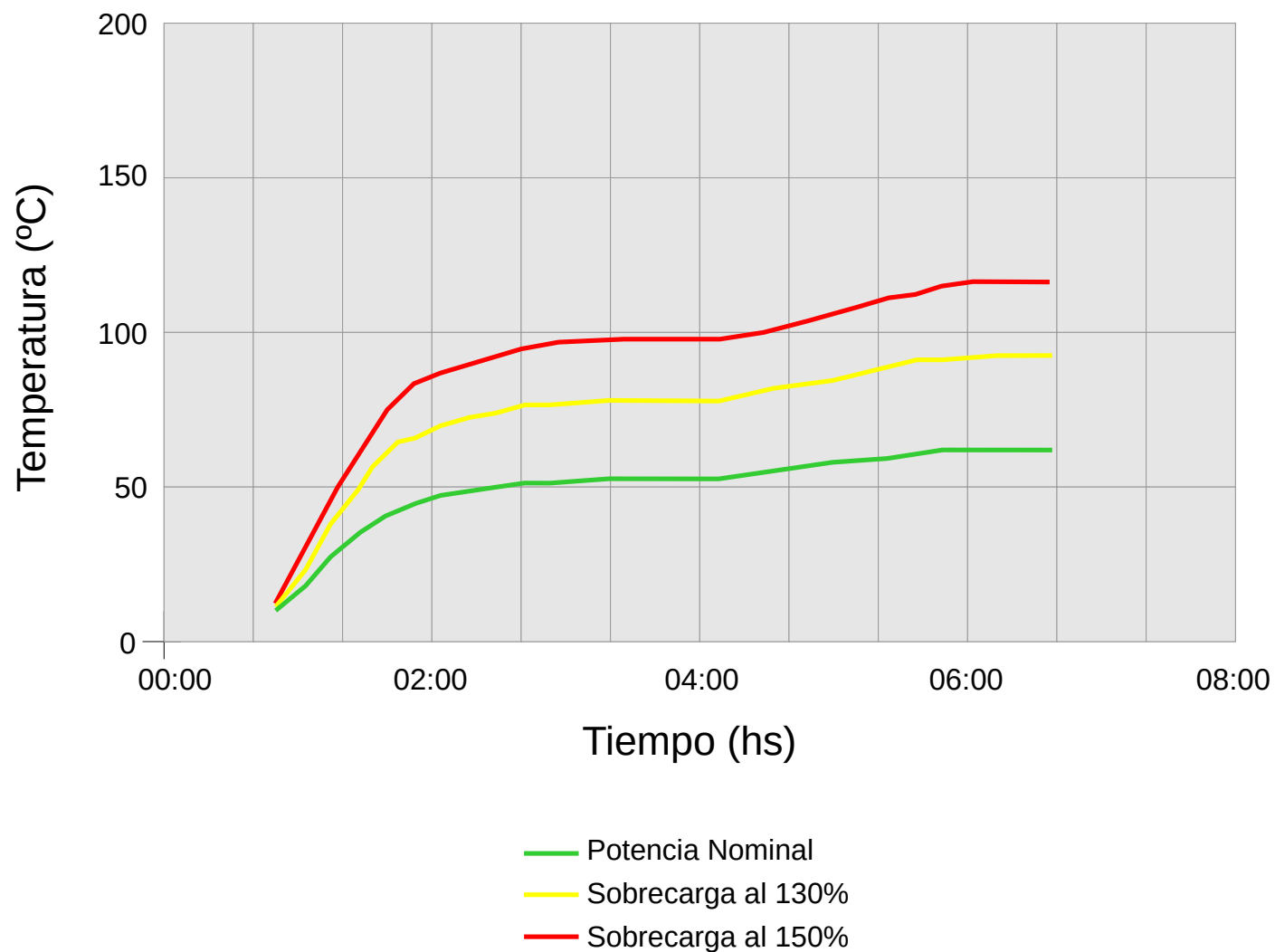




Figura 2 - Curvas de Calentamiento

Curvas de calentamiento de un transformador de 5KVA
Relación 230/230Vca (dos columnas).

Las temperaturas del eje Y representan las sobre-elevaciones
térmicas alcanzadas en régimen



Elementos del tablero - Transformador - Características

SERVELEC SRL SISTEMAS DE ENERGIA		PLAN DE CONTROL PRODUCTO: Transformador Tipo Seco						
PROCESO	MAQUINA / HERRAMENTAL	CARACTERÍSTICAS						
		PROCESO	PRODUCTO	TIPO	ESPECIFICACIÓN	MEDIO Y TECNICA DE MEDICIÓN	TAMAÑO	FRECUENCIA
Bobinado	Bobinadora	--	Nº de vueltas	C	Hoja de ruta	Cuenta vueltas	1	100
		--	Øint - Øext ⁽¹⁾ / AixApb/Ae ⁽²⁾	--	Hoja de ruta	Cinta métrica *	1	100
		--	Long. bobina	--	Hoja de ruta	Cinta métrica *	1	100
Armado de núcleo	--	--	L	--	Hoja de ruta	Cinta métrica *	1	100
		--	M	--	Hoja de ruta	Cinta métrica *	1	100
		--	Ø(1) / A x Ae(2)	--	Hoja de ruta	Cinta métrica *	1	100

SERVELEC SRL SISTEMAS DE ENERGIA		ENSAYOS DE RUTINA TRANSFORMADOR MONOFASICO AISLACION SECA Según Norma IEC 61558-2-15		R.11 00 26.A Nº 3747	
Cliente : OBRASCON HUARTE LAIN SA		Código : TTSA5KM-H		Año fabricación : 2013	
Transformador		Arrollamiento Primario		Arrollamiento Secundario	
Nº de serie :	3345900	Potencia nom. :	5 kVA	Potencia nom. :	5 kVA
Servicio :	Permanente	Tensión nom. :	230 V	Tensión nom. :	230 V
Refrigeración :	AN	Conmutador :	NO	Conmutador :	NO
Grupo vectorial :	li0	Intensidad nom. :	21,7391 A	Intensidad nom. :	21,7391 A
Aislación clase :	H	Tens. Aislación :	3 kV	Tens. Aislación :	3 kV

I VALORES GARANTIZADOS					
Temperatura de referencia : 75 °C	Pérdidas en vacío W	Pérdidas en cortocircuito W	Tensión de cortocircuito %	Corriente de vacío %	Pérdida total W
Valor garantizado	25	150	3	3,0	175
Tolerancia	15%	15%	-	-	15%
Valor medido	23,1	134,8	2,91	0,92	157,9
Desviación	-8%	-10%	-3%	-69%	-10%

II RELACION DE TRANSFORMACION					
Posición del conmutador	PRI V	SEC V	Kt teórica	Fase U	
				Kt med.	error
1	230	230	1,000	1,000	0,00%
2					
3					
4					

(1) Bobin
(2) Bobin
(3) Trans
(4) Trans

Proceso de Fabricación Controlado



El proceso de fabricación de estos transformadores debe contemplar un cuidadoso armado de su parte activa (núcleo + bobinas), como así también la impregnación del conjunto con barnices clase H y su posterior horneado en condiciones controladas para el óptimo secado y curado del mismo. Esto permite garantizar el cumplimiento de los requisitos de baja rumorosidad (menor a 40dB) y elevada rigidez dieléctrica (mayor a 3kVca).

El uso de prensayugos de sujeción aislados y con tratamiento anticorrosivo, bornes de carril con conexión a tornillo, bulón para toma de tierra con aterrado del núcleo y marcado según Norma, define un transformador adecuado para su utilización en locales de uso médico.



Monitor de Aislación



Monitor de Aislación



El tercer componente para la formación de una red IT hospitalaria será el monitor de aislamiento. Este dispositivo debe monitorear permanentemente el estado de las aislaciones de la red IT dando una señal de alarma cuando la misma se deteriora.

La presentación de estos valores se realiza según el tipo y modelo del monitor, ya sea como el valor de la impedancia de pérdida total de la instalación en kOhms ó como el valor de la corriente probable de fuga en mA. Las normas hospitalarias definen estos valores mínimos a ser respetados, 50 a 110kOhms en el primer caso y 2 a 5 mA en el segundo caso⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Ya sean instalaciones nuevas ó instalaciones existentes.





El monitoreo permanente de los valores es indispensable en las salas del grupo 2, ya que una disminución paulatina en el valor de la impedancia de pérdida como un aumento en la corriente probable de fuga, indicaría que se está produciendo un deterioro en las aislaciones de la instalación eléctrica del recinto ó en los aparatos conectados a ella, elevando de esta manera la posibilidad de aparición de situaciones de microshock ó de macroshock eléctrico, tanto para el paciente como para el personal médico.

Además una puesta a tierra de uno de los conductores de la red aislada conocida como primer fallo a tierra, colocará la instalación en la condición de línea no aislada y como tal, de producirse una nueva puesta a tierra del otro conductor de la instalación (segunda falla a tierra) producirá la actuación de las protecciones contra cortocircuito, dando como resultado la interrupción del suministro de corriente eléctrica al recinto. Esta condición es sumamente peligrosa, ya que implicará la parada de las máquinas de mantenimiento de vida a las que puede estar conectado el paciente.



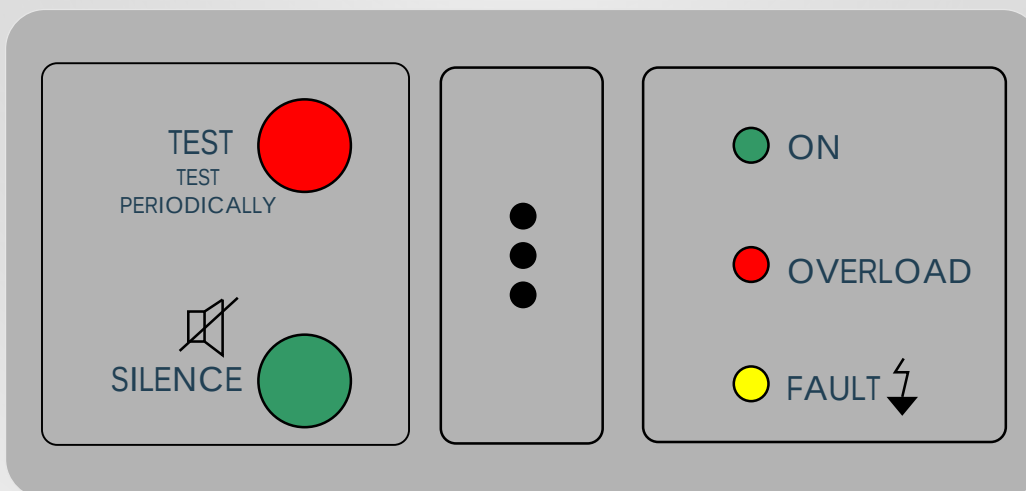


El monitor de aislación debe verificar en todo momento el estado de carga del transformador de aislación. Si bien los transformadores para estas redes son máquinas de alta confiabilidad y de gran capacidad de sobrecarga, la permanencia en el tiempo de una situación de este tipo, trae aparejado el incremento de la temperatura del aparato produciendo una disminución del tiempo de vida de la máquina como el incremento de la posibilidad de falla de sus aislaciones. La presentación de este valor de sobrecarga se realiza según el tipo y modelo del monitor; ya sea mediante la medición de la temperatura interna de los bobinados como del valor de la corriente de carga del sistema, o en el mejor de los casos, con la presentación de ambos valores.





El monitor de aislación se complementa con su repetidor remoto. Este dispositivo está conectado permanentemente al monitor y exhibe de manera simplificada los parámetros medidos por éste dando una señal de alarma acústica y lumínica ante el surgimiento de una falla. La señal acústica podrá ser silenciada mientras que la lumínica no, esta debe permanecer encendida hasta tanto se haya solucionado la causa que dispara la alarma. Si se trata de una línea aislada para quirófano, el repetidor remoto debe estar ubicado dentro de esta sala, si se trata de una línea para UTI ó UCI el repetidor estará ubicado dentro del Office de Enfermería.



Protecciones



Protecciones



Finalmente para la formación de una red IT hospitalaria serán necesarios los dispositivos de mando, control y protección de sobretensiones, los que deben ser seleccionados de manera tal de impedir que sus actuaciones provoquen un daño mayor frente al que se quiere evitar. La selectividad de las protecciones deberá ser calculada y verificada tanto en el valor de las corrientes nominales de los dispositivos como así también con respecto a sus curvas de actuación. El interruptor de cabecera será magnético con curva de actuación tipo D (10 a 12 I_{nom}), el interruptor de conexión del protector de sobretensiones será termomagnético con curva de actuación tipo C (8 a 10 I_{nom}) y los interruptores de las líneas de salida de la red aislada serán termomagnéticos con curva de actuación tipo B (3 a 5 I_{nom}).





Como se pone de manifiesto, los componentes de una red aislada hospitalaria IT deben ser cuidadosamente seleccionados y calculados ya que constituyen una unidad de altas prestaciones y que por lo tanto debe ser verificada y ensayada según exigentes procedimientos definidos en las Normas específicas ⁽²⁾.

Si los elementos básicos antes citados confluyen físicamente en un tablero eléctrico y éste se presenta debidamente ensayado y protocolizado, estaremos frente a una solución integral que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas definidas para el mismo.

⁽²⁾ AEA90364-Sección 710. IEC60439-1



Recomendaciones de Uso



Fotografía Gentileza de IMED Levante

Recomendaciones de Uso



Quirófanos

Se debe colocar un tablero de 5 kVA por cada quirófano como medida estándar.

Terapia Intensiva

Se recomienda colocar un tablero de 5 kVA cada 4 camas.

Asimismo se debe alimentar cada cama desde dos tableros distintos en los casos que sea posible.

Sala de Diálisis

Se calcula un tablero de 8 kVA por cada 4 máquina de diálisis.



Ensayo de Laboratorio

Ensayos de Laboratorio



Los ensayos realizados sobre un tablero deberán incluir al menos lo siguiente:

- Ensayos de RIGIDÉZ DIELECTRICA que incluirán; medición de resistencia de aislación y ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial.
- Configuración y parametrización del monitor de aislación
- Verificación de la actuación de las alarmas del monitor de aislación; baja resistencia de aislación ó corriente de fuga elevada, alta temperatura del transformador y corriente de carga del transformador fuera de rango.
- Verificación de las señalizaciones luminosas y acústica del repetidor y de los pulsadores de prueba y silenciamiento.
- Verificación por inspección de la selectividad de los dispositivos de mando y protección.
- Ensayo del funcionamiento general del tablero energizado



Tablero de Aislación para Instalaciones Hospita

CLIENTE	CODIGO	LOTE
COMPAÑÍA INTEGRADORA	TAH-5KM-220-E	3 UNIDADES

Designación	Tablero	Potencia nominal	5 kVA	Acor
Tipo	Hospitalario	Frecuencia nominal	60 Hz	Dimen
Servicio	continuo	Tensión primaria asignada	220 Vca	Dimens
Refrigeración	AN	Tensión secundaria asignada	115 Vca	No
Grado de protección	IP21	Circuitos de salida	8X20A-C 2X16A-C	

INSPECCIÓN VISUAL

Verificación por inspección de la selectividad de los dispositivos de mando y pr

Número de Serie	Itg 40 A 20 kA curva D	Itpst 20A 6kA curva C	Itmon 10A 4,5kA curva C	Itc9.../Itc10... 16A 10kA curva C	Itc1... 1 cu
31397-01	OK	OK	OK	OK	
31397-02	OK	OK	OK	OK	
31397-03	OK	OK	OK	OK	
-	--	-	-	-	
-	--	-	-	-	



INSTITUTO ARGENTINO
DE NORMALIZACIÓN
Y CERTIFICACIÓN

IRAM certifica que:

SERVELEC S.R.L.

Roma 1358 - (5004) - Pcia. de Córdoba
Cochabamba 1546 - (5004) - Pcia. de Córdoba

posee un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con los requisitos de la norma:

IRAM - ISO 9001:2008

Cuyo alcance es:

Diseño, producción y comercialización de transformadores secos y en aceite, rectificadores, fuentes de alimentación y sistema de alimentación especiales.

Certificado de Registro N°: 9000-2689

Vigencia

Desde: 2011-11-15

Hasta: 2014-11-15



SISTEMAS
DE GESTIÓN

Este certificado es válido siempre que la organización mantenga en operación, en condiciones satisfactorias, su Sistema de Gestión de la Calidad.

SERVELEC ^{SRL}
SISTEMAS DE ENERGÍA

Roma 1358 B° Pueyrredón (CP: X5004BBJ)

Córdoba - Argentina

Te.: +54 (351) 451 0009 / +54 (351) 452 2146

Mail: comercial@servelec.com.ar

Web: www.servelec.com.ar