



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA:

**“ESTUDIO DE UN ACOPLAMIENTO ELÉCTRICO EXTERIOR PARA MAQUINA
LAVADORA DE PISOS KARCHER BR/BD 45/40 C”.**

AUTOR:

EDISON IGNACIO CABEZAS ESPINOZA.

TUTOR:

ING. KLÉBER CORONEL PINEDA, Mg. A.P.

Diciembre - 2016
Manta - Ecuador

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este trabajo de titulación, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de este trabajo corresponderá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”.

.....
Édison Cabezas Espinoza.

CI. 060382964-9

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haber permitido que todos los eventos de mi vida se den en el tiempo y espacio conciso, permitiendo así educar mi mente desde el inicial hasta nuestros días que culmino una carrera universitaria en esta gloriosa universidad. A mi familia por ser el pilar fundamental en el proceso de formación desde los primeros días de vida, desde los primeros peldaños de la educación; a mi hija por ser mi inspiración para el desarrollo de este trabajo de titulación, a mis compañeros de trabajo, amigos que día a día ayudaron de una u otra manera a que asista a las aulas del saber, y a todos aquellos que contribuyeron con la formación profesional de este humilde servidor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por confiar en mi persona y acompañarme incondicionalmente en todos los senderos que la vida ha puesto en mi trayectoria. A mi hija que ha sido la inspiración absoluta de la adquisición de conocimientos, a mis compañeros de trabajo por tener paciencia y ayudarme con la carga laboral que el campo lo exige.

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	v
CAPITULO 1.....	2
1.0 Tema de investigación.....	2
1.1 Justificación.....	2
1.2 Delimitación espacio-temporal.....	3
1.3 Problema de investigación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
CAPITULO 2.....	5
2.0 Marco teórico.....	6
2.1 Definición de hangar.....	6
2.2 Tipos de hangares.....	6
2.1 Tipos de pisos para hangares.....	7
2.2 Piso tipo poliuretano.....	8
2.3 Piso tipo epóxicos.....	8
2.4 Hangares de la estación aeronaval de Manta.....	9
CAPITULO 3.....	10
3.0 Descripción de la lavadora de pisos.....	11
3.1 Lavadora de pisos “karcher br/bd 45/40 c”.....	11
3.1 Especificaciones técnicas.....	13
3.2 Fuente de alimentación de la lavadora.....	13
3.3 Motores de corriente continua que usa la lavadora.....	15
3.4 Arranque de Motores de Corriente Directa.....	17
3.5 Tolerancia o desviación de voltaje en motores DC.....	18
CAPITULO 4.....	19
4.1 Elementos que remplazan las baterías en la lavadora.....	19
4.2 Cables eléctricos de uso rudo.....	19
4.2.1 Ventajas.....	20
4.3 Varistor.....	21
4.3.1 Aplicaciones de los varistores.....	22
4.3.2 Respuesta del varistor frente a la tensión.....	22
4.4 Diodo rectificador de potencia.....	23
4.5 Capacitor electrolítico.....	25
4.6 Transformador eléctrico.....	26
4.7 La relación de transformación del transformador eléctrico es:.....	27
CAPITULO 5.....	28
5.1 Implementación del trabajo.....	28
5.2 Enchufe.....	28
5.3 Extensión eléctrica.....	29
5.4 Corta circuitos.....	30

5.5	Fuente de alimentación	31
5.5.1	Etapa de protección contra picos de voltaje.....	32
5.5.2	Etapa de disminución de tensión	32
5.5.3	Etapa de rectificación.....	35
5.5.4	Etapa de filtración.....	38
5.6	Diagrama de cableado del circuito de alimentación	43
5.7	Ventajas de la corriente directa rectificada.....	44
5.8	Desventajas de la corriente directa.	44
CAPITULO 6.....		46
6.1	Conclusiones	46
6.2	Recomendaciones	47
6.3	Anexos	48
6.3.1	Anexo A Anteproyecto	48
6.3.2	Anexo B Hoja de datos técnicos del diodo de potencia.....	48
6.3.3	Anexo C Hoja de datos técnicos del Varistor	48
6.3.4	Anexo D.....	48
Bibliografía		49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Estadística de horas hombre	2
Tabla 2: Ventajas de la lavadora.....	12
Tabla 3: Modelos de baterías secas.....	15
Tabla 4: Cables de uso rudo.....	19
Tabla 5: Tabla de cordones extra rudo tipo SO 600 V	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hangar con piso tipo epóxico.....	9
Figura 2: Lavadora de pisos.....	11
Figura 3: Batería de la lavadora de pisos.....	14
Figura 4: Curva característica de funcionamiento de un motor shunt.....	17
Figura 5: Motor de la lavadora de pisos.....	18
Figura 6: Tipos de varistores.....	21
Figura 7: Gráfica tensión/corriente (U/I).....	22
Figura 8: Aplicación del varistor.....	23
Figura 9: Diodo de potencia.....	23
Figura 10: Característica I/V de un diodo semiconductor.....	24
Figura 11: Capacitor electrolítico.....	26
Figura 12: Transformador eléctrico.....	27
Figura 13: Enchufe.....	29
Figura 14: Cable Extra rudo.....	30
Figura 15: Corta circuitos.....	31
Figura 16: Protección fusible varistor.....	32
Figura 17: Transformador simulado en proteus.....	35
FIGURA 18: Grafica I-V del diodo.....	36
Figura 19: Puente de diodos simulado en proteus.....	37
Figura 20: Señal en proceso de rectificación.....	38
Figura 21: Señal continua sin carga.....	41
Figura 22: Señal continúa con carga.....	42
Figura 23: Diagrama del circuito completo.....	43

INTRODUCCIÓN

Las exigencias del mundo contemporáneo es la industrialización (civilización industrial), el proceso de industrialización representa el aspecto más dinámico del fenómeno del desarrollo. Por este carácter dinámico y la capacidad de transformación estructural, los países en desarrollo ven en la industrialización la piedra angular sobre la cual asentar su desarrollo económico y social. La expansión industrial a nivel mundial, alterado profundamente los sistemas sociales, creando nuevos bienes, diversificando los patrones de consumo, introduciendo nuevas necesidades, alterando las estructuras económicas, sociales y políticas. Una de las necesidades creadas por la industrialización son los campos de operación dentro de las empresas (hangares, plataformas, bodegas, hornos, cuartos de control etc.) y para el buen funcionamiento de los procesos que se realiza dentro de estos campos es necesario el mantenimiento de estas áreas tanto de la parte estructural como de sus pisos.

De acuerdo al proceso que se realiza dentro de los campos es el tipo de piso adecuado para el mismo, por esta razón existen una gran variedad como: piso resistente al agua, superficies brillantes, pisos resistentes álcalis etc. Para conservar estas superficies se lo debe realizar un mantenimiento adecuado es decir una limpieza adecuada. Gracias al avance de la tecnología y el desarrollo industrial paralelo se han creado máquinas industriales que ayudan con esta labor de limpieza. Pero estas máquinas también requieren mantenimiento para una buena operación y su óptimo funcionamiento, para esto se necesita una buena alimentación de poder eléctrico, normalmente vienen con energía química es decir con baterías, que de hecho tiene un alto costo su adquisición. También se lo puede hacer la alimentación mediante un acoplamiento eléctrico con una rectificación de corriente alterna a corriente continua, lo cual abaratará el costo del mantenimiento.

CAPITULO 1

1.0 Tema de investigación

Estudio de un acoplamiento eléctrico exterior para maquina lavadora de pisos karcher BR/BD 45/40 C

1.1 Justificación

El desarrollo de este trabajo técnico permitirá que la labor de limpieza en dichos hangares se lo realice de una manera eficiente es decir, mucho más rápida que de la manera manual que actualmente lo realizan, así se reducirá a un 17% del recurso humano utilizado para realizar esta labor de manera anteriormente expuesta. Además contribuirá con el ahorro al ESTADO ECUATORIANO como indica la siguiente tabla:

	Sueldo promedio USD	Valor hora hombre USD	Número de hombres	Valor de cada limpieza USD	Número de limpiezas semanales	Número de limpiezas anuales	Valor de limpieza anual USD
Limpieza manual	1250	7.1	12	85.2	3	156	13291.2
Limpieza con maquina	1250	7.1	2	14.2	3	156	2215.2
Ahorro anual							11076

Tabla 1 Estadística de horas hombre

El ahorro anual seria como indica la última fila de la tabla, sin tomar en cuenta el ahorro en medicina y en horas hombre que se da, al evitar que la persona que

lo realiza ese trabajo lo haga en una mala posición de columna y eso conlleva a que se tenga personal enfermo por causa de esta situación.

1.2 Delimitación espacio-temporal

En esta investigación se realizará el remplazo de la alimentación de la máquina lavadora de pisos karcher BR/BD 45/40 C, se lo remplazará las dos baterías que tienen una capacidad de: 12 voltios/92 Ah/1.8Vpc/20°C conectadas en serie, por una fuente de alimentación de potencia con una capacidad de carga de 2000 vatios a 24 voltios que será suficiente para cubrir la carga de los dos motores que posee esta máquina, uno de aspiración y el otro de barrido.

Esta investigación se lo realizará en las instalaciones de la Estación Aeronaval de Manta ubicada junto al aeropuerto internacional Eloy Alfaro, en los hangares de mantenimiento de las aeronaves donde reposa la máquina antes mencionada.

Este proyecto se lo puede implementar cuando la empresa lo requiera ya que los estudios, diagramas del remplazo del poder eléctrico para la máquina antes mencionada se integrarán más adelante en este trabajo.

1.3 Problema de investigación

En los últimos años ha sido evidente que el presupuesto del Estado Ecuatoriano ha disminuido y uno de los factores primordiales es la caída del precio del petróleo, por lo cual también el presupuesto en las entidades públicas han disminuido afectando así las operaciones normales dentro de las mismas; producto de aquello quedan máquinas fuera de servicio porque no hay dinero para su mantenimiento, y la labor que lo realizaban, hoy en día se lo hace de una forma manual regresando en el tiempo en el campo tecnológico.

La posición que adoptan los técnicos de mantenimiento al realizar la limpieza de los hangares de la Estación Aeronaval de Manta de una forma manual, ha traído consecuencias en la salud de los mismos; además la cantidad de horas hombre que se usan para el trabajo antes mencionado ha incrementado en un 500% con relación al mismo trabajo de manera tecnificada.

Para realizar el trabajo de una forma tecnificada se usa una lavadora de pisos karcher BR/BD 45/40 C, la cual se encuentra fuera de servicio porque la baterías están inoperativas y la adquisición de éstas resulta sumamente oneroso

En esta máquina, de acuerdo al testimonio de los técnicos operarios la carga de las baterías se lo realiza en 48 horas, pero su duración con la máquina operando es de menos de 10 minutos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Reducir gastos al ESTADO ECUATORIANO mejorando el área de trabajo a los técnicos mecánicos, electrónicos y electricistas, facilitando la limpieza con el ACOPLAMIENTO ELECTRICO EXTERIOR A LA LAVADORA DE PISOS KARCHER BR/BD 45/40 C.

1.4.2 Objetivos específicos

- Reemplazar la corriente continua que provee las baterías, por corriente continua rectificada desde las líneas externas.
- Realizar los cálculos de consumo energético de la máquina a plena carga; es decir, con todas las funciones que posee y a la misma vez.
- Diseñar la tarjeta de rectificación para la potencia necesaria. Tomando en cuenta que hay que reducir el rizo al mínimo para que la corriente se asemeje a la corriente suministrada por las baterías, con esto se reduce la vibración y el trabajo es más homogéneo.
- Adaptar una extensión flexible y con una medida que cubra todas las áreas desde los puntos de tomacorriente ya existentes en los hangares.

CAPITULO 2

2.0 Marco teórico

2.1 Definición de hangar

El **Hangar** es un lugar utilizado para guardar aeronaves, generalmente de grandes y pequeñas dimensiones, que se encuentran situados generalmente en los aeródromos.

Los hangares de mantenimiento suelen disponer de un conjunto de puentes grúa y/o de plataformas telescópicas capaces de recorrer toda la superficie del hangar. Estos elementos se instalan suspendiéndose de la estructura, transmitiendo la carga a la misma. Además de la estructura, grandes luces y de las grandes puertas, suelen llevar complejas instalaciones de protección contra incendios, **acabados de superficie de suelo especiales**, potentes sistemas de iluminación, etc.

2.2 Tipos de hangares

Tipo 1 – Hangar simple. Hasta 60 m de anchura: Los edificios con estructura porticada simple de acero son ideales para hangares pequeños de hasta 30 m de ancho. Los arcos atirantados se pueden desplegar hasta 85 m. Los arcos de varios tramos y con puntuales pueden alcanzar cualquier anchura.

Tipo 2 – Hangar a dos aguas. Entre 30 y 100 m. de ancho: Hangares sencillos y económicos para aviones como el Boeing 747/ Airbus A380. Estructura empernada adecuada para instalaciones en todo el mundo.

Tipo 3 – Hangar atirantado radial Archspan: Las estructuras atirantadas radiales permiten construir hangares con anchuras de 200 m. o más para los aviones de mayor tamaño.

Tipo 4 – Hangar de tipo guante: Los hangares de tipo “guante” permiten conseguir pequeños ahorros en la estructura, ya que su anchura y sus puertas están adaptadas a un tipo concreto de avión y se reduce el tamaño de la parte delantera del hangar para el morro/fuselaje. Son un poco más baratos de calentar o enfriar y los impuestos por el terreno pueden ser más bajos, pero reducen la flexibilidad de uso.

Tipo 5- Hangar de cubierta inclinada: La cubierta inclinada puede ser una solución rentable en el caso de hangares anchos y muy cortos.

Tipo 6 – Hangar en voladizo: Los hangares en voladizo son ideales para ampliaciones futuras. Pueden ser tan largos como se desee (hasta 1 kilómetro), pero en la parte de atrás tiene que haber una zona bastante grande de talleres/oficinas que funcione como contrapeso.

Tipo 7 – Hangares en V: Los hangares en V deben tener pistas de estacionamiento en ambos lados. Se puede construir como Tipo 5 o Tipo 6. En el caso del tipo 6, se consigue un diseño muy eficiente.¹

2.1 Tipos de pisos para hangares

El piso es el recubrimiento de la superficie de concreto dentro de la estructura del hangar, esto reduce el grado de degradación del mismo. Las razones por las cuales se aplican recubrimientos son los siguientes:

Reducir la formación de polvo

¹ <https://aeropuertos1.wordpress.com/2014/12/03/hangares-para-aviones/>

Hacer que la superficie sea más fácil de limpiar o descontaminar

Seguridad

Evitar la penetración de aceites y grasas

Mejorar resistencia mecánica

Decoración

2.2 Piso tipo poliuretano

Estos pisos son usados para suelos deportivos interiores, están compuestos por una gama de revestimientos de poliuretano de alta calidad diseñados para la realización de gimnasios y salas polivalentes o polideportivas de interior. Tienen características significativas de elasticidad, flexibilidad, seguridad y comodidad.

2.3 Piso tipo epóxicos

Estas son áreas donde las características de los recubrimientos epóxicos son especialmente adecuados para hangares de mantenimiento técnico en el campo de aviación, debido a su elevada resistencia a las gasolinas, grasas y aceites que entran en contacto con el piso. Este es de fácil mantenimiento, excelente resistencia contra manchas y químicos, superficie antideslizante y acabado duradero.



Figura 1: Hangar con piso tipo epóxico

2.4 Hangares de la estación aeronaval de Manta

Los hangares de la Estación Aeronaval de Manta tienen las siguientes características:

1. Hangar de cubierta inclinada
2. Piso tipo epóxicos
3. Altura 15 metros
4. Ancho 30 metros
5. Profundidad 50 metros
6. Área total 1500m²
7. Área con piso epóxico 1056m²

El área con piso epóxico es la de mayor operatividad, la limpieza de la misma se lo realiza con una maquina lavadora de pisos “karcher BR/BD 45/40 C”.

CAPITULO 3

3.0 Descripción de la lavadora de pisos.

3.1 Lavadora de pisos “karcher br/bd 45/40 c”



Figura 2: Lavadora de pisos

VENTAJAS DE LA LAVADORA DE PISOS	
Fácil manejo	<ul style="list-style-type: none"> • Este equipo es fácilmente comprensible gracias a los símbolos autoexplicativos y a un panel de control de gran claridad, que aumentan la productividad. • Rápida puesta en marcha y manejo sencillo gracias al uso de un único mando. • La menor cantidad de controles facilita el manejo de la máquina.
Cajón para la suciedad integrado	<ul style="list-style-type: none"> • Frota y recoge la suciedad en una única operación, evitando así que las partículas boqueen el labio de aspiración o disminuyan el rendimiento de los bordes de goma. • Al activarse la función de barrido, los rodillos de alta velocidad de giro recogen la suciedad, y esta se deposita en el cajón integrado en su cabezal. • Ahorra tiempo, ya que el barrido previo se hace innecesario la mayoría de las veces.
Fácil mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • El tubo distribuidor del agua es perfectamente accesible desde fuera, por lo que se puede limpiar con toda facilidad. • La gran abertura del depósito de agua sucia y su superficie lisa facilitan extraordinariamente la limpieza del mismo. • Los rodillos se pueden cambiar en apenas unos segundos.
Dosificación exacta	<ul style="list-style-type: none"> • Incorpora el sistema de dosificación inteligente de detergentes (Dose). • Dose añade el detergente seleccionado directamente en el cabezal de cepillos, ofreciendo una dosificación de gran exactitud con una concentración de hasta un 3 %. • La concentración o el tipo de detergente se pueden cambiar sin necesidad de vaciar el depósito de agua limpia.

Tabla 2: Ventajas de la lavadora

3.1 Especificaciones técnicas

Ancho útil de los cepillos (mm)	450	
Ancho útil al aspirar (mm)	850	
Depósito de agua limpia/sucia (l)	40 / 40	2
Máx. rendimiento de superficie (m ² /h)	1800	
Rendimiento de superficie efectivo (m ² /h)	1350	
Velocidad de rotación de cepillos (r.p.m.)	1250	
Presión de apriete de cepillos (g/cm ²)	220	
Potencia absorbida (W)	Máx. 1200	
Peso (kg)	80	
Dimensiones (la. × an. × al.) (mm)	1155 x 645 x 1115	
Batería (V)	24	
Tensión de la batería (V)	24	
Capacidad de la batería (Ah)	70	

3.2 Fuente de alimentación de la lavadora

PowerSafe **Baterías estacionarias** **VRLA**

Las baterías estacionarias se caracterizan principalmente porque pueden almacenar grandes cantidades de energía y la suministran a una potencia constante. Normalmente son usadas en aplicaciones solares que tal y como indica su nombre no se mueven del sitio donde están instaladas.

² <https://www.kaercher.com/ec/profesional/fregadoras-fregadoras-aspiradoras/fregadoras/fregadoras-con-acompanante/br-45-40-c-bp-15331040.html>

Las baterías VRLA o de electrolito inmobilizado para uso estacionario se cargan con un solo valor de tensión, normalmente, 2,27V. Cuando la aplicación es de ciclado, la carga se puede realizar con las mismas tensiones ya mencionadas para baterías de electrolito líquido.



Figura 3: Batería de la lavadora de pisos

Las baterías de electrolito inmobilizado (absorbido o gelificado), llamadas también VRLA o selladas, no pueden instalarse en lugares que no tengan alguna ventilación. Si bien se trata de productos cuya liberación de gases es muy pequeña (la recombinación de los mismos en el interior de la batería es superior al 99%), lo cierto es que no están 100% sellados. En lugar de tapones

encontramos válvulas (cuya apertura es a una presión, aproximada, de 4 psi) porque el fabricante ha previsto que, bajo ciertas condiciones, si se produce un exceso de gasificación interna que no se recombina, la misma sea liberada a través de ellas. Y, en tal caso, no puede permitirse su acumulación en el interior de una habitación o compartimento cerrado y sin ventilación.

Modelo	Tipo GEL AGM VRLA	AMPS hora Capacidad Ah @ 10 h	AMPS hora Capacidad Ah @ 8 h	VOLTS Tensión nominal Vn	Vida útil Ciclos 50% / Stand by use años	AMPS Corriente máxima Imax 5 s	PESO kg	TAMAÑO L * ancho * alt. en mm
12V30F	VRLA	31 Ah	31 Ah	12 V	> 12 a	A	10,8 kg	280*97*159 mm
12V38F	VRLA	38 Ah	38 Ah	12 V	> 12 a	A	12,5 kg	280*97*184 mm
12V62F	VRLA	62 Ah	62 Ah	12 V	> 12 a	A	19,7 kg	280*97*264 mm
12V92F	VRLA	92 Ah	92 Ah	12 V	> 12 a	A	28,0 kg	395*105*264 mm
12V105F	VRLA	105 Ah	107 Ah	12 V	> 12 a	A	46,0 kg	561*125*235 mm
12V125F	VRLA	125 Ah	126 Ah	12 V	> 12 a	A	56,0 kg	561*105*316 mm
12V155F	VRLA	150 Ah	155 Ah	12 V	> 12 a		57,7 kg	561*125*283 mm
12V165F	VRLA	165 Ah	165 Ah	12 V	> 12 a		67,0 kg	561*125*316 mm

Tabla 3: Modelos de baterías secas

3.3 Motores de corriente continua que usa la lavadora

Usa dos motores de corriente continua en derivación de 600 vatios, 24 VDC, uno para aspiración y el otro para barrido.

Un motor eléctrico de Corriente Continua es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

Fundamentos de operación de los motores eléctricos

En magnetismo se conoce la existencia de dos polos: polo norte (N) y polo sur (S), que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza de un imán.

Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación.

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor. Y el principio que André Ampère observó en 1820, en el que establece: que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

El movimiento giratorio de los motores de C.C. se basa en el empuje derivado de la repulsión y atracción entre polos magnéticos. Creando campos constantes convenientemente orientados en estator y rotor, se origina un par de fuerzas que obliga a que la armadura (también le llamamos así al rotor) gire buscando "como loca" la posición de equilibrio.

Motores en derivación

Es el tipo de motor de corriente continua cuya velocidad no disminuye más que ligeramente cuando el par aumenta. En los motores de corriente continua y especialmente los de velocidad prácticamente constante, como los shunt, la variación de velocidad producida cuando funciona en carga y en vacío da una base de criterio para definir sus características de funcionamiento.

Motor Shunt

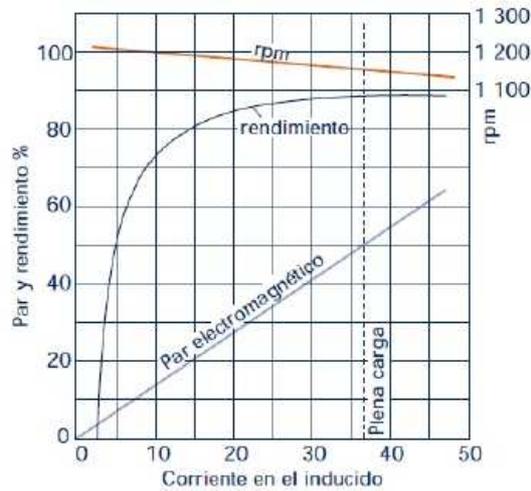


Figura 4: Curva característica de funcionamiento de un motor shunt

La caída en la velocidad desde la condición en vacío hasta la de plena carga rara vez sobrepasa el 5%; de hecho, como , el flujo magnético por polo, disminuye al aumentar la carga, debido a la reacción de la armadura, es posible que la velocidad permanezca aproximadamente constante hasta la plena carga.

3.4 Arranque de Motores de Corriente Directa

Los motores de corriente directa de pequeña capacidad se pueden arrancar al conectar directamente el motor al voltaje de línea. Los motores con capacidad nominal de 2 caballos de fuerza o más en general requieren un arrancador con voltaje reducido. El voltaje reducido para el arrancador se obtiene al emplear resistencias en serie con la armadura del motor, o bien, al hacer variar el voltaje de alimentación a la armadura.

3.5 Tolerancia o desviación de voltaje en motores DC

Cuando el motor opera a potencia nominal es recomendable que la tensión del motor sea muy cercana al valor de la tensión nominal con una desviación máxima del 5%. A pesar que los motores con Normas NEMA están diseñados para operar con una desviación máxima de 10% el voltaje nominal, las variaciones de tensión afectan significativamente la eficiencia, el factor de potencia y el tiempo de vida útil del motor.



Figura 5: Motor de la lavadora de pisos

CAPITULO 4

4.1 Elementos que remplazan las baterías en la lavadora

4.2 Cables eléctricos de uso rudo

Cable de cobre suave en construcción flexible, con aislamiento individual termofijo de etileno propileno (EPR), e identificados por color de acuerdo a código (ver tabla 1), rellenos para dar sección circular y cubierta exterior termofija de polietileno clorado (CPE).

Características:

- ✓ Los cordones flexibles uso rudo tipo SJO, pueden operarse a una tensión máxima de 300 V,
- ✓ Su temperatura máxima de operación es de 90°C y se fabrican en cableado clase K, en calibres de: 0,824 a 5,260 mm² (18 a 10 AWG).
- ✓ Los cordones flexibles uso extra rudo tipo SO, pueden operarse a una tensión máxima de 600V,
- ✓ Su temperatura máxima de operación es de 90°C y se fabrican en cableado clase K, en calibres de: 0,824 a 33,62 mm² (18 a 2 AWG).
- ✓ Cable con características de no propagación de la flama.
- ✓ Cubierta termofija de polietileno clorado (CPE) resistente al maltrato mecánico (desgarre y abrasión), aceites, ácidos y álcalis.
- ✓ El color de la cubierta exterior es negro

No. de conductores	Color del aislamiento
2	Negro y Blanco
3	Negro, Blanco y Verde
4	Negro, Blanco, Verde y Rojo

Tabla 4: Cables de uso rudo

CORDÓN FLEXIBLE VIAKOMR USO EXTRA RUDO TIPO SO 600 V								
Número de artículo	Número de conductores	Designación	Área nominal de la sección transversal	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de la cubierta exterior	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente**
		AWG	mm ²	mm	mm	mm	kg/100 m	Ampere
G657	2	18	0,824	0,76	1,52	8,7	8	10
K745	2	16	1,307	0,76	1,52	9,4	10	13
D836	2	14	2,082	1,14	2,03	13,0	19	18
C081	2	12	3,307	1,14	2,41	15,0	27	25
C074	2	10	5,280	1,14	2,41	16,3	35	30
G653	2	8	8,367	1,52	2,79	20,2	53	40
F194	2	6	13,30	1,52	3,18	23,8	80	55
CP33	2	4	21,15	1,52	3,56	27,8	120	70
CP34	2	2	33,62	1,52	3,94	32,1	172	95
M664	3	18	0,824	0,76	1,52	9,2	10	7
R336	3	16	1,307	0,76	1,52	9,9	13	10
U871	3	14	2,082	1,14	2,03	13,7	24	15
C083	3	12	3,307	1,14	2,41	15,8	35	20
C076	3	10	5,280	1,14	2,41	17,2	45	25

Tabla 5: Tabla de cordones extra rudo tipo SO 600 V

4.2.1 Ventajas

- ✓ Los conductores son cordones de cobre suave lo cual facilita su manejo e instalación dándoles mayor flexibilidad durante su uso.
- ✓ Gran resistencia a la abrasión, al aceite, grasas, disolventes químicos, ozono y humedad.
- ✓ Satisfacen la prueba de resistencia a la propagación de la flama FV-2 (NMX-J-192).

- ✓ Los materiales usados en estos cables los hacen apropiados para instalarse en lugares húmedos o secos.
- ✓ Tienen excelentes características eléctricas, físicas y mecánicas.

4.3 Varistor

El varistor o VDR (Voltage Dependent Resistors), es un elemento resistor dependiente de la tensión, ya que varía su resistencia de acuerdo a la tensión (voltaje) aplicada entre sus extremos. La propiedad que caracteriza a esta resistencia consiste en que cuando aumenta la tensión aplicada entre sus extremos esta rápidamente disminuye su valor óhmico. Frente a picos altos de tensión se comporta casi como un cortocircuito.



Figura 6: Tipos de varistores

Ventajas:

1. Un tiempo de respuesta de menos de 20 ns.
2. Rango amplio de voltajes, desde 15 V a 600 V.
3. Bajo consumo de corriente en reposo.

4.3.1 Aplicaciones de los varistores

Generalmente los VDR son usados como estabilizadores de tensión, como supresores de picos de tensión en redes eléctricas (transporte de energía), en telefonía, en redes de comunicación, para proteger los componentes delicados colocándolos en paralelo con estos y de esa manera evitar que se produzcan sobretensiones sobre ellos.

El varistor (VDR) sólo suprime picos transitorios; si lo sometemos a una tensión elevada constante, se quema.

4.3.2 Respuesta del varistor frente a la tensión

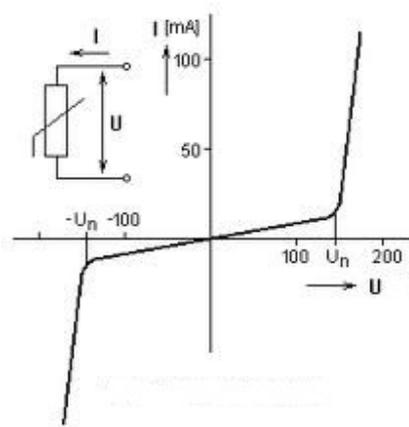


Figura 7: Gráfica tensión/corriente (U/I)

Aplicación:

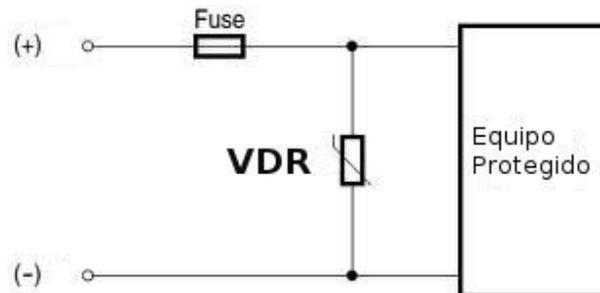


Figura 8: Aplicación del varistor

4.4 Diodo rectificador de potencia

Componente electrónico ampliamente utilizado en la electrónica de potencia. A diferencia de los diodos de baja potencia estos se caracterizan por ser capaces de soportar una alta intensidad con una pequeña caída de tensión en estado de conducción y en sentido inverso, deben ser capaces de soportar una fuerte tensión negativa de ánodo con una pequeña intensidad de fugas.

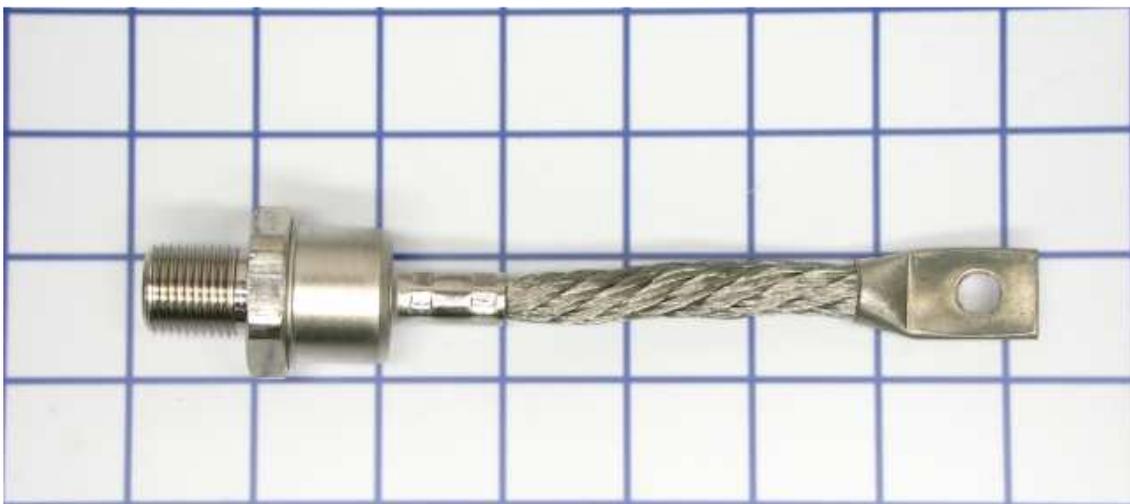


Figura 9: Diodo de potencia

Con la polarización directa los electrones portadores aumentan su velocidad y al chocar con los átomos generan calor que hará aumentar la temperatura del semiconductor. Este aumento activa la conducción en el diodo.

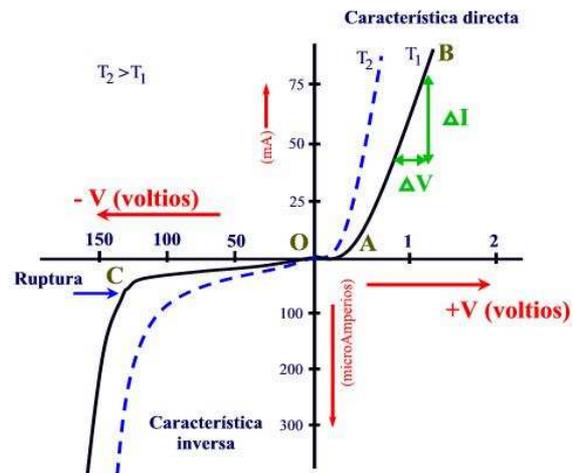


Figura 10: Característica I/V de un diodo semiconductor

- Vu tensión de umbral
- Vs tensión de saturación
- Vr Tensión de ruptura
- OA Zona de baja polarización directa, pequeña corriente
- AB Zona de conducción
- OC Corriente inversa de saturación a partir de C, zona de avalancha

A la hora de elegir un diodo para una aplicación concreta se debe cuidar que presente unas características apropiadas para dicha aplicación. Para ello, se

debe examinar cuidadosamente la hoja de especificaciones que el fabricante provee.

4.5 Capacitor electrolítico

Un condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía en forma de campo eléctrico. Está formado por dos armaduras metálicas paralelas (generalmente de aluminio) separadas por un material dieléctrico. Va a tener una serie de características tales como capacidad, tensión de trabajo, tolerancia y polaridad. Un condensador o capacitor electrolítico también conocido como filtro porque filtra, almacena y suelta de forma lenta la corriente, usa un líquido iónico conductor como una de sus placas. Típicamente con más capacidad por unidad de volumen que otros tipos de condensadores, son valiosos en circuitos eléctricos con relativa alta corriente y baja frecuencia. Este es especialmente el caso en los filtros de alimentadores de corriente, donde se usan para almacenar la carga, y moderar el voltaje de salida y las fluctuaciones de corriente en la salida rectificada. También son muy usados en los circuitos que deben conducir corriente continua pero no corriente alterna. Los condensadores electrolíticos pueden tener mucha capacitancia permitiendo la construcción de filtros de muy baja frecuencia.



Figura 11: Capacitor electrolítico

4.6 Transformador eléctrico

Los transformadores se basan en la inducción electromagnética. Al aplicar una fuerza electromotriz en el devanado primario, es decir una tensión, se origina un flujo magnético en el núcleo de hierro. Este flujo viajará desde el devanado primario hasta el secundario. Con su movimiento originará una fuerza electromagnética en el devanado secundario.

Según la Ley de Lenz, necesitamos que la corriente sea alterna para que se produzca esta variación de flujo. En el caso de corriente continua el transformador no se puede utilizar.

Un transformador es una máquina estática de corriente alterna, que permite variar alguna función de la corriente como el voltaje o la intensidad, manteniendo la frecuencia y la potencia, en el caso de un transformador ideal.

Para lograrlo, transforma la electricidad que le llega al devanado de entrada en magnetismo para volver a transformarla en electricidad, en las condiciones deseadas, en el devanado secundario.

La importancia de los transformadores, se debe a que, gracias a ellos, ha sido posible el desarrollo de la industria eléctrica. Su utilización hizo posible la realización práctica y económica del transporte de energía eléctrica a grandes distancias.

4.7 La relación de transformación del transformador eléctrico es:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = r_t$$

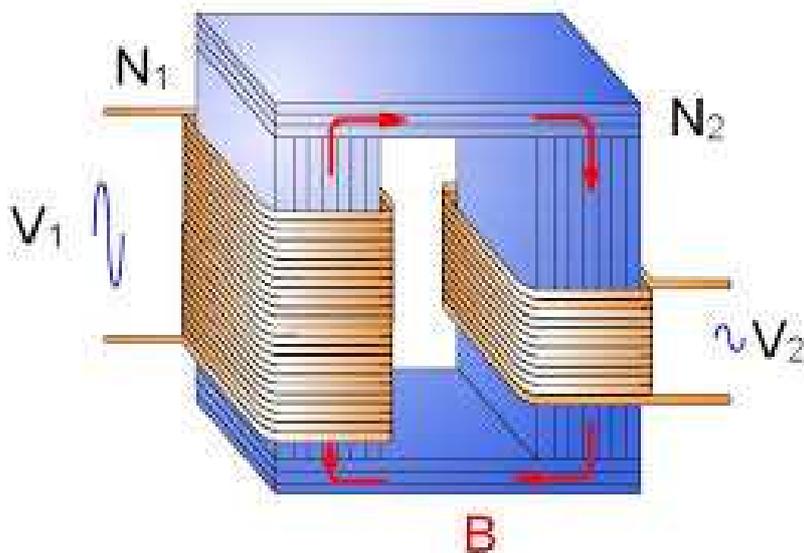


Figura 12: Transformador eléctrico

CAPITULO 5

5.1 Implementación del trabajo

Los elementos eléctricos que se van a usar en este trabajo deben soportar condiciones medioambientales del lugar de operación, estas son: temperaturas oscilantes de Manta (desde 19C° hasta 33C°)³ humedad (precipitaciones entre 6.8 mm y 152.6 mm)⁴, salinidad, polvo y los productos químicos usados en el mantenimiento y uso de las aeronaves.

5.2 Enchufe

Al extremo del cable se instalará un conector de hoja recta con las siguientes características:

- ✓ Enchufe de hoja recta
- ✓ Dos hilos
- ✓ 2 polos
- ✓ De goma negro
- ✓ 25 Amperios
- ✓ 125 Voltios
- ✓ Temperatura de operación (-40C° hasta 60C°).

³ <http://www.climaenelmundo.com/ecuador/clima-manta-524>

⁴ http://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta19_2/OCE1902_3.pdf



Figura 13: Enchufe

5.3 Extensión eléctrica

Una extensión eléctrica para llevar la energía desde la toma hasta la lavadora; existen 4 tomas de energía de 110VAC que se encuentran distribuidas en los pilares de la estructura del hangar dos a cada lado, con cuatro puntos de tomas y una extensión de 30 metros de largo se cubre toda la superficie del hangar.

La máquina lavadora de pisos trabajando a full potencia con sus dos motores tiene un consumo máximo de 1200 watt, pero por seguridad se dejara 300 watt extras, entonces se tomara como 1500 watt para los cálculos posteriores.

El cable transmitirá 1500 watt a 110 VAC por lo tanto el amperaje máximo que circulará por este será:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\theta} \quad ; \quad I = \frac{1500}{110 \cdot (0.8)} = 17.045 \text{ Amp}$$

El factor de potencia se tomó como un cero punto ocho por seguridad y por las condiciones que se tiene del servicio eléctrico aquí en manta.

Las especificaciones técnicas del cable son las siguientes:

- ✓ Cable flexible de uso extra rudo tipo SO 600V
- ✓ AWG número 12
- ✓ Los 30m tendrá un peso de: 8.1 Kg
- ✓ Diámetro exterior aproximado 15 mm
- ✓ Capacidad de conducción de corriente 25 Amp
- ✓ Color negro



Figura 14: Cable Extra rudo

5.4 Corta circuitos

Para proteger este cable se instalará antes del transformador una protección anti-cortocircuitos y sobrecargas también servirá como interruptor ON OFF, será un interruptor termo magnético (circuit breaker) con las siguientes características:

- ✓ 110 Voltios
- ✓ 20 Amperios



Figura 15: Corta circuitos

5.5 Fuente de alimentación

La alimentación, transportada por la extensión antes mencionada lleva una potencia de 1500 vatios a una tensión de 110 VAC monofásico, esta tensión tiene que ser disminuida a un nivel apropiado y de tal manera que cuando sea rectificadas quede en un valor de 24 VDC, es el nivel de tensión en el cual trabajan los motores de la lavadora.

En esta etapa de transformación de voltaje alterno a voltaje directo se lo va a dividir en cuatro etapas:

- I. Etapa de protección contra picos de voltaje

- II. Etapa de disminución de tensión
- III. Etapa de rectificación.
- IV. Etapa de filtrado.

5.5.1 Etapa de protección contra picos de voltaje

En esta etapa se va incorporar un varistor también conocido como Resistor Dependiente de Voltaje o VDR, conjuntamente con un fusible que realizara su trabajo aleatoriamente con el varistor. Cuando el varistor cense el incremento de voltaje, este responde disminuyendo su resistencia al tal punto de convertirse como un cable conductor poniendo en cortocircuito las líneas de alimentación, entonces el fusible realizara su trabajo se fundirá liberando el circuito y dejándolo abierto.

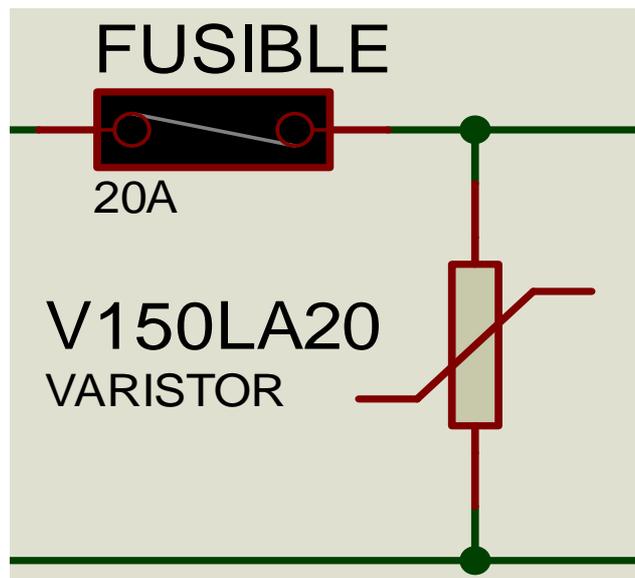


Figura 16: Protección fusible varistor

5.5.2 Etapa de disminución de tensión

Se llevara de 110VAC a 24 VAC, con la ayuda de las siguientes funciones:

Valores conocidos:

$$P = 1500 \text{ watts} \quad V = 110 \text{ VAC} \quad f = 60 \text{ Hz} \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 16,67 \text{ ms}$$

Valores requeridos:

$$P = 1500 \text{ watts} \quad V_{out} = 24 \text{ VAC}$$

Como se puede observar la potencia es la misma en valores conocidos y en valores requeridos, entonces se puede realizar la siguiente igualación:

$$P_P = P_S \quad \text{donde} \quad P_P = V_P \cdot I_P \quad \text{y} \quad P_S = V_S \cdot I_S \quad \text{entonces} \quad V_P \cdot I_P = V_S \cdot I_S \quad ; \quad \frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

Entonces se puede decir:

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \quad \text{Donde}$$

P_P Potencia primaria

P_S Potencia secundaria

V_P Voltaje primario

I_P Corriente primaria

V_S Voltaje secundario

I_S Corriente secundaria

N_P Numero de vueltas en el primario

N_S Numero de vueltas en el secundario

Entonces se mandará a construir un transformador reductor de 110 VAC a 17VAC con una capacidad de 1500 vatios libres, es decir que la cantidad antes mencionada será para conectar carga. Cabe mencionar que todos los voltajes con los que se están realizando los diferentes cálculos son voltajes RMS (Root Mean Square – raíz media cuadrática).

Entonces con esas características se va a calcular la corriente en el secundario y en el primario.

En el secundario como ya se mencionó anteriormente se conectara una carga máxima de 1500 vatios a una tensión de 17VAC entonces su corriente máxima será:

$$I_s = \frac{P}{V} = \frac{1500}{24} = 62.5Amp$$

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \qquad I_p = \frac{V_s \times I_s}{V_p} = \frac{17 \times 62.5}{110} = 9.77Amp$$

De acuerdo a las cotizaciones para la construcción de un transformador con las características que ya se mencionó, (ANEXO A) las dimensiones del transformador serán las siguientes:

Este transformador será ubicado en el orificio de la ubicación de las baterías.

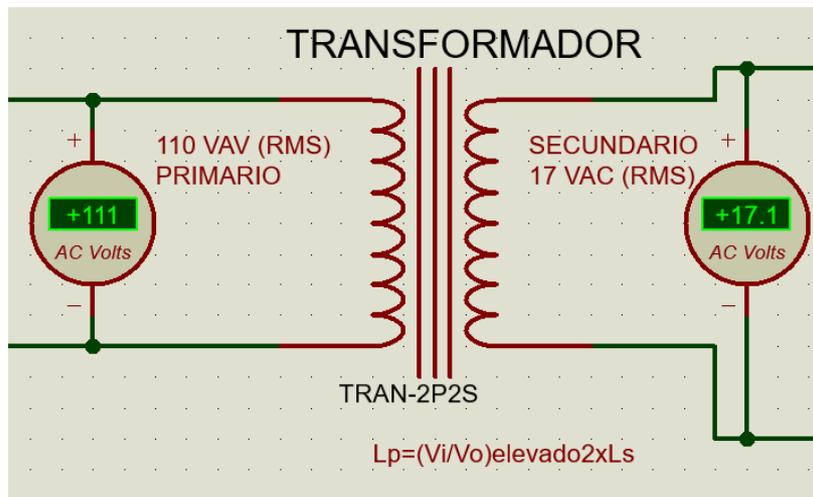


Figura 17: Transformador simulado en proteus

5.5.3 Etapa de rectificación.

En esta etapa se necesitan diodos rectificadores de corriente como se ve, la potencia es relativamente alta para una fuente de poder, por lo cual se ha escogido un diodo de potencia tomando en cuenta las características comerciales más importantes de los diodos, (aparecen en cualquier hoja de especificaciones técnicas "datasheet").

Corriente máxima en directa, I_{Fmax} o IFM (DC forward current): Es la corriente continua máxima que puede atravesar el diodo en directa sin que este sufra ningún daño, puesto que una alta corriente puede provocar un calentamiento por efecto Joule excesivo. Los fabricantes suelen distinguir tres límites:

Corriente máxima continua (IFM)

Corriente de pico transitoria (Peak forward surge current), en la que se especifica también el tiempo que dura el pico.

Corriente de pico repetitivo (Recurrent peak forward current), en la que se especifica la frecuencia máxima del pico.

Tensión de ruptura en polarización inversa (Breakdown Voltage, BV; Peak Inverse Voltage, PIV): Es la tensión a la que se produce el fenómeno de ruptura por avalancha.

Tensión máxima de trabajo en inversa (Maximun Working Inverse Voltage): Es la tensión que el fabricante recomienda no sobrepasar para una operación en inversa segura.

Corriente en inversa, IR (Reverse current): Es habitual que se exprese para diferentes valores de la tensión inversa.

Caída de tensión en PD, VF (Forward Voltage): Pese a que se ha señalado anteriormente los 0.7V como valor típico, en muchas ocasiones los fabricantes aportan datos detallados de esta caída de tensión, mediante la gráfica I-V del dispositivo, como indica la siguiente figura:

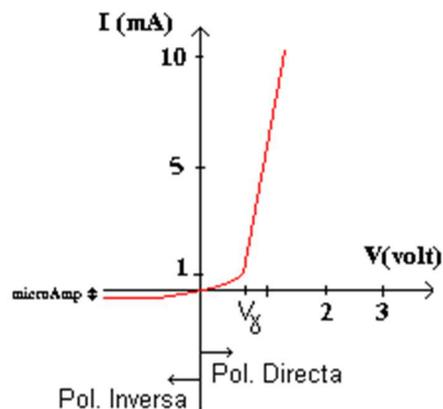


FIGURA 18: Grafica I-V del diodo

Los diodos dependen de la corriente que va a suministrar la fuente, en este proyecto se necesitan 88 amperios a plena carga, por lo cual se ha elegido un diodo rectificador de potencia con el siguiente número de parte: W10933-3, con cuatro de ellos se realizara un diodo puente como se indica en la siguiente figura:

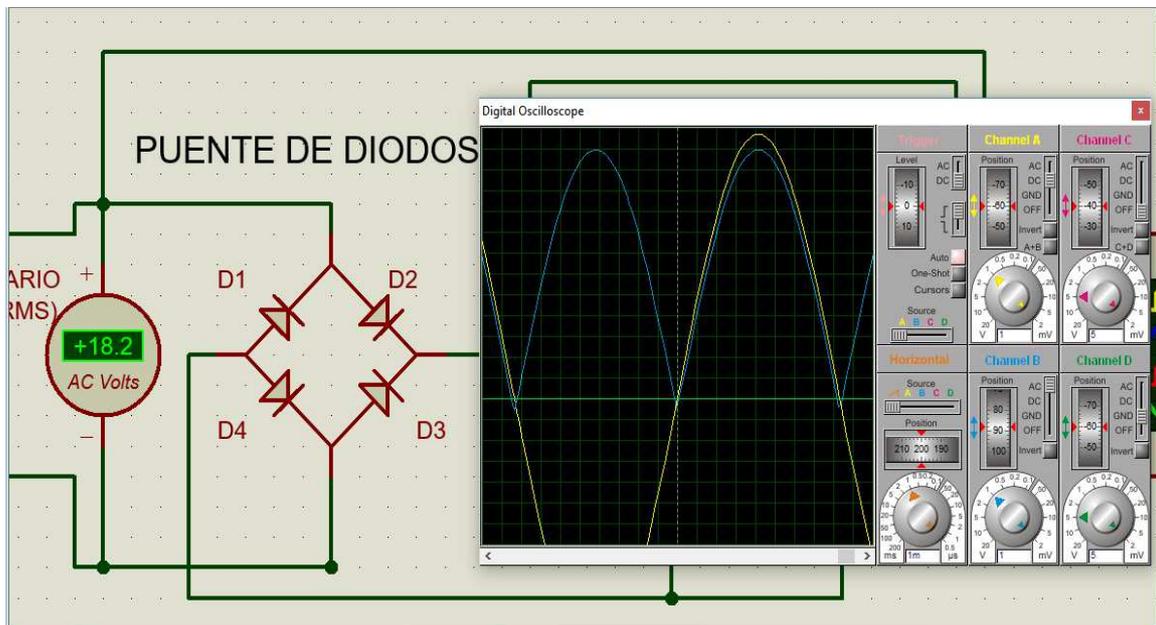


Figura 19: Puente de diodos simulado en proteus

En el osciloscopio la onda amarilla es la onda antes de los diodos a la salida del secundario del transformador, la onda azul es la onda rectificada completa, comparando las dos señales se puede observar que la onda azul es un poco más pequeña que la onda amarilla esta pequeña diferencia es la caída de tensión en los diodos.

Entonces el voltaje medio (área dividida para periodo) de salida será:

$$V_{medio} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_{max} \times \sin \phi \times d\phi$$

$$V_{medio} = \frac{2 \times V_{max}}{\pi}$$

$$V_{max} = V_{rms} \times \sqrt{2}$$

Con la caída en los diodos será:

$$V_{medio} = \frac{2 \times (V_{max} - 2 \times 0.7)}{\pi}$$

$$V_{rms} = 18VAC$$

$$V_{max} = V(rms) \times \sqrt{2} = 18 \times \sqrt{2} = 25.4 V DC$$

$$V_{medio} = \frac{2 \times (24 - 2 \times 0.7)}{\pi} = 15.3 VDC$$

5.5.4 Etapa de filtración

Esta etapa, tiene como función, "suavizar" o "alisar" o "reducir" a un mínimo la componente de rizo y elevar el valor promedio de tensión directa. El que a continuación describe es el cálculo del capacitor que se necesita para filtrar la señal de esta fuente que remplazara a las baterías.

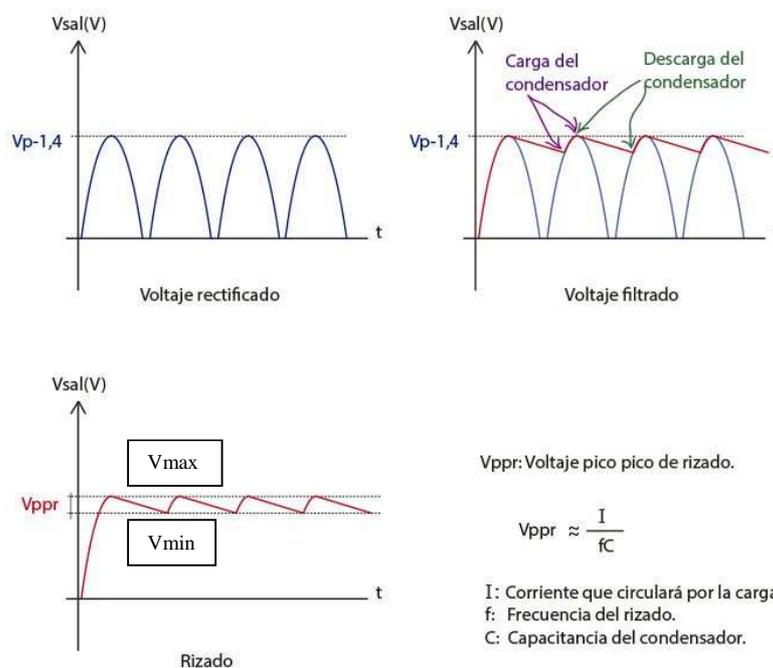


Figura 20: Señal en proceso de rectificación

$$V(t) = V_{max} \times \sin \theta$$

$$V(\min) = V_{max} \times \sin \theta$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{V_{min}}{V_{max}}$$

$$V_{min} = V_{max} \times e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$C = \frac{t}{R \times \ln \frac{V_{max}}{V_{min}}}$$

$$t = 90^\circ + \sin^{-1} \frac{V_{min}}{V_{max}}$$

$$V_{max} = 25 \text{ V}$$

$$V_{min} = 24 \text{ V}$$

$$t = 90^\circ + \sin^{-1} \frac{24}{25}$$

$$t = 90^\circ + 74^\circ = 164^\circ$$

$$360^\circ = 16.67 \text{ ms}$$

$$t = 7.6 \text{ ms}$$

Estos cálculos son idóneos si tuviéramos la especificación técnica del motor, pero como el motor de esta lavadora de pisos no posee la placa de especificaciones técnicas, por ende se va a optar por el porcentaje del rizo como se explica a continuación.

La regla del 10%. Se nombra así ya que el rizado de la onda obtenida es de ese porcentaje. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$C = \frac{(5 \cdot I)}{(f \cdot V_{\max})}$$

Donde C es la capacidad del condensador (expresada en faradios), I es la intensidad de la corriente suministrada por la fuente (expresada en Amperios), f es la frecuencia de la red (60 Hz en Ecuador) y Vmax sería la tensión de pico de salida del puente rectificador.

Para obtener un rizado del 7% se tendría que usar esta otra fórmula:

$$C = \frac{(5 \cdot I)}{(f \cdot V_{\max})} \cdot 1,4$$

$$C = \frac{5 \times 62.5}{60 \times 25} \times 1.4 = 0.292F = 292mf$$

Se utilizarán 6 capacitores de 47 mf a 200V 105C⁰⁵, conectados en paralelo los cuales darán un valor de 282 mf, que es un valor aproximado de lo que la fuente necesita.

Este tipo de red de filtro, es el más utilizado por ser el más sencillo y económico, como esta fuente va alimentar un motor puede tolerar algo de zumbido.

El funcionamiento del filtro es el siguiente:

Por cada ciclo de la señal rectificada, el capacitor, se carga al valor pico, cuando la amplitud del voltaje rectificado comienza a disminuir, el capacitor empieza a

⁵ http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-560350165-capacitor-electrolitico-47mf-200v-105-3-pzas-electronet25-_JM

descargarse. Su eficiencia depende de la constante de tiempo, puesto que una carga de bajo valor pide más corriente haciendo que el capacitor se descargue más rápidamente y el filtraje sea menor, el capacitor es utilizado como filtro.

La simulación del circuito de la señal obtenida después de ser filtrada queda como indica la siguiente figura:

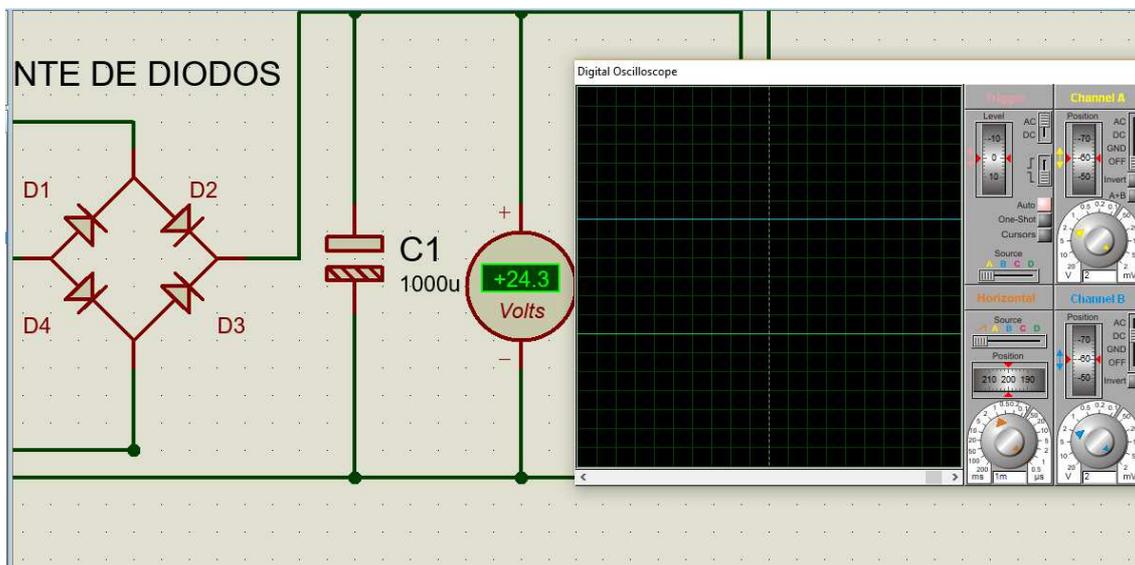


Figura 21: Señal continua sin carga

La señal continua es la línea de color azul y la línea base la línea de color verde, en la simulación sin carga se obtiene una señal muy parecida a la de una batería.

Pero en la realidad una fuente que haya sido rectificadas siempre tendrá su nivel de rizo, la siguiente figura indica la señal rectificada con carga.

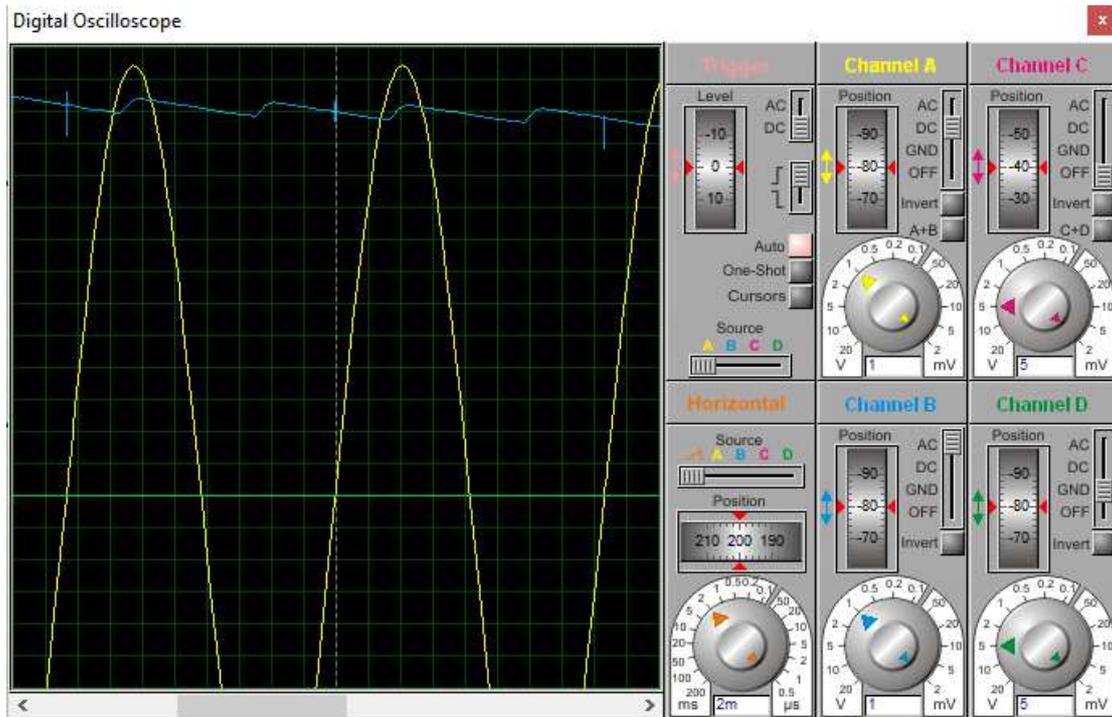


Figura 22: Señal continúa con carga

5.5.4.1 Filtros RC

Es posible reducir aún más la cantidad de rizo a través de un filtro de capacitor mediante una sección adicional de filtro RC el propósito de la sección RC adicional es dejar pasar la mayor parte del componente DC mientras se atenúa lo más posible el componente de AC.

Pero como se trata de una fuente para un motor donde la carga no exige una señal tan pura DC, es opcional incrementar esta etapa al circuito.

5.6 Diagrama de cableado del circuito de alimentación

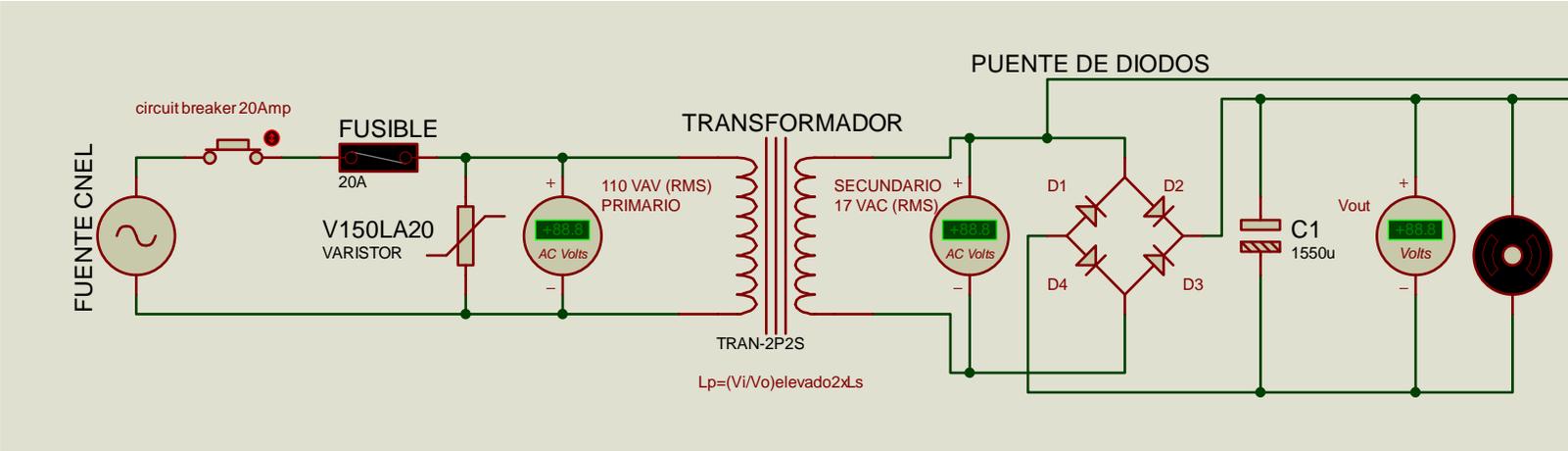


Figura 23: Diagrama del circuito completo

5.7 Ventajas de la corriente directa rectificada.

- 1 – El valor máximo de la corriente alterna es muy elevado y en ocasiones puede resultar peligroso, así que se requiere de un aislamiento superior.
- 2 – Mientras la corriente continua emite un choque eléctrico que repele al cuerpo humano, la corriente alterna atrae a la persona que la toca directamente.
- 3 – Se pueden usar voltajes más bajos para transmitir electricidad a través de los cables, puesto que son menos resistentes a la corriente continua.
- 4 – Una de las principales ventajas es que la corriente continua se puede almacenar en baterías, esto sin dudas es una gran ventaja sobre la corriente alterna.
- 5 – La corriente continua es mucho más segura que la corriente alterna.

5.8 Desventajas de la corriente directa.

Generalmente los aparatos de corriente continua no suelen incorporar protecciones frente a un eventual cambio de polaridad, lo que puede acarrear daños irreversibles en el aparato.

Para evitarlo, y dado que la causa del problema es la colocación inadecuada de los polos, es común que los aparatos incorporen un diagrama que muestre cómo deben colocarse; así mismo, los contactos se distinguen empleándose convencionalmente un muelle metálico para el polo negativo y una placa para el polo positivo.

En los aparatos con baterías recargables, el transformador - rectificador tiene una salida tal que la conexión con el aparato sólo puede hacerse de una manera, impidiendo así la inversión de la polaridad.

En los casos de instalaciones de gran envergadura, por ejemplo, centrales telefónicas y otros equipos de telecomunicación, donde existe una distribución centralizada de corriente continua para toda la sala de equipos se emplean elementos de conexión y protección adecuados para evitar la conexión errónea de polaridad.

El transporte de la corriente continua es más cara que la corriente alterna.

No se puede utilizar transformadores para elevar o reducir el nivel de tensión.

Las pérdidas de energía en la transmisión es mucho más grande con referencia a la corriente alterna.

CAPITULO 6

6.1 Conclusiones

- ✓ Se concluye que con la implementación de este acople eléctrico, se facilitará la limpieza de los hangares, además de realizar una limpieza más exhaustiva.
- ✓ Se evitará que esta herramienta de la limpieza no entre otra vez a un estado inoperativo por falta de presupuesto, porque la inversión es una sola vez, y el mantenimiento de la misma será realizado por el personal de técnicos de la Estación Aeronaval de Manta.
- ✓ Se ahorra miles de dólares anuales al estado, porque se disminuye las horas hombre utilizada para esta labor.
- ✓ Esta máquina fue diseñada con baterías para realizar limpieza de espacios cerrados como centros comerciales, supermercados donde haya estantería, perchas vitrinas etc, y sea muy difícil que se lleve el cableado o extensión eléctrica; pero en los hangares donde presta servicios esta lavadora se saca todas las aeronaves a plataforma para realizar esta tarea, por ende la facilidad de movimiento con la extensión eléctrica.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que este trabajo se lo implemente por los beneficios que brindará para realizar la tarea de limpieza, además de que su costo de implementación es bien bajo.
- ✓ Que se utilice el detergente que especifica en el manual de acuerdo al piso que se esté lavando, es este caso particular del piso de la Estación Aeronaval será: RM 69 ASF o se puede utilizar también RM 753 que son exclusivamente para limpieza de mantenimiento y limpieza a fondo de suelos industriales.
- ✓ Que se lo realice un mantenimiento semestral para su conservación y buen funcionamiento.
- ✓ En la operación de limpieza con la maquina se lo recomienda realizar con dos personas, el uno encargado de llevar la máquina y el otro encargado de la extensión, para que esta última no interfiera con los cepillos de la lavadora.
- ✓ En el caso de que la maquina no encienda, verificar el fusible que trabaja en conjunto con el varistor, esto por la variación de voltaje que se tienen en la provincia de Manabí específicamente en Manta.

6.3 Anexos

- 6.3.1 Anexo A Anteproyecto
- 6.3.2 Anexo B Hoja de datos técnicos del diodo de potencia
- 6.3.3 Anexo C Hoja de datos técnicos del Varistor
- 6.3.4 Anexo D Curva de disparo de las protecciones

CAPITULO 7

Bibliografía consultada

- Manual de operación y mantenimiento de la lavadora de pisos KARCHER BR/BD 45/40 C”
- Análisis de circuitos de Boylestad décima Edición
- <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/08/ventajas-y-desventajas-sobre-la-corriente-continua-y-alterna/>
- PISOS KARCHER BR/BD 45/40 C”
- Analisis de circuitos electricos
- https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=fVdlWlvOOsew8wfEzJ6YAg#q= analisis+de+circuitos+de+boylestad+pdf
- <file:///C:/Users/edison/Dropbox/Curso%2010mo%20Semestre%20de%20Ing.%20Electrica/TRABAJO%20DE%20GRADO/MOTORES%20DE%20CORRIENTE%20CONTINUA.pdf>
- <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/08/ventajas-desventajas-sobre-la-corriente-continua-y-alterna/>
- <file:///C:/Users/edison/Dropbox/Curso%2010mo%20Semestre%20de%20Ing.%20Electrica/TRABAJO%20DE%20GRADO/datasheetPUENTE%20RECTIFICADOR%20KBPC50AWmp.pdf>



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

ANTEPROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

AUTOR:
EDISON IGNACIO CABEZAS ESPINOZA.

AGOSTO - 2016

Manta - Ecuador

ANTEPROYECTO DE GRADO

1.0 TÍTULO: ESTUDIO DE UN ACOPLAMIENTO ELECTRICO EXTERIOR PARA MAQUINA LAVADORA DE PISOS KARCHER BR/BD 45/40 C

Este tema fue seleccionado, por ser la única maquina utilizada para la limpiar el piso de los hangares de la ESTACION AERONAVAL DE MANTA; y que por motivo de que las baterías se descargan en tiempos muy cortos y se cargan en tiempo extremadamente largos a quedado fuera de servicio por varios años, haciendo que la limpieza de los hangares se lo haga de forma manual utilizando unos 12 hombres durante una hora por cada hangar.

Con este acoplamiento eléctrico externo a la máquina lavadora de pisos, el trabajo se lo realizara de una manera más técnica y eficiente reduciendo el número de horas hombre empleadas para realizarlo, traduciendo esto en ahorro de dinero para la ARMADA DEL ECUADOR y el ESTADO ECUATORIANO.

2.0 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

Reducir gastos al ESTADO ECUATORIANO mejorando el área de trabajo a los técnicos mecánicos, electrónicos y electricistas, facilitando la limpieza con el ACOPLAMIENTO ELECTRICO EXTERIOR A LA LAVADORA DE PISOS KARCHER BR/BD 45/40 C.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reemplazar la corriente continua que provee las baterías, por corriente continua rectificada desde las líneas externas.
- Realizar los cálculos de consumo energético de la maquina a plena carga, es decir con todas las funciones que posee y a la misma vez.
- Diseñar la tarjeta de rectificación para la potencia necesaria. Tomando en cuenta que hay que reducir el rizo al mínimo para que la corriente se asemeje a la corriente suministrada por las baterías, con esto se reduce la vibración y el trabajo es más homogéneo.
- Adquisición de los materiales necesarios
- Adaptar una extensión flexible y con una medida que cubra todas las áreas desde los puntos de tomacorriente ya existentes en los hangares.

3.0 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este trabajo técnico permitirá que el futuro ingeniero ponga en práctica todos los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas de la gloriosa universidad. Además contribuirá con el ahorro al ESTADO ECUATORIANO como indica la siguiente tabla:

	Sueldo promedio USD	Valor hora hombre USD	Numero de hombres	Valor de cada limpieza USD	Numero de limpiezas semanales	Numero de limpiezas anuales	Valor de limpieza anual USD
Limpieza manual	1250	7.1	12	85.2	3	156	13291.2
Limpieza con maquina	1250	7.1	2	14.2	3	156	2215.2
Ahorro anual							11076

El ahorro anual seria como indica en la tabla, sin tomar en cuenta el ahorro en medicina que se da, al evitar que la persona que lo realiza ese trabajo lo hace con una mala posición de columna y eso conlleva a que se tenga personal enfermo por causa de esta situación.

4.0 PROBLEMA

Por la gran cantidad de trabajos en mantenimiento que se lo realiza en la ESTACION AERONAVAL DE MANTA y por la calidad de trabajo que se lo realiza que son las exigencias de la aviación, donde un error sería el último, posee unas instalaciones de primera: distribución eléctrica, distribución neumática, sistema contra incendio y hangares los cuales tienen unos pisos bien nivelados con acabados de primera los mismos necesitan un mantenimiento adecuado para poder mantenerlos.

Uno de los mantenimientos de hangar es la limpieza de los pisos que anteriormente se lo realizaba con la máquina KARCHER BR/BD 45/40 C, que es la más idónea para realizar esta actividad, pero después de un año ha quedado fuera de servicio por motivo de las baterías que necesitaban 48 horas para cargarse y se descargaban en 30 minutos lo que no es eficiente; la adquisición de estas baterías tiene un costo de 1400 USD el par.

Hoy en día se lo realiza manualmente la limpieza de los pisos de los hangares utilizando de 10 a 15 personas durante una hora, esta actividad se lo realiza 3 veces en la semana, durante esta actividad las personas adoptan una posición súper inclinada que con el tiempo tendrán molestas a nivel de la columna

5.0 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

¿El acoplamiento eléctrico exterior a la lavadora de pisos karcher BR/BD 45/40 C permitirá reducir gastos al ESTADO ECUATORIANO mejorando el área de trabajo a los técnicos mecánicos, electrónicos, electricistas, facilitando la limpieza y evitando que los técnicos sufran lesiones en la columna al realizar tal actividad?

7.0 METODOLOGÍA

En esta parte se analizará lo siguiente: Tipos y métodos de investigación, técnicas para recopilar información, cronograma de actividades y presupuesto.

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se aplicará para esta modificación en la forma de alimentación de la máquina lavadora de pisos será de carácter bibliográfico y de campo.

Bibliográfico porque la información que se recopile será de manuales libros revistas que estén relacionados con el tema de investigación es decir con el remplazo de energía de una batería que es netamente energía química totalmente lineal, con una energía rectificada.

La investigación de campo nos permite tener contacto directo con el sistema que se quiere rehabilitar mediante un acople eléctrico.

7.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los objetivos planteados, se prevé que serán utilizados los métodos: inductivo, deductivo, analítico y sintético, ajustándose a la necesidad de información que se disponga, para utilizar el método que sea necesario.

El método analítico, permitirá la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y efectos del remplazo de la fuente de alimentación en la maquina lavadora de pisos KARCHER BR/BD 45/40 C.

7.3 TÉCNICAS PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas para la recopilación de información será: revisión bibliográfica (manuales, libros de electricidad, libros de electrónica, libros de transformadores); páginas web del internet que hoy en día es la biblioteca virtual más utilizada a nivel mundial gracias al avance de la tecnología.

7.8 PRESUPUESTO

PRESUPUESTO				
ITEM	CANTIDAD Y DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	DIODOS DE POTENCIA	5	100	500
2	CONDENSADOR	1	5	5
3	TRANSFORMADOR	1	400	400
4	TARJETA	1	30	30
5	TERMINALES ELECTRICOS	40	0,25	10
6	FUSIBLES	5	3	15
7	ESTAÑO	1	5	5
8	PERNOS DE SUJECION	10	0,2	2
9	AUTO FONDENTE	1	22	22
10	LIMPIA CONTACTOS	1	15	15
11	CABLE UTP	1	1	1
12	CABLE TW # 12 GEMELO MULTHILO	30	1	30
13	ENCHUFE	1	1	1
14	TAYPE	2	1	2
15	W40	1	15	15
			TOTAL	1053

8.0 BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN KARCHER

<https://www.kaercher.com/es/inside-kaercher/empresa/sobre-kaercher.html>

http://www.karcher-futuretech.com/futuretech_es/compaia.htm

<http://www.karcher-center-dublin.ie/kc->

[template/Products/Professional/Scrubber_driers/Scrubber_driers_walkbehind/15331](http://www.karcher-center-dublin.ie/kc-template/Products/Professional/Scrubber_driers/Scrubber_driers_walkbehind/15331)

SKN 60F



Stud diode

Fast Recovery Rectifier Diode

SKN 60F

SKR 60F

Features

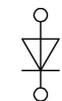
- Small recovered charge
- Soft recovery
- Up to 1500 V reverse voltage
- Hermetic metal case with glass insulator
- Threaded studs ISO M6 and M8
- SKN: anode to stud; SKR: cathode to stud

Typical Applications

- Inverse diodes for power transistors, GTO thyristors, asymmetric thyristors
- SMPS, inverters, choppers
- A.C. motor control, uninterruptible power supplies (UPS)

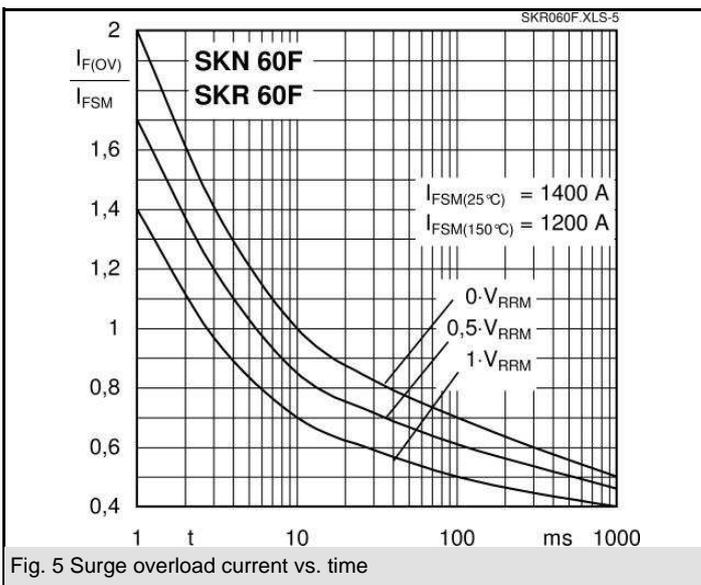
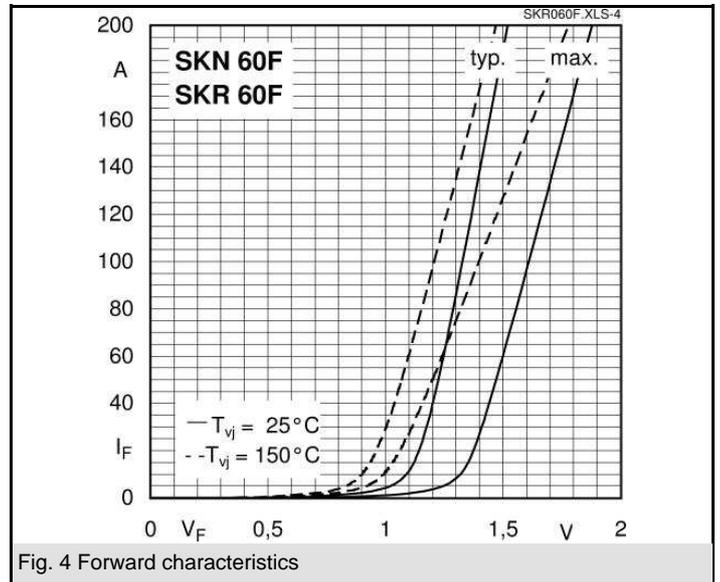
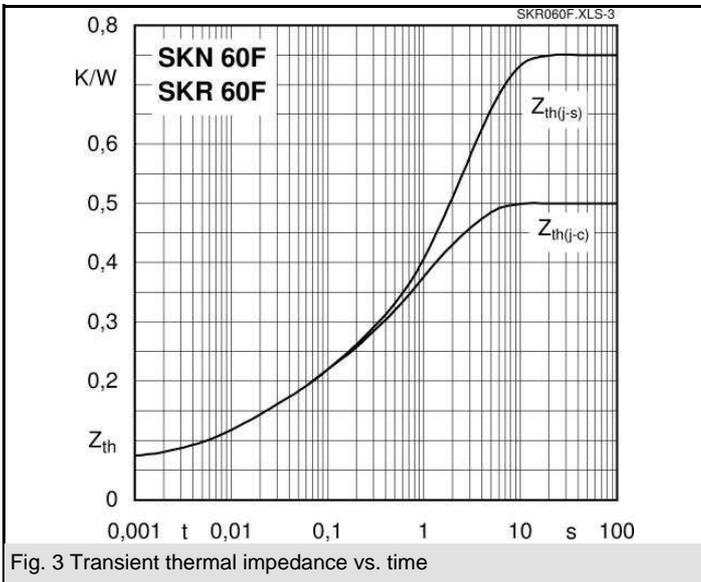
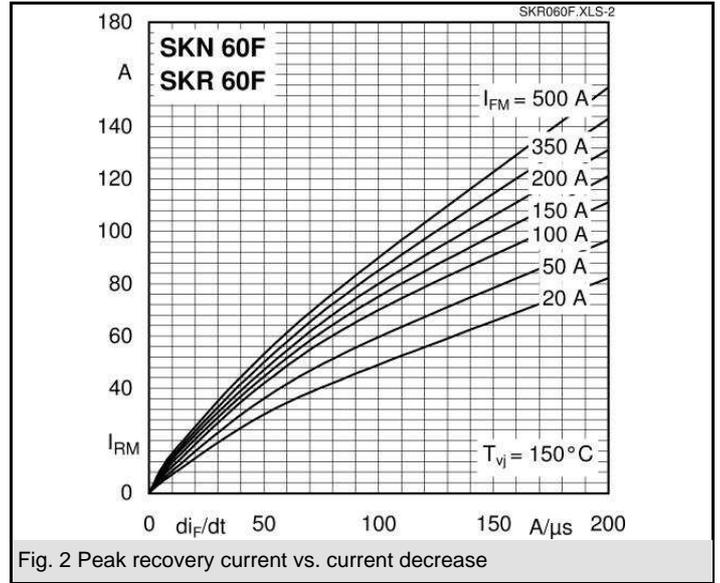
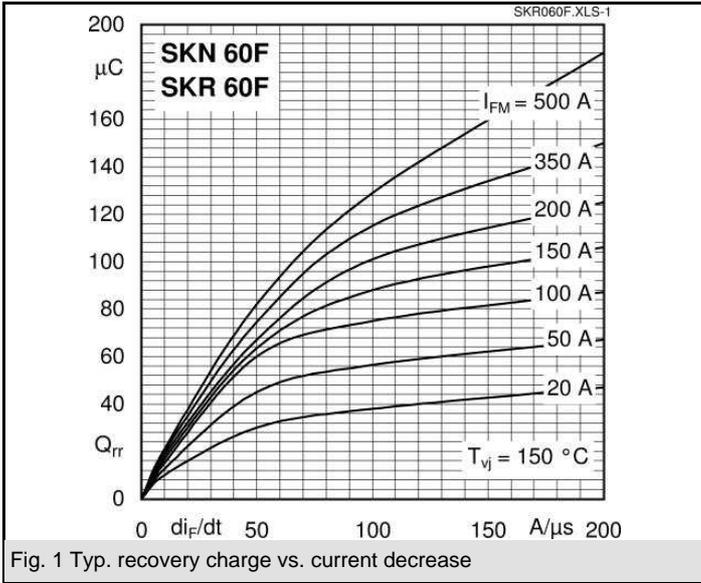
V_{RSM} V	V_{RRM} V	$I_{FRMS} = 120$ A (maximum value for continuous operation) $I_{FAV} = 60$ A (sin. 180; 1000 Hz; $T_c = 100$ °C)	
1200	1200	SKN 60F12	SKR 60F12
1400	1400	SKN 60F14	SKR 60F14
1500	1500	SKN 60F15	SKR 60F15
1700	1700	SKN 60F17	SKR 60F17

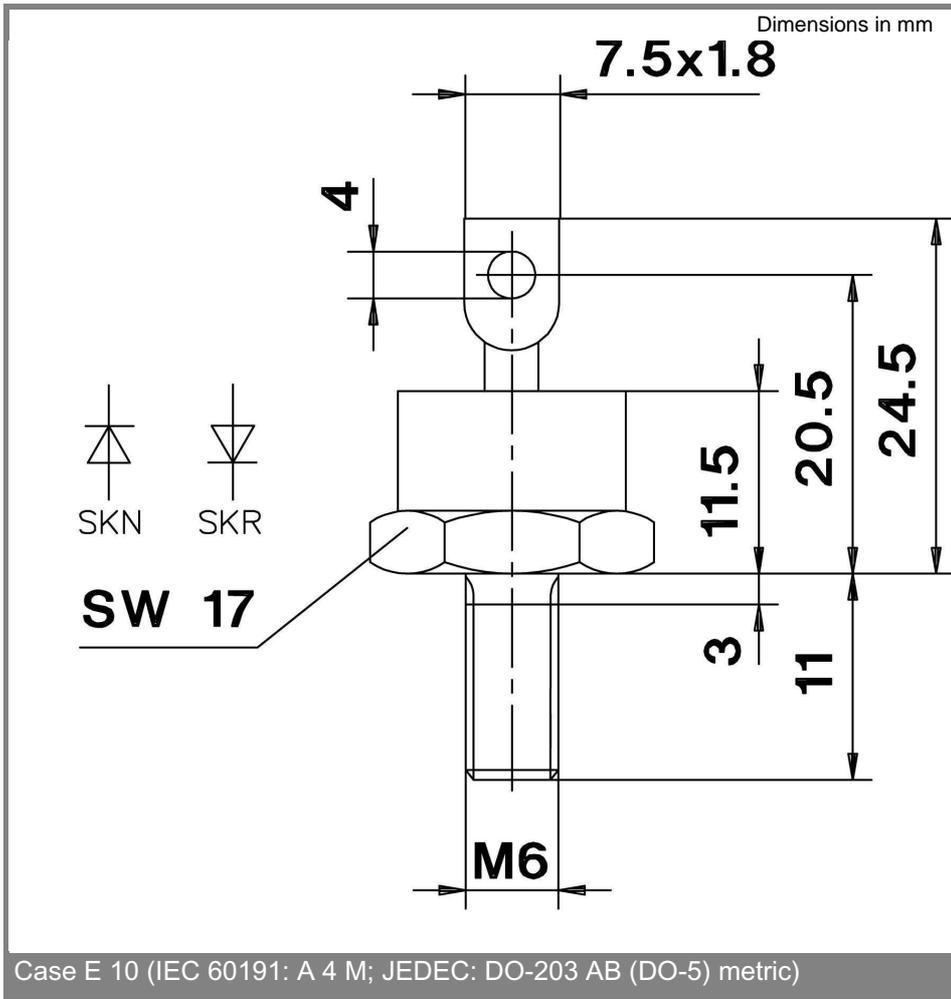
Symbol	Conditions	Values	Units
I_{FAV}	sin. 180; $T_c = 85$ (100) °C	75 (60)	A
I_{FAV}	K3; $T_a = 45$ °C; sin. 180; 1000 Hz	21,5	A
I_{FSM}	$T_{vj} = 25$ °C; 10 ms	1400	A
	$T_{vj} = 150$ °C; 10 ms	1200	A
i^2t	$T_{vj} = 25$ °C; 8,3 ... 10 ms	9800	A ² s
	$T_{vj} = 150$ °C; 8,3 ... 10 ms	7200	A ² s
V_F	$T_{vj} = 25$ °C; $I_F = 150$ A	max. 1,75	V
$V_{(TO)}$	$T_{vj} = 150$ °C	max. 1	V
r_T	$T_{vj} = 150$ °C	max. 4	mΩ
I_{RD}	$T_{vj} = 25$ °C; $V_{RD} = V_{RRM}$	max. 0,4	mA
I_{RD}	$T_{vj} = 150$ °C; $V_{RD} = V_{RRM}$	max. 60	mA
Q_{rr}	$T_{vj} = 150$ °C; $I_F = 100$ A,	75	μC
I_{RM}	$-di/dt = 100$ A/μs, $V_R = 30$ V	70	A
t_{rr}		2100	ns
E_{rr}		-	mJ
$R_{th(j-c)}$		0,5	K/W
$R_{th(c-s)}$		0,25	K/W
T_{vj}		- 40 ... + 150	°C
T_{stg}		- 55 ... + 150	°C
V_{isol}		-	V~
M_s	to heatsink	2,5	Nm
a		5 * 9,81	m/s ²
m	approx.	20	g
Case		E 10	



SKN

SKR





This technical information specifies semiconductor devices but promises no characteristics. No warranty or guarantee expressed or implied is made regarding delivery, performance or suitability.

RoHS Pb HF **LA Varistor Series**



Agency Approvals

Agency	Agency File Number
	E320116, E56529, E135010
	116895
	LR91788
	42201-006

Description

The LA Series of transient voltage surge suppressors are radial leaded varistors (MOVs) that are designed to be operated continuously across AC power lines. These UL recognized varistors require very little mounting space, and are offered in various standard lead form options.

The LA Series varistors are available in four model sizes: 7mm, 10mm, 14mm and 20mm; and have a $V_{M(AC)RMS}$ voltage range from 130V to 1000V, and an energy absorption capability up to 360J. Some LA Series model numbers are available with clamping voltage selections, designated by a model number suffix of either A or B. The 'A' selection is the standard model; the 'B' selection provides a lower clamping voltage. See LA Series Device Ratings and Specifications Table for part number and brand information.

Features

- Lead-free, Halogen-Free and RoHS compliant.
- Energy absorption capability (W_{TM}) up to 360J
- Wide operating voltage range $V_{M(AC)RMS}$ 130V to 1000V
- No derating up to 85°C ambient
- Available in tape and reel or bulk pack

Absolute Maximum Ratings

• For ratings of individual members of a series, see Device Ratings and Specifications chart

Continuous	LA Series	Units
Steady State Applied Voltage:		
AC Voltage Range ($V_{M(AC)RMS}$)	130 to 1000	V
DC Voltage Range ($V_{M(DC)}$)	175 to 1200	V
Transients:		
Peak Pulse Current (I_{TM})		
For 8/20 μ s Current Wave (See Figure 2)	1200 to 6500	A
Single Pulse Energy Range		
For 10/1000 μ s Current Wave (W_{TM})	11 to 360	J
Operating Ambient Temperature Range (T_A)	-55 to +85	°C
Storage Temperature Range (T_{STG})	-55 to +125	°C
Temperature Coefficient (α) of Clamping Voltage (V_C) at Specified Test Current	<0.01	%/°C
Hi-Pot Encapsulation (COATING Isolation Voltage Capability) (Dielectric must withstand indicated DC voltage for one minute per MIL-STD 202, Method 301)	2500	V
COATING Insulation Resistance	1000	M Ω

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

LA Series Ratings & Specifications

Part Number	Branding	Model Size Disc Dia. (mm)	Maximum Rating (85°C)				Specifications (25°C)				
			Continuous		Transient		Varistor Voltage at 1mA DC Test Current		Maximum Clamping Voltage 8 x 20 μs		Typical Capacitance f = 1MHz
			V _{RMS}	V _{DC}	Energy 10 x 1000 μs	Peak Current 8 x 20 μs					
			V _{M(AC)}	V _{M(DC)}	W _{TM}	I _{TM}	V _{NOM Min}	V _{NOM Max}	V _C	I _{PK}	C
(V)	(V)	(J)	(A)	(V)	(V)	(V)	(A)	(pF)			
V130LA1P	P1301	7	130	175	11	1200	184	255	390	10	180
V130LA2P	P1302	7	130	175	11	1200	184	228	340	10	180
V130LA5P	P1305	10	130	175	20	2500	184	228	340	25	450
V130LA10AP	P130L10	14	130	175	38	4500	184	228	340	50	1000
V130LA20AP	P130L20	20	130	175	70	6500	184	228	340	100	1900
V130LA20BP	P130L20B	20	130	175	70	6500	184	220	325	100	1900
V140LA2P	P1402	7	140	180	12	1200	198	242	360	10	160
V140LA5P	P1405	10	140	180	22	2500	198	242	360	25	400
V140LA10AP	P140L10	14	140	180	42	4500	198	242	360	50	900
V140LA20AP	P140L20	20	140	180	75	6500	198	242	340	100	1750
V150LA1P	P1501	7	150	200	13	1200	212	284	430	10	150
V150LA2P	P1502	7	150	200	13	1200	212	268	395	10	150
V150LA5P	P1505	10	150	200	25	2500	212	268	395	25	360
V150LA10AP	P150L10	14	150	200	45	4500	212	268	395	50	800
V150LA20AP	P150L20	20	150	200	80	6500	212	268	395	100	1600
V150LA20BP	P150L20B	20	150	200	80	6500	212	243	360	100	1600
V175LA2P	P1752	7	175	225	15	1200	247	303	455	10	130
V175LA5P	P1755	10	175	225	30	2500	247	303	455	25	350
V175LA10AP	P175L10	14	175	225	55	4500	247	303	455	50	700
V175LA20AP	P175L20	20	175	225	90	6500	247	303	455	100	1400
V230LA4P	P2304	7	230	300	20	1200	324	396	595	10	100
V230LA10P	P230L	10	230	300	35	2500	324	396	595	25	250
V230LA20AP	P230L20	14	230	300	70	4500	324	396	595	50	550
V230LA40AP	P230L40	20	230	300	122	6500	324	396	595	100	1100
V250LA2P	P2502	7	250	330	21	1200	354	473	730	10	90
V250LA4P	P2504	7	250	330	21	1200	354	429	650	10	90
V250LA10P	P250L	10	250	330	40	2500	354	429	650	25	220
V250LA20AP	P250L20	14	250	330	72	4500	354	429	650	50	500
V250LA40AP	P250L40	20	250	330	130	6500	354	429	650	100	1000
V250LA40BP	P250L40B	20	250	330	130	6500	354	413	620	100	1000
V275LA2P	P2752	7	275	369	23	1200	389	515	775	10	80
V275LA4P	P2754	7	275	369	23	1200	389	473	710	10	80
V275LA10P	P275L	10	275	369	45	2500	389	473	710	25	200
V275LA20AP	P275L20	14	275	369	75	4500	389	473	710	50	450
V275LA40AP	P275L40	20	275	369	140	6500	389	473	710	100	900
V275LA40BP	P275L40B	20	275	369	140	6500	389	453	680	100	900
V300LA2P	P3002	7	300	405	25	1200	420	565	870	10	70
V300LA4P	P3004	7	300	405	25	1200	420	517	775	10	70
V300LA10P	P300L	10	300	405	46	2500	420	517	775	25	180
V300LA20AP	P300L20	14	300	405	77	4500	420	517	775	50	400
V300LA40AP	P300L40	20	300	405	165	6500	420	517	775	100	800
V320LA7P	P3207	7	320	420	25	1200	462	565	850	10	65
V320LA10P	P320L	10	320	420	48	2500	462	565	850	25	170
V320LA20AP	P320L20	14	320	420	80	4500	462	565	850	50	380
V320LA40BP	P320L40	20	320	420	150	6500	462	540	810	100	750
V385LA7P	P3857	7	385	505	27	1200	558	682	1025	10	60
V385LA10P	P385L	10	385	505	51	2500	558	682	1025	25	160
V385LA20AP	P385L20	14	385	505	85	4500	558	682	1025	50	360

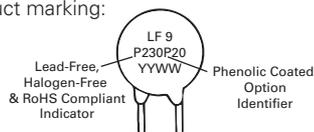
LA Series Ratings & Specifications (Continued...)

Part Number	Branding	Model Size Disc Dia. (mm)	Maximum Rating (85°C)				Specifications (25°C)				
			Continuous		Transient		Varistor Voltage at 1mA DC Test Current		Maximum Clamping Voltage 8 x 20 μs		Typical Capacitance f = 1MHz
			V _{RMS}	V _{DC}	Energy 10 x 1000 μs	Peak Current 8 x 20 μs	V _{1mA}	V _{1mA}	V _C	I _{PK}	C
			V _{M(AC)}	V _{M(DC)}	W _{TM}	I _{TM}	V _{NOM Min}	V _{NOM Max}	V _C	I _{PK}	C
(V)	(V)	(J)	(A)	(V)	(V)	(V)	(A)	(pF)			
V385LA40BP	P385L40	20	385	505	160	6500	558	682	1025	100	700
V420LA7P	P4207	7	420	560	30	1200	610	748	1120	10	55
V420LA10P	P420L	10	420	560	55	2500	610	748	1120	25	140
V420LA20AP	P420L20	14	420	560	90	4500	610	748	1120	50	300
V420LA40BP	P420L40	20	420	560	160	6500	610	720	1060	100	600
V460LA7P	P4607	7	460	615	37	1200	640	790	1190	10	55
V460LA10P	P460L	10	460	615	56	2500	640	790	1190	25	120
V460LA20AP	P460L20	14	460	615	100	4500	640	790	1190	50	280
V460LA40BP	P460L40	20	460	615	170	6500	640	756	1110	100	560
V480LA7P	P4807	7	480	640	35	1200	670	825	1240	10	50
V480LA10P	P480L	10	480	640	60	2500	670	825	1240	25	120
V480LA40AP	P480L40	14	480	640	105	4500	670	825	1240	50	270
V480LA80BP	P480L80	20	480	640	180	6500	670	790	1160	100	550
V510LA10P	P510L	10	510	675	63	2500	735	910	1350	25	100
V510LA40AP	P510L40	14	510	675	110	4500	735	910	1350	50	250
V510LA80BP	P510L80	20	510	675	190	6500	735	860	1280	100	500
V575LA10P	P575L	10	575	730	65	2500	805	1000	1500	25	90
V575LA40AP	P575L40	14	575	730	120	4500	805	1000	1500	50	220
V575LA80BP	P575L80	20	575	730	220	6500	805	960	1410	100	450
V625LA10P	P625L	10	625	825	67	2500	900	1100	1650	25	80
V625LA40AP	P625L40	14	625	825	125	4500	900	1100	1650	50	210
V625LA80BP	P625L80	20	625	825	230	6500	900	1100	1650	100	425
V680LA10P	P680L	10	680	875	75	2500	990	1240	1875	25	65
V680LA80AP	P680L80	14	680	875	145	4500	990	1240	1875	50	190
V680LA100BP	P680L100	20	680	875	260	6500	990	1130	1700	100	380
V660LA10P	P660L	10	660	850	70	2500	940	1210	1820	25	70
V660LA50AP	P660L50	14	660	850	140	4500	940	1210	1820	50	200
V660LA100BP	P660L100	20	660	850	250	6500	940	1100	1650	100	400
V1000LA80AP	P1000L8	14	1000	1200	220	4500	1425	1800	2700	50	130
V1000LA160BP	P1000L16	20	1000	1200	360	6500	1425	1600	2420	100	250

NOTE: Average power dissipation of transients not to exceed 0.25W, 0.4W, 0.6W or 1W for model sizes 7mm, 10mm, 14mm and 20mm, respectively.

Phenolic Coating Option -- LA Series Varistors for Hi-Temperature Operating Conditions:

- Phenolic-coated LA Series devices are available with improved maximum operating maximum temperature 125°C.
- These devices also have improved temperature cycling performance capability.
- Ratings and Specifications are as per standard LA Series except Hi-Pot Encapsulation (Isolation Voltage Capability) = 500V.
- These devices are not UL, CSA, VDE or CECC certified.
- To order: add X1347 to end of part number (e.g. V230LA20APX1347)
- Product marking:



Current Energy and Power Dissipation Ratings

Should transients occur in rapid succession, the average power dissipation is the energy (watt-seconds) per pulse times the number of pulses per second. The power so developed must be within the specifications shown on the Device Ratings and Specifications Table for the specific

device. The operating values of a MOV need to be derated at high temperatures as shown above. Because varistors only dissipate a relatively small amount of average power they are not suitable for repetitive applications that involve substantial amounts of average power dissipation.

Figure 1A - Power Derating for Epoxy Coated

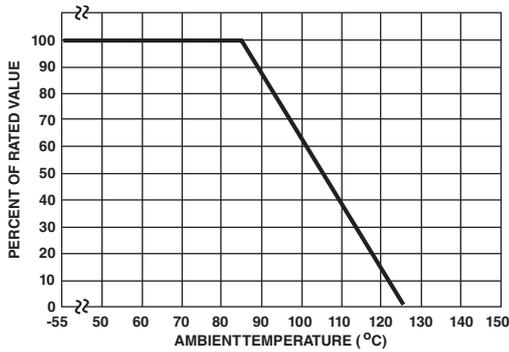
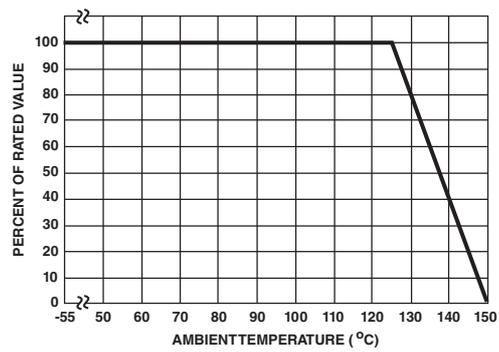


Figure 1B - Power Derating for Phenolic Coated



Peak Pulse Current Test Waveform

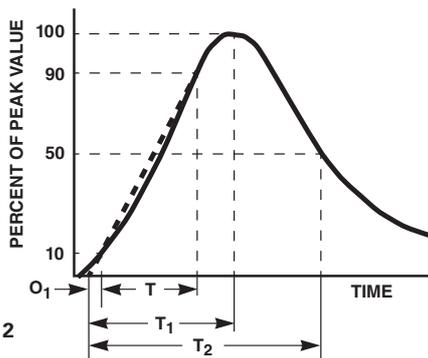


Figure 2

- O_1 = Virtual Origin of Wave
- T = Time from 10% to 90% of Peak
- T_1 = Rise Time = $1.25 \times T$
- T_2 = Decay Time

Example - For an 8/20 μ s Current Waveform:

- 8μ s = T_1 = Rise Time
- 20μ s = T_2 = Decay Time

Transient V-I Characteristics Curves

Maximum Clamping Voltage for 7mm Parts

V130LA1(P) - V300LA2(P)

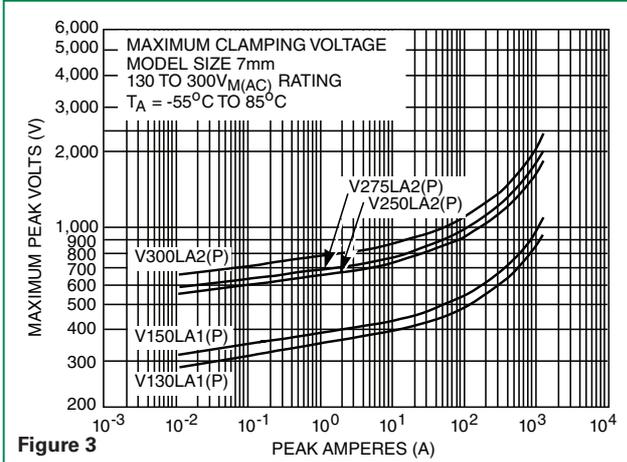


Figure 3

Pulse Rating Curves

Repetitive Surge Capability for 7mm Parts

V130LA1(P) - V480LA7(P)

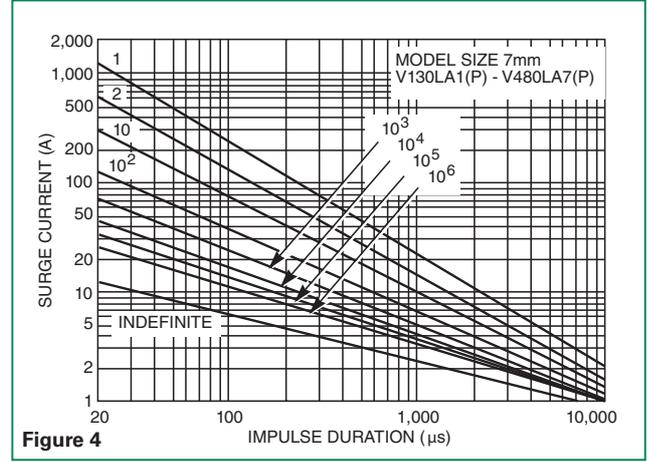


Figure 4

V130LA2(P) - V300LA4(P)

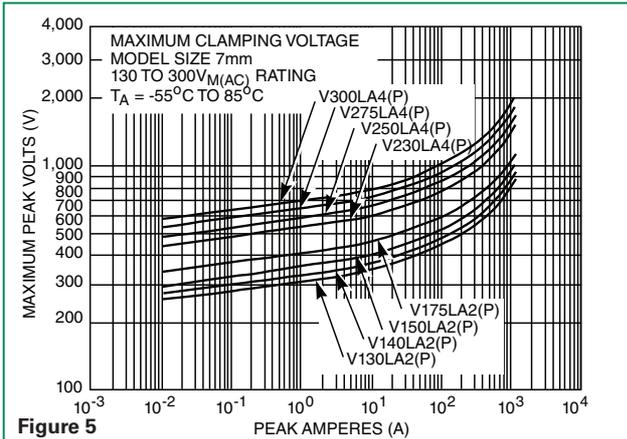


Figure 5

V320LA7(P) - V480LA7(P)

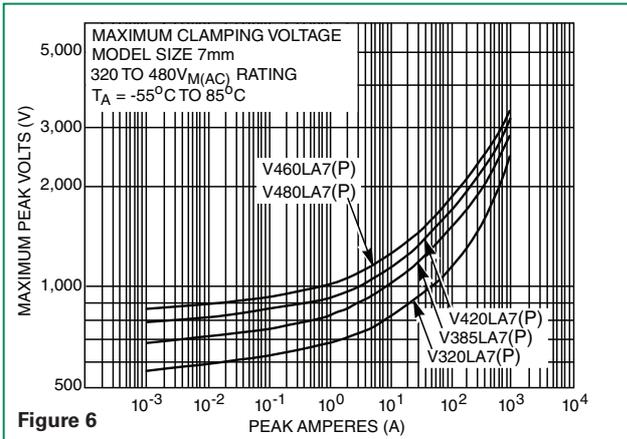


Figure 6

Transient V-I Characteristics Curves (Continued...)

Maximum Clamping Voltage for 10mm Parts

V130LA5(P) - V420LA10(P)

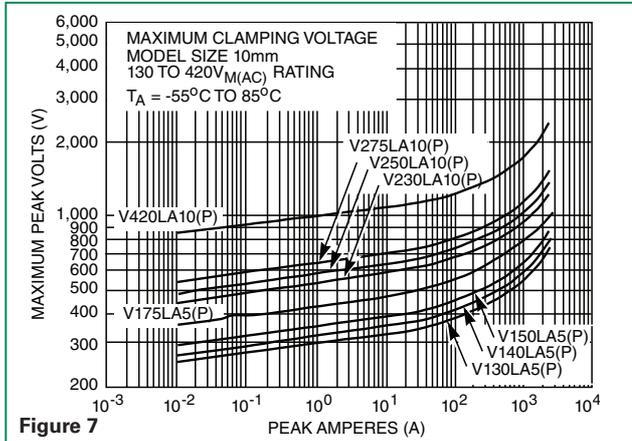


Figure 7

Pulse Rating Curves (Continued...)

Repetitive Surge Capability for 10mm Parts

V130LA5(P) - V680LA10(P)

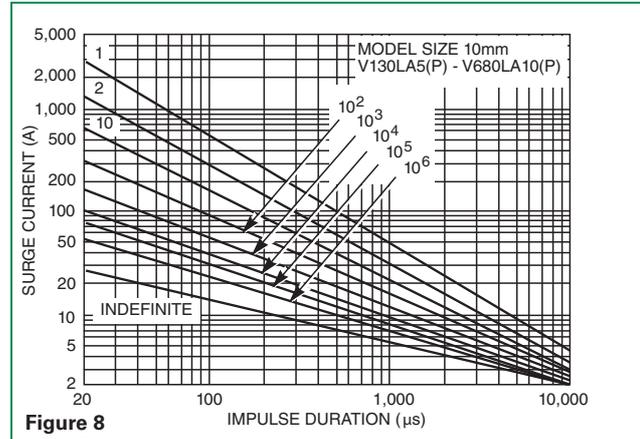


Figure 8

V300LA10(P) - V680LA10(P)

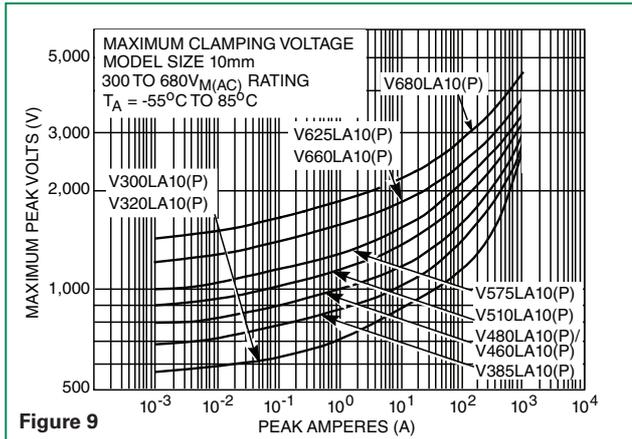


Figure 9

Transient V-I Characteristics Curves (Continued...)

Maximum Clamping Voltage for 14mm Parts

V130LA10A(P) - V320LA20A

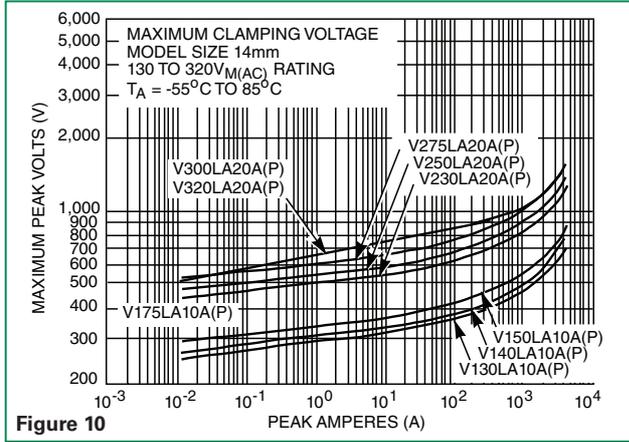


Figure 10

V385LA20A(P) V1000LA80A(P)

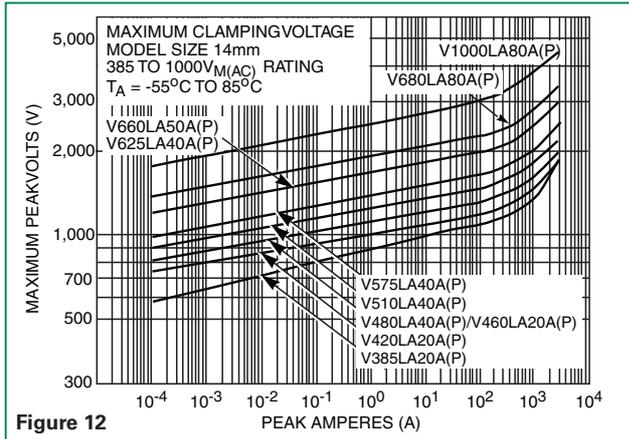


Figure 12

Pulse Rating Curves (Continued...)

Repetitive Surge Capability for 14mm Parts

V130LA10A(P) - V320LA20A(P)

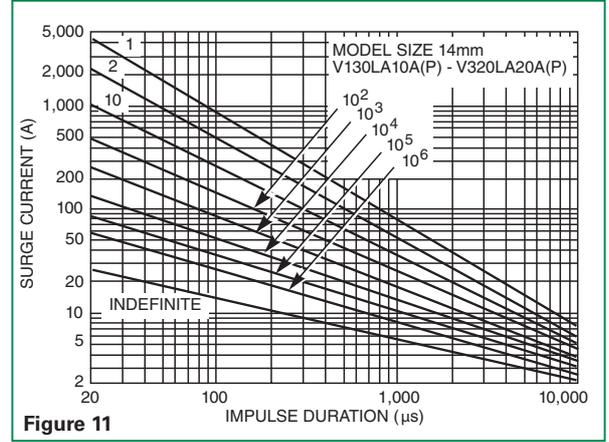


Figure 11

V385LA20A(P) - V1000LA80A(P)

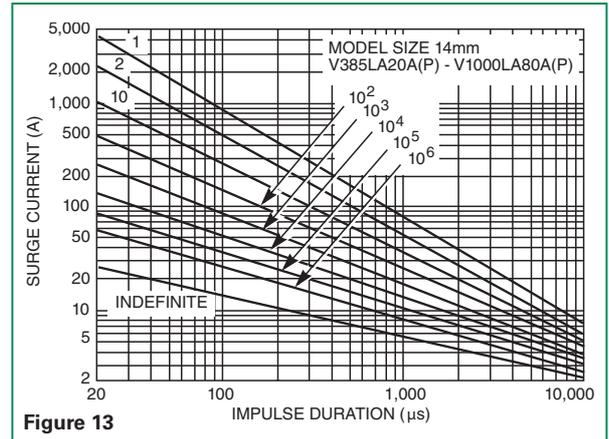


Figure 13

Transient V-I Characteristics Curves (Continued...)

Pulse Rating Curves (Continued...)

Maximum Clamping Voltage for 20mm Parts

V130LA20A(P) - V275LA40A(P)

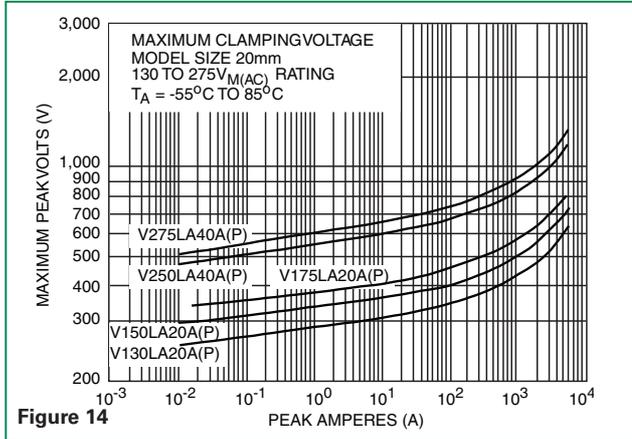


Figure 14

V300LA40A - V1000LA160B

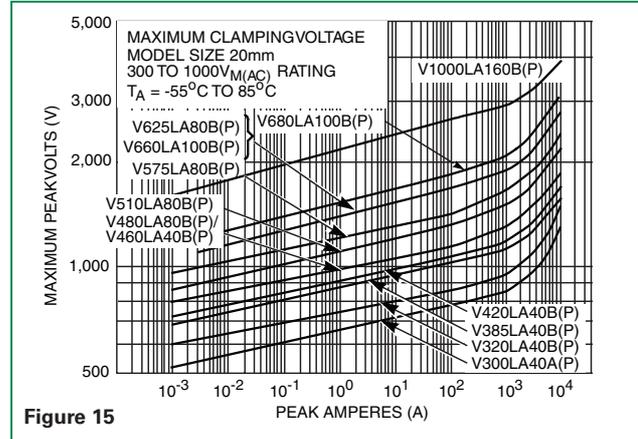


Figure 15

V130LA20B(P) - V275LA40(P)

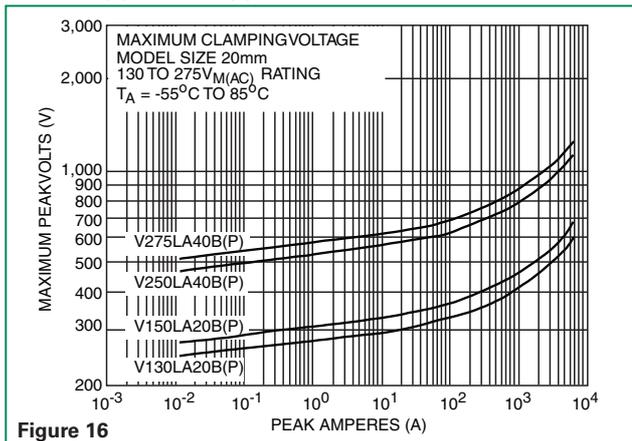


Figure 16

Repetitive Surge Capability for 20mm Parts

V130LA20A(P) - V320LA40B(P)

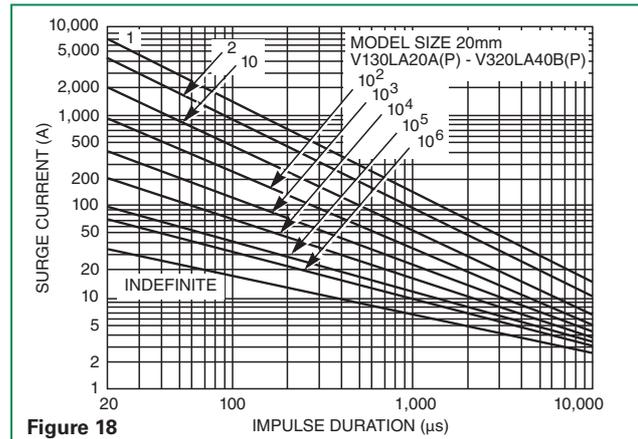


Figure 18

V130LA20A(P) - V275LA40A(P)

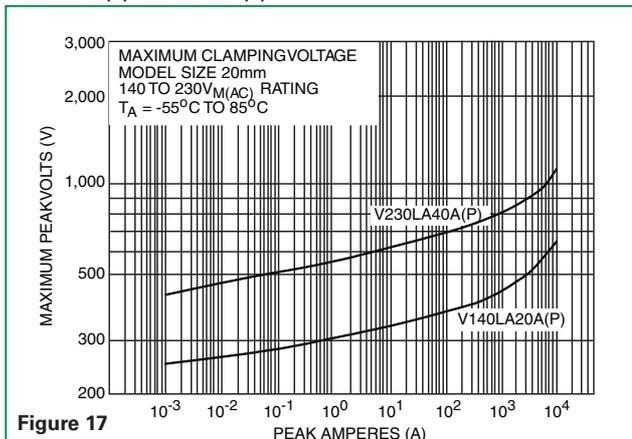


Figure 17

V385LA40B(P) - V1000LA160B(P)

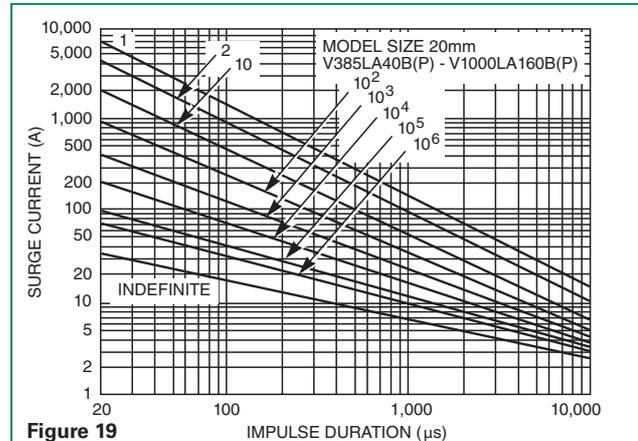
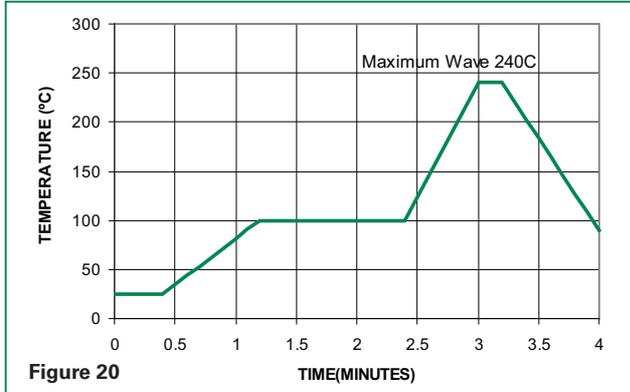


Figure 19

NOTE: If pulse ratings are exceeded, a shift of V_{NDC} (at specified current) of more than +/-10% could result. This type of shift, which normally results in a decrease of V_{NDC} , may result in the device not meeting the original published specifications, but does not prevent the device from continuing to function, and to provide ample protection.

Wave Solder Profile

Non Lead-free Profile



Lead-free Profile



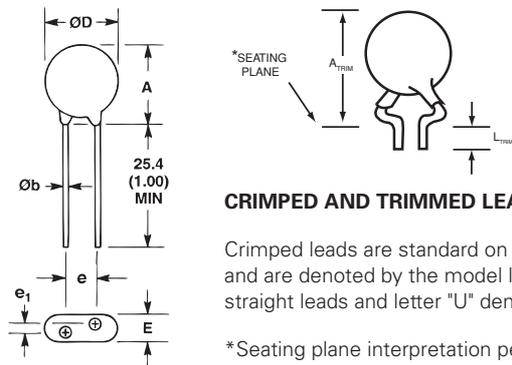
Physical Specifications

Lead Material	Tin-Coated Copper Wire
Soldering Characteristics	Solderability per MIL-STD-202, Method 208E
Insulating Material	Cured, flame retardant epoxy polymer meets UL94V-0 requirements
Device Labeling	Marked with LF, voltage, UL/CSA logos, and date code

Environmental Specifications

Operating Ambient Temperature Range	-55°C to +85°C
Storage Temperature Range	-55°C to +125°C
Humidity Aging	+85°C, 85% RH, 1000 hours +/-10% typical voltage change
Thermal Shock	+85°C to -40°C 5 times +/-10% typical voltage change
Solvent Resistance	MIL-STD-202, Method 215F
Moisture Sensitivity	Level 1, J-STD-020C

Product Dimensions (mm)



CRIMPED AND TRIMMED LEAD

Crimped leads are standard on LA types supplied in tape and reel and are denoted by the model letter "T." Model letter "S" denotes straight leads and letter "U" denotes special under-crimped leads.

*Seating plane interpretation per IEC-717

Dimension	V _{RMS} Voltage Model	7mm Size		10mm Size		14mm Size		20mm Size	
		Min. mm (in)	Max. mm (in)	Min. mm (in)	Max. mm (in)	Min. mm (in)	Max. mm (in)	Min. mm (in)	Max. mm (in)
A	V130LA-V320LA	-	12 (0.472)	-	16 (0.630)	-	20 (0.787)	-	26.5 (1.043)
	V385LA-V1000LA	-	13 (0.0512)	-	17 (0.689)	-	20.5 (0.807)	-	28 (1.102)
ØD	All	-	9 (0.354)	-	12.5 (0.492)	-	17 (0.669)	-	23 (0.906)
e	All	4 (0.157)	6 (0.236)	6.5 (0.256)	8.5 (0.335)	6.5 (0.256)	8.5 (0.335)	6.5 (0.256) (Note 2)	8.5 (Note 2)
e ₁	V130LA-V320LA	1.5 (0.059)	3.5 (0.138)	1.5 (0.059)	3.5 (0.138)	1.5 (0.059)	3.5 (0.138)	1.5 (0.059)	3.5 (0.138)
	V385LA-V1000LA	2.5 (0.098)	5.5 (0.217)	2.5 (0.098)	5.5 (0.217)	2.5 (0.098)	5.5 (0.217)	2.5 (0.098)	5.5 (0.217)
E	V130LA-V320LA	-	5.6 (0.220)	-	5.6 (0.220)	-	5.6 (0.220)	-	5.6 (0.220)
	V385LA-V510LA	-	7.3 (0.287)	-	7.3 (0.287)	-	7.3 (0.287)	-	7.3 (0.287)
	V550LA-V680LA	-	8.3 (0.327)	-	8.3 (0.327)	-	8.3 (0.327)	-	8.3 (0.327)
	V1000LA	-	-	-	-	-	10.8 (0.425)	-	10.8 (0.425)
Øb	All (Note 3)	0.585 (0.023)	0.685 (0.027)	0.76 (0.030)	0.86 (0.034)	0.76 (0.030)	0.86 (0.034)	0.76 (0.030) (Note 2)	0.86 (0.034) (Note 2)
A _{TRIM}	All	-	15 (0.591)	-	19.5 (0.768)	-	22.5 (0.886) (NOTE 4)	-	29.0 (1.142)
L _{TRIM}	All	2.41 (0.095)	4.69 (0.185)	2.41 (0.095)	4.69 (0.185)	2.41 (0.095)	4.69 (0.185)	2.41 (0.095)	4.69 (0.185)

Notes :

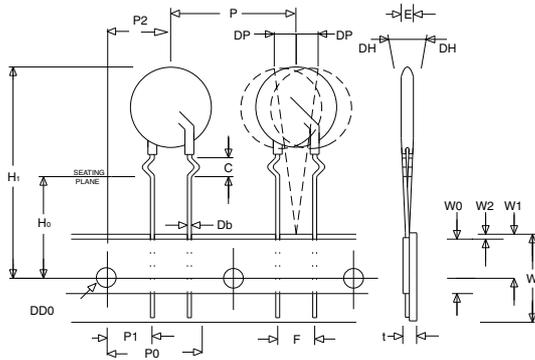
- Dimensions in millimeters, (inches) in parentheses.
- 10mm (9mm Min. & 11mm Max.) ALSO AVAILABLE; see additional lead style options
- 1000V parts supplied with lead wire of diameter 1.00 +/- 0.05 (0.039 +/- 0.002)
- 'A' Max. for V1000LC80A (P) = 24.00 (0.945")

Tape and Reel Specifications

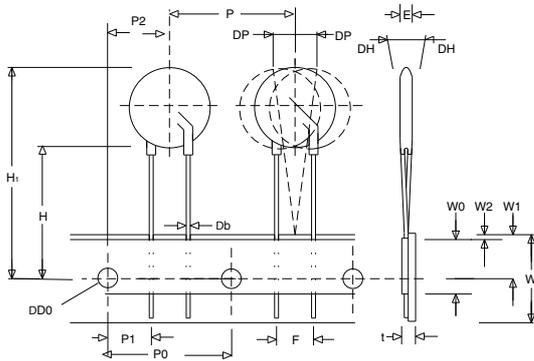
(Dimensions presented on following page.)

7mm Devices

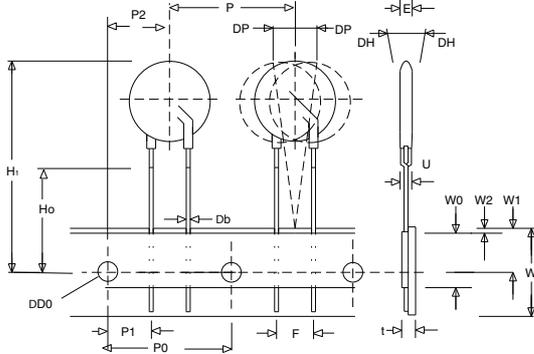
CRIMPED LEADS "LT"



STRAIGHT LEADS "LS"

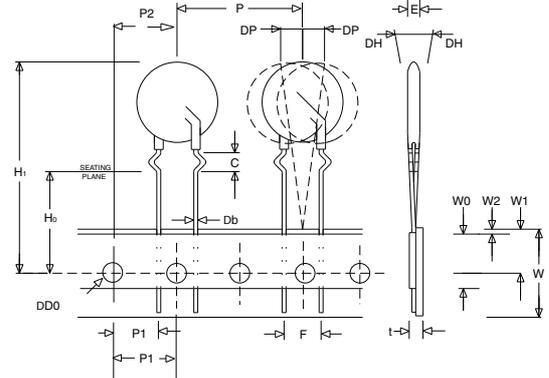


UNDER-CRIMPED LEADS "LU"

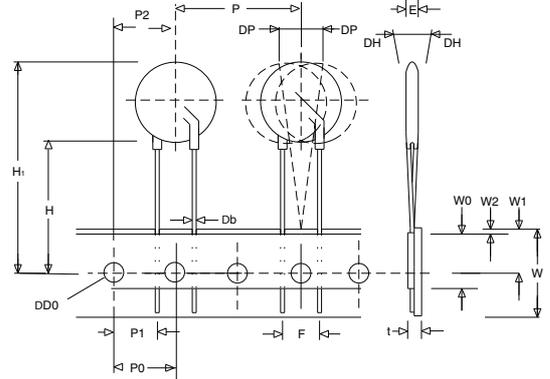


10, 14 and 20mm Devices

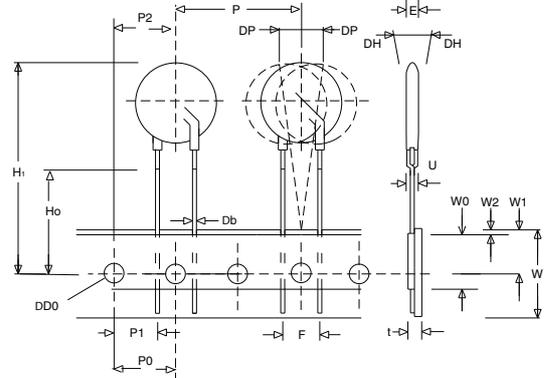
CRIMPED LEADS "LT"



STRAIGHT LEADS "LS"



UNDER-CRIMPED LEADS "LU"



Tape and Reel Specifications (continued)

- Conforms to ANSI and EIA specifications
- Can be supplied to IEC Publication 286-2
- Radial devices on tape are supplied with crimped leads, straight leads, or under-crimped leads
- 7mm parts are available on tape and reel up to 480 VAC only
- 10mm parts are available on tape and reel up to 510 VAC only
- 14mm and 20mm parts are available on tape and reel up to 550 VAC only

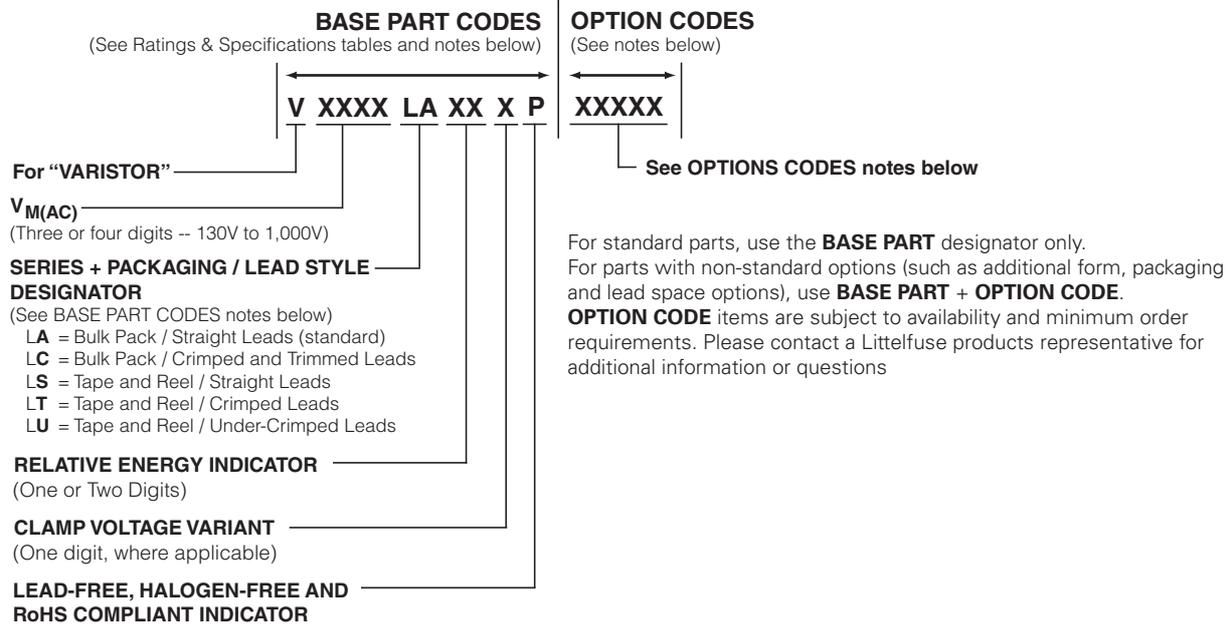
Symbol	Description	Model Size			
		7mm	10mm	14mm	20mm
P	Pitch of Component	12.7 +/- 1.0	25.4 +/- 1.0	25.4 +/- 1.0	25.4 +/- 1.0
P₀	Feed Hole Pitch	12.7 +/- 0.2	12.7 +/- 0.2	12.7 +/- 0.2	12.7 +/- 0.2
P₁	Feed Hole Center to Pitch	3.85 +/- 0.7	8.85 +/- 0.7	8.85 +/- 0.7	8.85 +/- 0.7
P₂	Hole Center to Component Center	6.35 +/- 0.7	12.7 +/- 0.7	12.7 +/- 0.7	12.7 +/- 0.7
F	Lead to Lead Distance	5.0 +/- 0.8	7.5 +/- 0.8	7.5 +/- 0.8	7.5 +/- 0.8
h	Component Alignment	2.0 Max	2.0 Max	2.0 Max	2.0 Max
W	Tape Width	18.0 +1.0 / -0.5	18.0 +1.0 / -0.5	18.0 +1.0 / -0.5	18.0 +1.0 / -0.5
W₀	Hold Down Tape Width	12.0 +/- 0.3	12.0 +/- 0.3	12.0 +/- 0.3	12.0 +/- 0.3
W₁	Hole Position	9.0 +0.75 / -0.50	9.0 +0.75 / -0.50	9.0 +0.75 / -0.50	9.0 +0.75 / -0.50
W₂	Hold Down Tape Position	0.5 Max	0.5 Max	0.5 Max	0.5 Max
H	Height from Tape Center to Component Base	18.0 +2.0 / -0.0	18.0 +2.0 / -0.0	18.0 +2.0 / -0.0	18.0 +2.0 / -0.0
H₀	Seating Plane Height	16.0 +/- 0.5	16.0 +/- 0.5	16.0 +/- 0.5	16.0 +/- 0.5
H₁	Component Height	32.0 Max	36.0 Max	40.0 Max	46.5 Max
D₀	Feed Hole Diameter	4.0 +/- 0.2	4.0 +/- 0.2	4.0 +/- 0.2	4.0 +/- 0.2
T	Total Tape Thickness	0.7 +/- 0.2	0.7 +/- 0.2	0.7 +/- 0.2	0.7 +/- 0.2
U	Under-crimp Width	8.0 Max	8.0 Max	8.0 Max	8.0 Max
P	Component Alignment	3° Max 1.00mm	3° Max 1.00mm	3° Max 1.00mm	3° Max

NOTE: Dimensions are in mm.

Standard Bulk Pack Quantity

Varistor Voltage Model	Standard Bulk Pack Quantity			
	Varistor Model Size			
	7mm	10mm	14mm	20mm
130-275	1500	1000	700	500
300-460	1500	1000	600	400
510-625	1500	1000	500	400
660	N/A	1000	500	400
680	N/A	1000	400	300
1000	N/A	N/A	300	200

Part Numbering System



Ordering Notes:

BASE PART CODES:

Series + Packaging / Lead Style Designators:

Ordering examples:

Straight Lead Bulk Pack (standard)	Straight Lead Tape & Reel	Crimped Lead Tape & Reel	Crimped & Trimmed Lead Bulk Pack	Under-Crimp Lead Tape & Reel
V130LA2P	V130LS2P	V130LT2P	V130LC2P	V130LU2P

Crimped leads are standard on LA Series varistors supplied in tape and reel, denoted with "LT." For crimped leads without trimming and any variations other than that described above, please contact Littelfuse.

Littelfuse LA Series varistors are shipped standard in bulk pack with straight leads and lead spacing outlined in the Package Dimensions section of this data sheet. Contact your Littelfuse sales representative to discuss non-standard options.

OPTION CODES:

X10: 10mm lead spacing option --

For 10 (-/+1) mm lead spacing (available on 20mm diameter models only), append standard model BASE PART number with "X10." Example:

Standard Model	Order As
V130LA20AP	V130LA20APX10

X2855: Nickel Barrier coated wire option --

All standard parts use Tin-coated Copper wire. Nickel Barrier coated wire is available as an option, consisting of Copper wire with a flashing of Nickel followed by a top coating of Tin. To order append standard model BASE PART number with "X2855." Example:

Standard Model	Order As
V130LA20AP	V130LA20APX2855

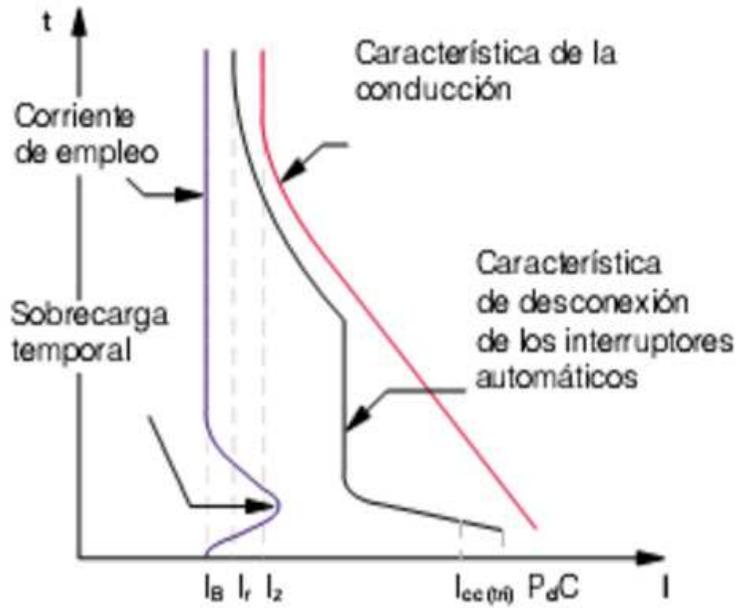
X1347: Hi-Temperature phenolic coating option --

Phenolic Coated LA Series devices are available with improved maximum operating maximum temperature of 125°C.

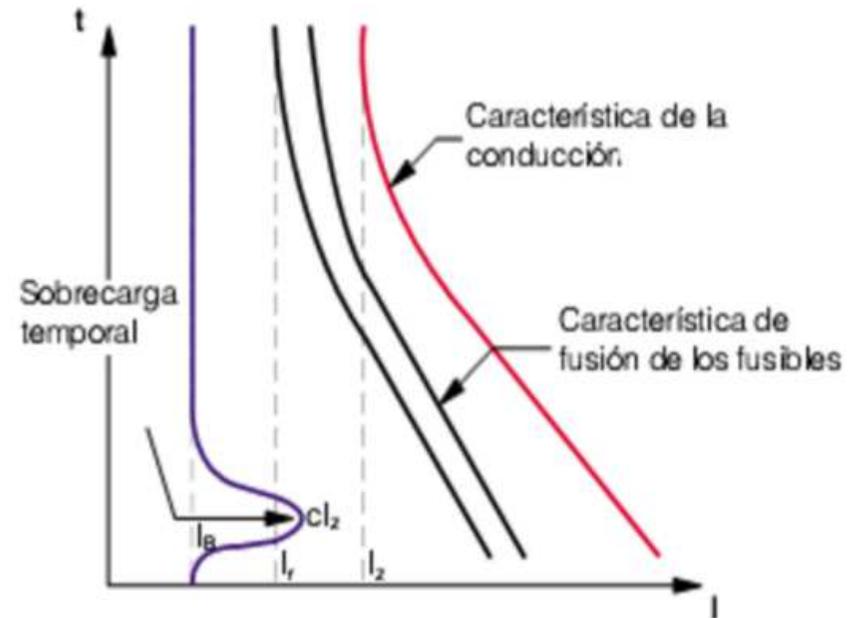
To order, add X1347 to end of part number (Example: V230LA20APX1347).

For additional information please refer to the section labeled "Phenolic Coating Option" on the third page of this document under the "Electrical Characteristics" table.

CURVA DE DISPARO DE LAS PROTECCIONES



Principio de la protección de un circuito con interruptor automático



Principio de protección de un circuito con fusibles