



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES
ELÉCTRICAS**

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA**

Autor: Airam Ramírez Cabrera

Tutores: Ricardo Mesa Cruz

Sergio Diaz González

Fecha: Julio de 2021

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS
DE PROTECCIONES ELECTRICAS

Índice

1. Memoria	4
1.1. Abstract	4
1.2. Objeto	4
1.3. Alcance	4
1.4. Emplazamiento	4
1.5. Necesidad del proyecto	5
1.6. Posibles soluciones al proyecto	5
1.6.1. Ensayo de cortocircuito	5
1.6.2. Ensayo de Sobreintensidad	6
1.6.2.1. Primer esquema para falla sobreintensidades	6
1.6.2.2. Segundo Esquema para falla sobreintensidad	7
1.6.2.3. Tercer Esquema para la falla de sobreintensidad	8
1.6.3. Ensayo de deriva a tierra	9
1.6.3.1. Primer esquema para la falla de deriva a tierra	9
1.6.3.2. Segundo Esquema para la falla de deriva a tierra	10
1.6.4. Ensayo de sobretensión permanente	12
1.6.4.1. Primer Esquema para falla de sobretensión permanente	12
1.6.4.2. Segundo Esquema para falla de sobretensión permanente	12
1.6.5. Ensayo de sobretensión transitoria	13
1.7. Esquemas finales	14
1.7.1. Esquema para la falla de cortocircuito	14
1.7.2. Esquema para la falla de sobreintensidad	14
1.7.3. Esquema para la falla de deriva a tierra	15
1.7.4. Esquema para la falla de sobretensión permanente	16
1.7.5. Esquema para falla de sobretensión transitoria	17
1.8. Simulaciones de los esquemas seleccionados	17
1.9. Presupuesto	20
1.9.1. Esquema de cortocircuito	21
1.9.2. Esquema de sobreintensidad	21
1.9.3. Esquema de deriva a tierra	21
1.9.4. Esquema de sobretensión permanente	22
1.9.5. Esquema de sobretensión transitoria	22
1.9.6. Costes de mano de obra	23
1.9.7. Costes de materiales	23

1.9.8.	Coste total	23
1.10.	Programas utilizados	24
1.11.	Conclusión	24
1.12.	Bibliografía	24

1. Memoria

1.1. Abstract

The objective of this project is to design some schematics that can produce all electric failures that could be found in an electrical installation. The purpose of this is helping university students to learn how this electrical protection works.

Firstly, knowing that the main users of this project are university students instead of qualified professionals, the project has to be designed to be safe for the user. In this case, the user will manipulate a low voltage circuit. This low voltage circuit will close the “high” voltage circuit producing the electric failure.

Furthermore, all the circuits must have a low level of consumption. This low level of consumption allows the use of cheap components in the project reducing the total price and the cost of the used energy.

The project must have at least five types of electric failures. These failures are a short-circuit, a ground contact, an over intensity and an over permanent and transitory voltage. Like mentioned before, these schematics have to be safe for the user and don't spend a lot of energy.

To conclude, we have to calculate the value of some components and later simulate this circuits using a program and checking the correct function of the schematics. The program that is going to be used is “ORCAD Capture”.

1.2. Objeto

El objeto de este trabajo de fin de grado es la realización de un diseño para un banco de pruebas de protecciones eléctricas, cuya finalidad será la de poder corroborar el correcto funcionamiento de todas las protecciones eléctricas que deben estar presentes en una vivienda según la normativa vigente, siendo esta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el cual fue aprobado por el Real Decreto 842/2002 el 2 de agosto.

1.3. Alcance

Este diseño de un banco de pruebas estará orientado al ámbito educativo. con la finalidad de producir una falla controlada en un circuito para que salte la protección eléctrica. Dicha falla no debe suponer un riesgo alguno para la seguridad de cualquier persona presente, además tampoco debe suponer un peligro para la propia instalación eléctrica.

1.4. Emplazamiento

El proyecto no consta de lugar específico para su emplazamiento pero debido a su función, la cual es la educativa, se podría suponer que estaría ubicado en alguna de las naves de prácticas de la Escuela Superior de ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna

1.5. Necesidad del proyecto

Este proyecto surge con la finalidad de enseñar a los alumnos que estén cursando un nivel universitario el funcionamiento de las protecciones eléctricas presentes en viviendas e instalaciones industriales. Debido a la finalidad educativa de este proyecto, se debe intentar lo máximo posible que el uso de este para comprobar el correcto funcionamiento de las protecciones eléctricas sea lo más interactivo posible, con el fin de que el estudiante entienda el funcionamiento de dichas protecciones.

Además debido a la finalidad para la cual está destinado este proyecto, se deben tener en cuenta una serie de consideraciones en base a medidas de seguridad teniendo en cuenta que algunas personas que van a utilizar dicho proyecto pueden carecer o no tener ninguna formación de seguridad frente a contactos indirectos o en base al propio funcionamiento de la electricidad.

1.6. Posibles soluciones al proyecto

Antes de desarrollar las posibles soluciones al problema que se plantea solucionar, hay que tener en cuenta que las personas a las que va dirigido este proyecto son principalmente alumnos universitarios. Dichos alumnos, en el peor de los casos pueden no tener ninguna formación básica para prevenir posibles contactos directos o indirectos. Estos podrían producir heridas, quemaduras e incluso el fallecimiento de alguno de los usuarios debido a la tensión con la que se va a trabajar. Por esta razón se van a aislar los circuitos con esta tensión elevada y en su lugar se va a diseñar los esquemas para que el usuario únicamente manipule un circuito con una tensión que no represente ningún riesgo para su salud ni la de los demás sin que esto repercuta en el correcto funcionamiento del proyecto.

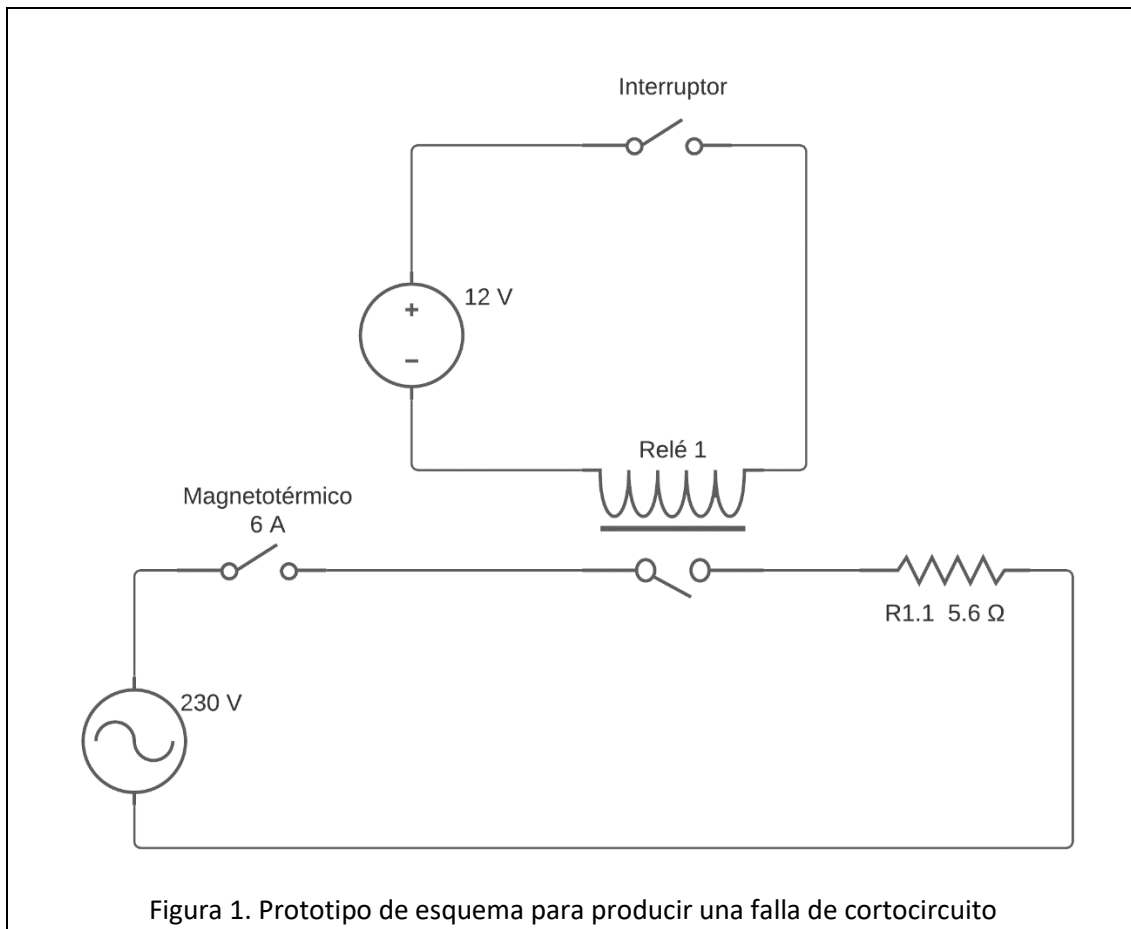
Todos los circuitos que producen las fallas que se van a plantear en los siguientes apartados están alimentados con una línea monofásica de 230 V. De esta línea se debe reducir la tensión y convertir esta en una tensión continua de bajo voltaje. Esta tensión, la cual se va a utilizar para alimentar los circuitos que manipulan los usuarios, se indica en cada uno de los esquemas diseñados.

1.6.1. Ensayo de cortocircuito

Para este tipo de falla se diseñó un único circuito, este consta de dos circuitos, uno alimentado a 12 V, que es el que va a manejar el usuario y otro circuito de 230V. Es en este circuito de 230 V en el cual se va a producir la falla de cortocircuito.

El alumno debe accionar una palanca para cerrar el circuito de 12 V, el cual, mediante la bobina de un relé, cerrará el circuito de 230 V y producirá una falla de cortocircuito. Para ahorrar potencia y tener una mayor seguridad, el magnetotérmico debe funcionar en la zona magnética.

Este circuito quedaría como el que se puede observar en la Figura 1.



1.6.2. Ensayo de Sobreintensidad

Al contrario que para el ensayo de cortocircuito, en el ensayo de sobreintensidades se pretende simular una sobrecarga por conexión de más aparatos de los que puede soportar el circuito previamente diseñado. Para esto se pretende que el usuario tenga que encender 4 luces, pero el circuito para el cual se diseñó solo puede soportar 3 o menos de estas luces encendidas, de forma que cuando se encienden las cuatro, el interruptor magnetotérmico salte y abra el circuito de 230 V.

Para producir este tipo de falla se diseñaron tres esquemas, de los cuales se acabó seleccionando solo uno de ellos para seguir adelante con el modelado y dimensionamiento de los elementos. Esto se debe a que este esquema mostraba una serie de ventajas en comparación con los otros esquemas que se habían diseñado previamente.

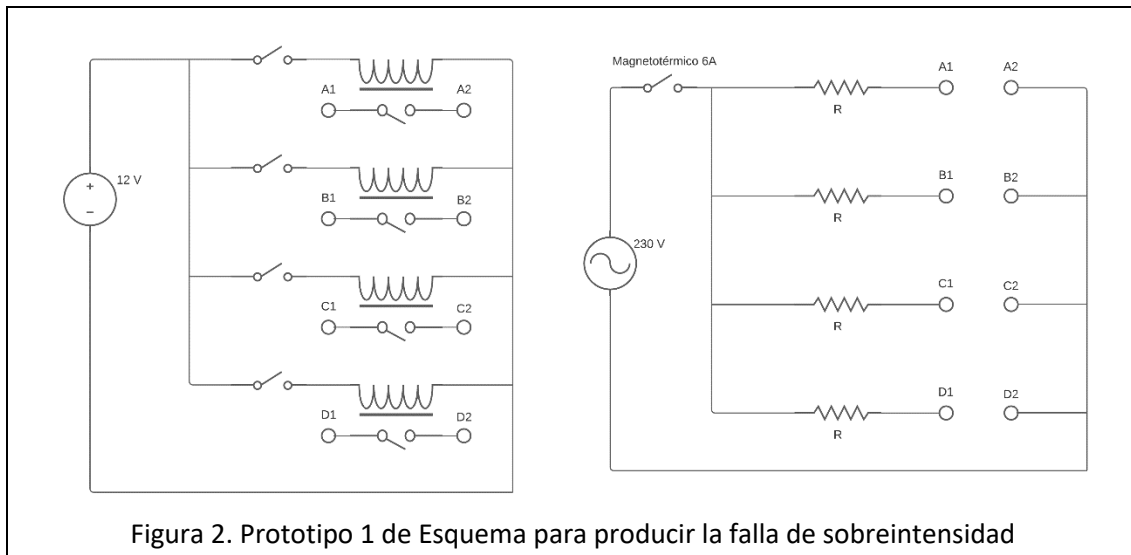
1.6.2.1. Primer esquema para falla sobreintensidades

El primer esquema que producía una falla de sobreintensidad consta de dos circuitos: Uno de ellos alimentado a 12 V y otro alimentado a 230 V. El circuito de 12 V consta de una serie de palancas y relés que cierran el circuito de 230 V permitiendo de esta forma que la corriente circule por este.

Cada relé está en serie con una resistencia y la activación de 4 de estos relés provoca que pase la suficiente intensidad por el magnetotérmico como para que este salte y abra el circuito. El

principal problema que tiene este circuito, al contrario que los otros dos que se diseñaron posteriormente, es que si solo se activan dos palancas, la intensidad no es lo suficientemente alta como para que el interruptor magnetotérmico corte rápidamente la corriente. Si a esto le agregamos que la cantidad de corriente que circula es mucho mayor a 5 amperios, obtenemos una cantidad enorme de potencia que estas resistencias deben disipar. Razón por la cual no sería viable su implementación.

En la Figura 2 se puede observar cómo es el circuito del que se ha hablado previamente.

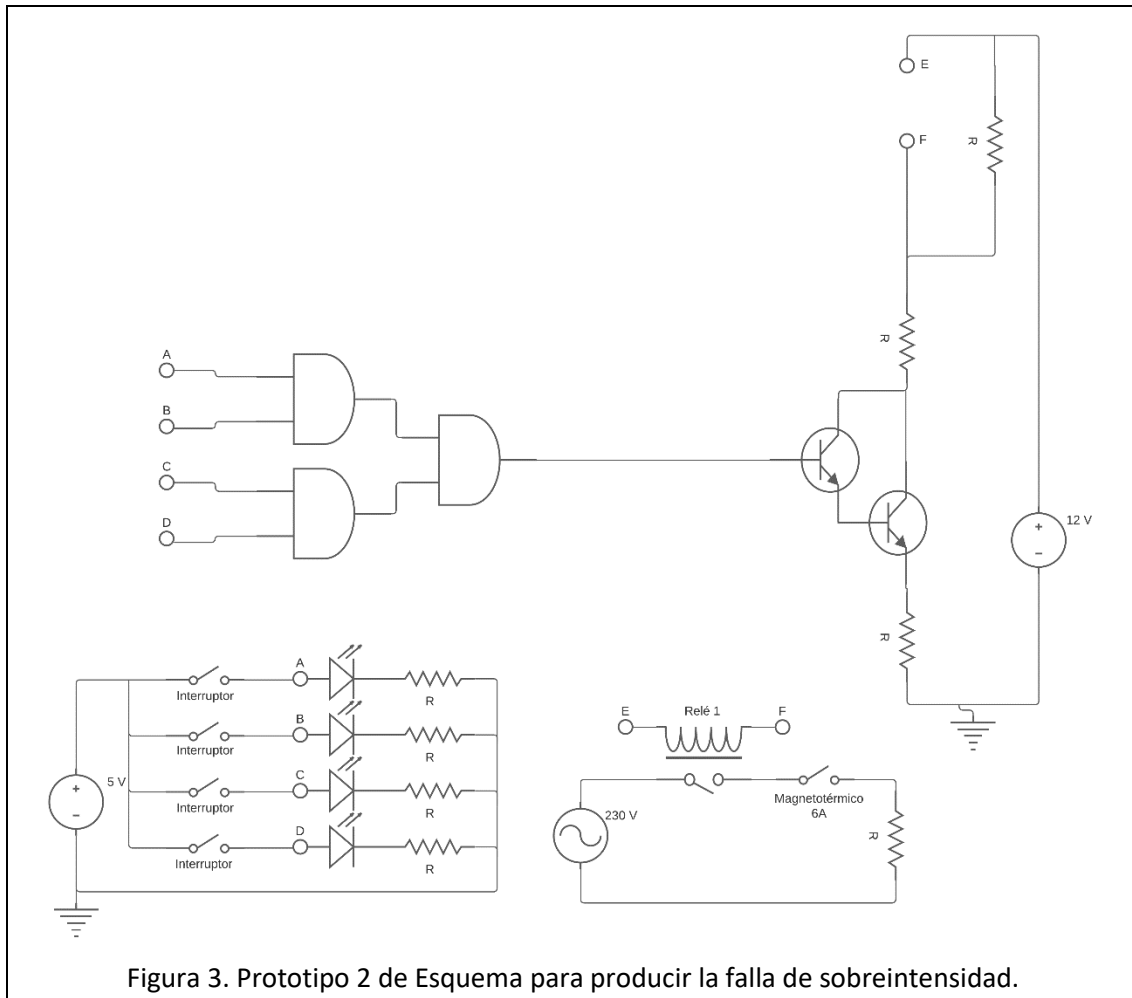


1.6.2.2. Segundo Esquema para falla sobreintensidad

Debido al problema de implementación que tiene el esquema del apartado 2.2.1 se procedió a diseñar un circuito que no disipase una cantidad excesiva de energía mientras una o más de las palancas estén encendidas.

El nuevo circuito diseñado consta de 3 subcircuitos: uno de ellos alimentado a 5 V, el otro a 12 V y el último de ellos a 230 V. El primero de estos circuitos se utiliza para que el usuario active una serie de palancas conectadas a varias puertas AND, de forma que al activarse 4 de estas palancas, a la salida de las puertas AND obtengamos una salida en corriente y tensión. La salida de la puerta AND está conectada con la puerta de un par Darlington. Este par Darlington está en el circuito de 12 V, de forma que cuando se reciba tensión en la entrada, se amplifique la corriente que circula por este y en consecuencia esta corriente circule por el relé, cerrando el circuito secundario y produciendo de esta forma la falla de sobreintensidad.

Este segundo esquema se puede observar en la Figura 3. En esta se puede observar los tres circuitos que se han mencionado previamente.



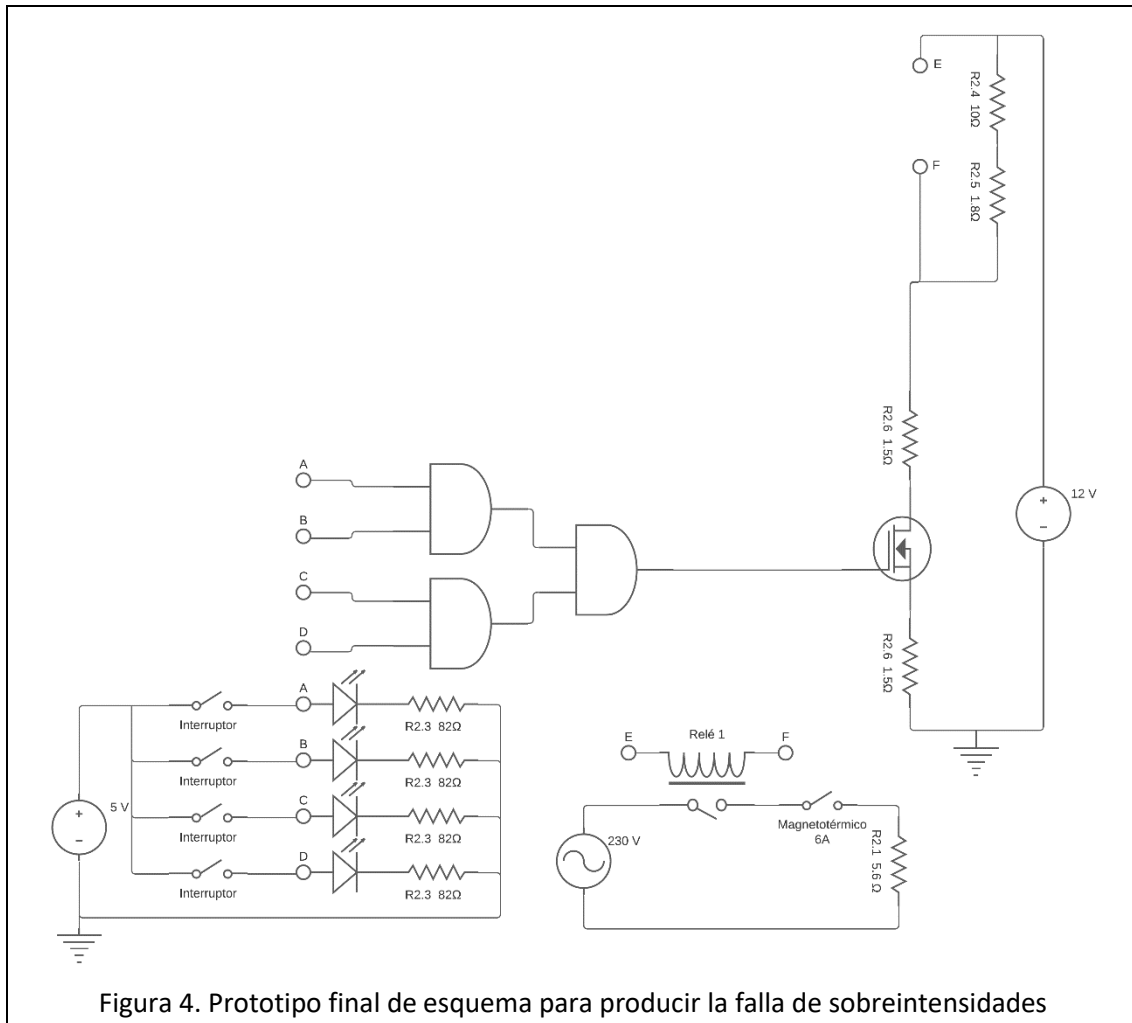
Un problema que tiene el circuito de la Figura 3 es la dificultad de hacer los cálculos. Esto se debe a la salida en corriente de la puerta AND. Esta salida en corriente produce el desconocimiento de la tensión exacta a la salida de esta, por lo que solo podríamos regular la corriente que pasa por el relé de una forma inexacta. Es por esto por lo que se debe buscar otra solución que sea fácilmente implementable y que no tenga esta salida en corriente y por consiguiente una caída de tensión en la puerta AND

1.6.2.3. Tercer Esquema para la falla de sobreintensidad

Este tercer circuito se diseñó basándose en el circuito 2.2.2 pero haciendo unos cambios para poder solucionar el principal problema que tiene el anterior circuito. Este nuevo circuito será exactamente igual al del apartado anterior, solo que en lugar de utilizar un par Darlington se va a utilizar un transistor MOSFET de canal N. Este tipo de transistores se polarizan con el uso de la tensión y no con la corriente. Sin embargo, en realidad si tienen una pequeña entrada en corriente, pero esta es lo suficientemente pequeña como para suponer que no hay caída de tensión a la salida de la puerta AND.

El resto del circuito de 12 V constaría con una serie de resistencias cuya finalidad es la de polarizar el transistor correctamente.

Este esquema completo se puede observar en la Figura 4. En esta se puede ver como el relé cerrará el circuito secundario hasta que no circule corriente por el transistor MOSFET.



1.6.3. Ensayo de deriva a tierra

Para este ensayo se debe producir una falla de deriva a tierra, de forma que el interruptor diferencial detecte esta falla y abra el circuito.

Para este ensayo se supone que la falla se desea producir a un diferencial con una sensibilidad de 30 mA, por lo que se va a tratar que circule por este esa corriente mínima a fin de evitar tener que sobredimensionar muchas resistencias o elementos.

1.6.3.1. Primer esquema para la falla de deriva a tierra

Este esquema consta de dos subcircuitos, uno de ellos alimentado a 230 V_{AC} y el otro de ellos alimentado a 12 V_{DC}. El circuito de 12 V_{DC} es el que el usuario va a manejar. Al cerrar el circuito de 12 V_{DC}, se cierra el segundo de forma que se produce la falla. El segundo circuito consta principalmente de una resistencia que se va a regular para que pase la corriente mínima que se necesita para producir la falla.

Como es lógico, no sería buena idea utilizar el cable de tierra y la fase para producir este tipo de falla, por lo que en su lugar no se va a conectar el neutro al diferencial, de forma que al circular la corriente mínima por este, se abra el circuito.

El principal problema que presenta este circuito es la falta de interactividad con el usuario, es decir, solo se utiliza una palanca y el usuario en ningún momento ve como se produce la falla.

Este esquema se puede ver en la Figura 5

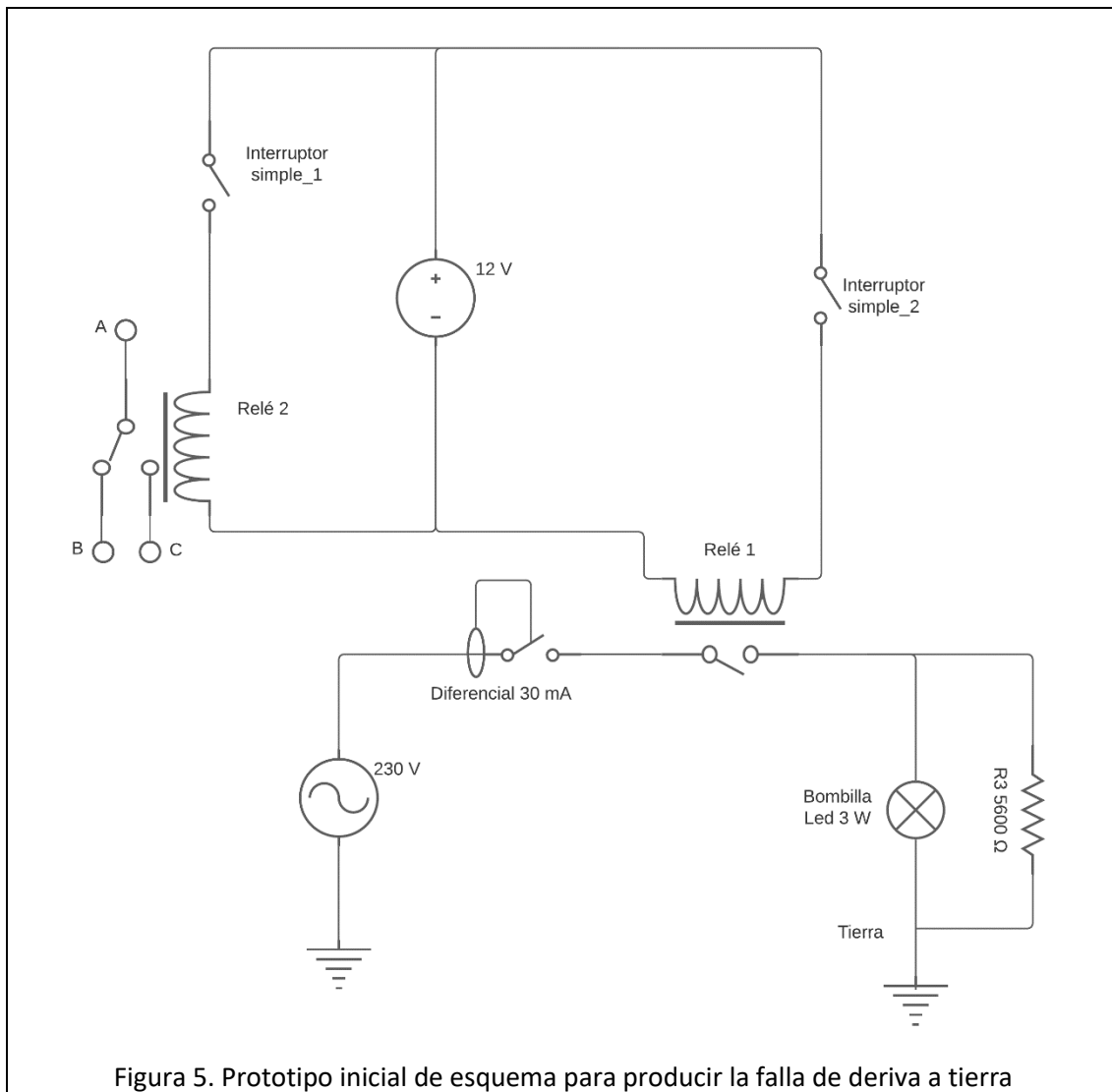


Figura 5. Prototipo inicial de esquema para producir la falla de deriva a tierra

1.6.3.2. Segundo Esquema para la falla de deriva a tierra

Este circuito se diseñó basándose en el circuito anteriormente descrito salvo algunas modificaciones que se implementaron para hacer el esquema más interactivo con el usuario.

Este esquema consta al igual que el anterior de dos circuitos, uno alimentado a 12 V_{DC} y otro alimentado a 230 V_{AC}. El circuito alimentado a 12 V_{DC} es el que va a manipular el usuario y consta de dos relés, uno de estos cierra el circuito de 230 V_{AC} encendiendo una bombilla y el otro cortocircuita el neutro que va por el interruptor diferencial. De esta forma por el interruptor diferencial solo pasa la corriente que viene por la fase, razón por la cual el interruptor diferencial abrirá el circuito apagando de esta forma la bombilla.

De esta forma el usuario podrá simular la falla a tierra en el momento en el que desee activando el segundo relé y pudiendo observar de esta forma como salta el interruptor diferencial y en

consecuencia como se apaga la bombilla, al igual que pasaría en una vivienda ante un contacto indirecto o una deriva a tierra.

Este circuito se puede observar en la Figura 6 y en la Figura 7. Siendo la Figura 6 el circuito que se debe implementar y la Figura 7 el cortocircuito que se ha diseñado para el interruptor diferencial.

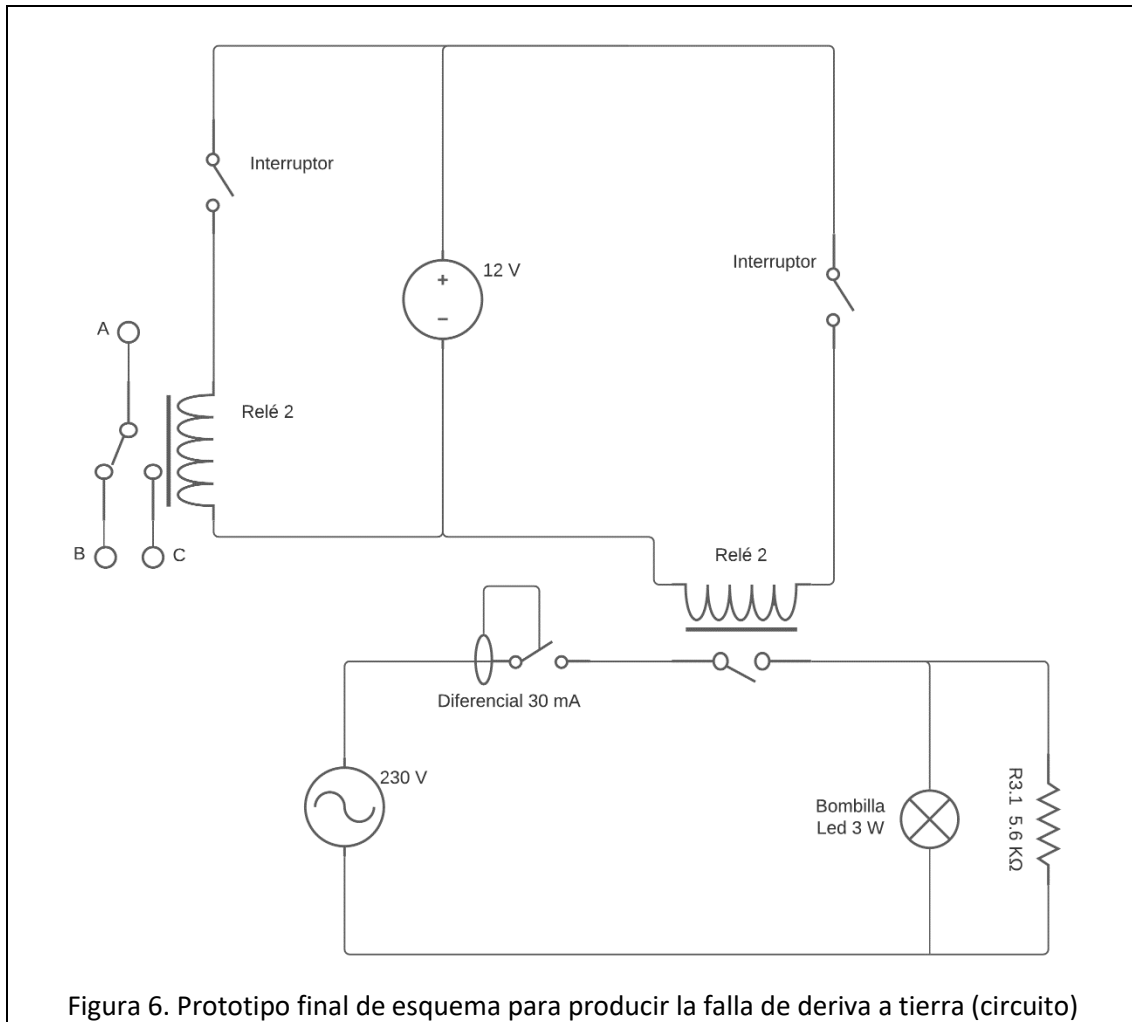


Figura 6. Prototipo final de esquema para producir la falla de deriva a tierra (circuito)

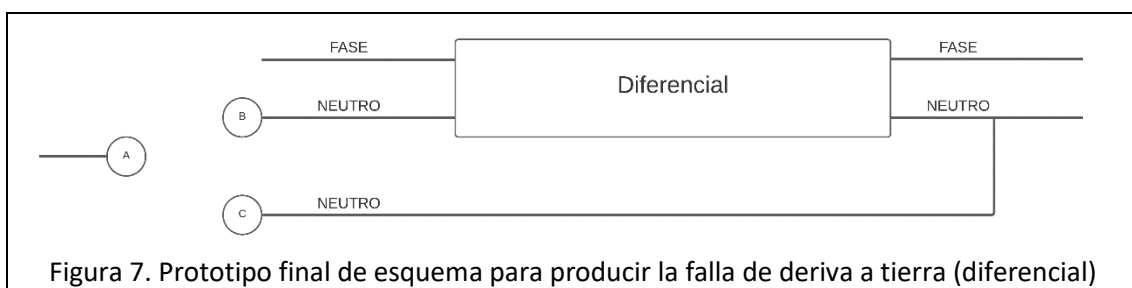


Figura 7. Prototipo final de esquema para producir la falla de deriva a tierra (diferencial)

1.6.4. Ensayo de sobretensión permanente

Para este ensayo se debe simular una sobretensión permanente. La tensión que nos llega por la línea monofásica a la que se alimentan todos los esquemas no es suficiente para producir este tipo de falla. Esta es la razón por la cual se va a utilizar un transformador para elevar dicha tensión.

1.6.4.1. Primer Esquema para falla de sobretensión permanente

Este esquema consta principalmente de dos circuitos, uno alimentado a 12 V_{DC} y otro alimentado a 230 V_{AC}. En el circuito de 12 V_{DC} encontramos un interruptor que el usuario va a utilizar para cerrar este circuito y ,mediante un relé, el circuito de 230 V_{AC}.

En el circuito de 230 V_{AC} encontramos un transformador que eleva la tensión hasta los 400 V, a continuación conectaremos el dispositivo sobretensiones y una bombilla. Esta bombilla se coloca para que el usuario pueda observar el tiempo que tarda el dispositivo para sobretensiones permanentes en abrir el circuito y cortar el paso de la corriente.

El esquema que se ha diseñado para producir esta falla se puede observar en la Figura 8.

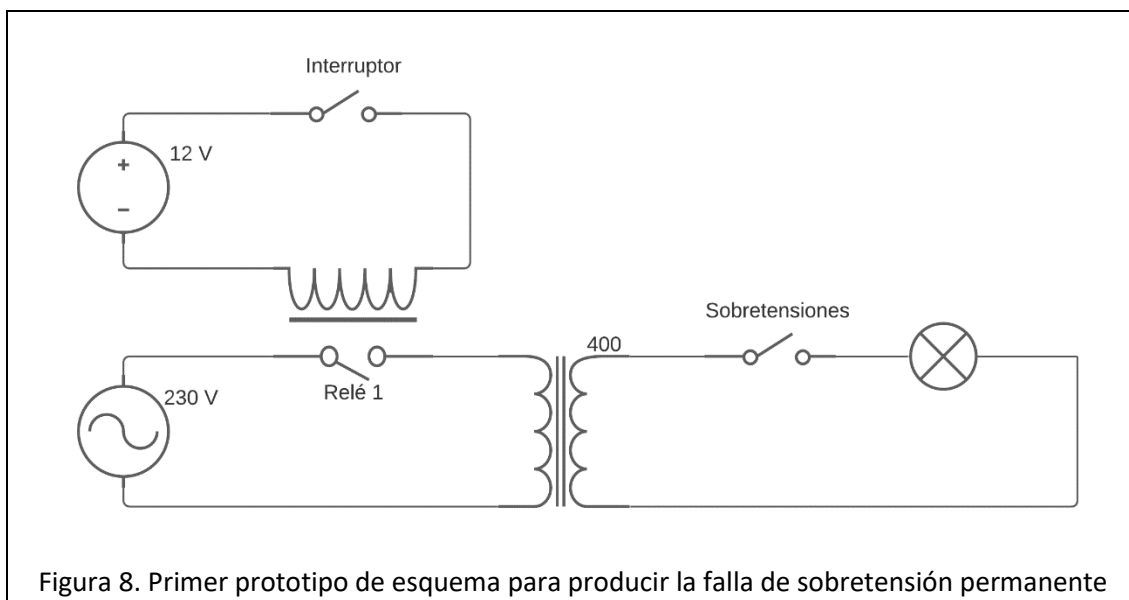


Figura 8. Primer prototipo de esquema para producir la falla de sobretensión permanente

1.6.4.2. Segundo Esquema para falla de sobretensión permanente

El esquema diseñado en el apartado 2.4.1 tiene un problema. Como se puede observar en la Figura 8, la bombilla está sometida a una tensión de 400 V. Esto puede suponer un deterioro significativamente rápido y por consiguiente la pérdida de vida útil del objeto. Además, debido a la elevada tensión, puede incluso llegar a romperse, razón por la que se realizó una pequeña modificación a este esquema.

Esta modificación se puede ver en la Figura 9 y consiste en añadir dos resistencias en serie y calcular el valor de estas para que en la bombilla haya una diferencia de tensión de 230 V. De esta forma se alarga su vida útil y se evita la posible ruptura de este elemento.

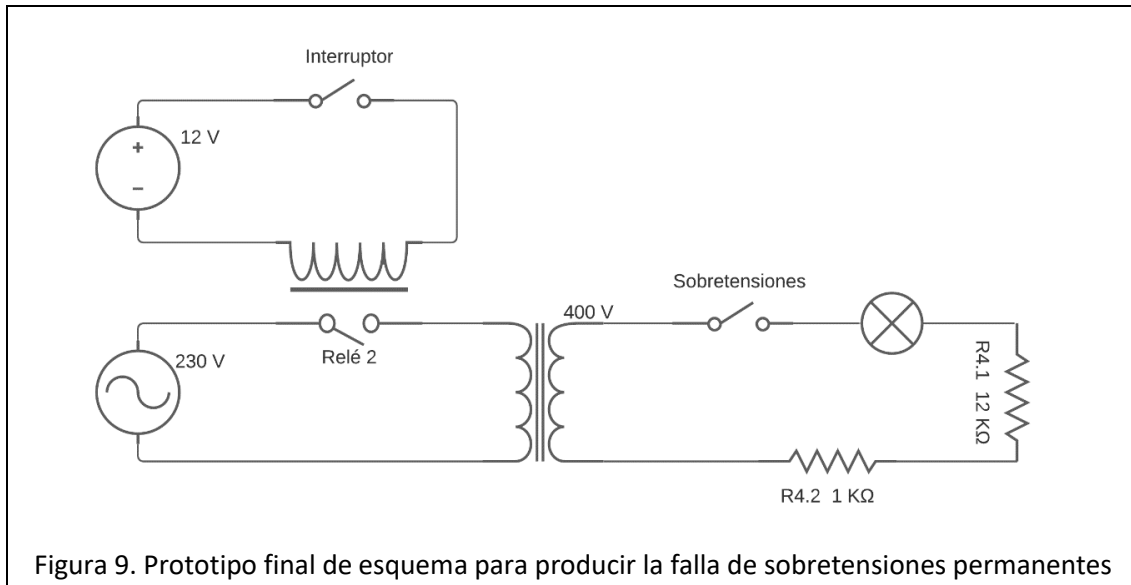


Figura 9. Prototipo final de esquema para producir la falla de sobretensiones permanentes

1.6.5. Ensayo de sobretensión transitoria

Para este ensayo se debe simular una subida de tensión transitoria por lo que al igual que en el apartado 2.4 va a ser necesario un transformador para elevar la tensión. Debido a que se trata de una sobretensión transitoria, se va a cargar un condensador con la tensión del transformador. Después se va a conectar este condensador al circuito para que produzca un nivel de tensión elevado, pero de forma transitoria.

Este circuito consta de dos subcircuitos, el primero de ellos alimentado a 12 V_{DC} y el segundo de ellos alimentado a 230 V_{DC}. El funcionamiento principal de este circuito es el de generar una tensión transitoria elevada mediante el uso de un condensador. Para ello primero se debe aislar el condensador del circuito de descarga y cargarlo con corriente continua, por lo que es necesario implementar un puente de diodos tras el transformador.

El subcircuito de 12 V_{DC} tiene dos relés, uno de ellos activa el circuito de carga del condensador y el otro abre el circuito de carga y simultáneamente cierra el circuito de descarga. Además para hacer esta falla más interactiva con el usuario, se ha agregado una bombilla, la cual funciona a 230 V. Al igual que en el apartado anterior se han agregado unas resistencias en serie, con el fin de conseguir que en la bombilla caiga la tensión para la cual fue diseñada. Este circuito se puede ver en la Figura 10.

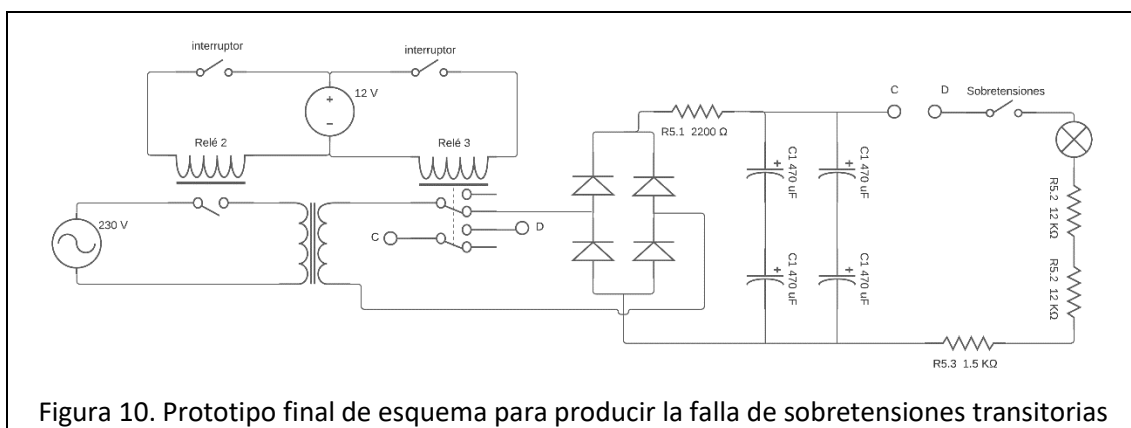


Figura 10. Prototipo final de esquema para producir la falla de sobretensiones transitorias

1.7. Esquemas finales

1.7.1. Esquema para la falla de cortocircuito

Para este esquema se ha seleccionado el único esquema que se ha diseñado. No fue necesario buscar otras alternativas debido a que el propio circuito ya constaba con las características necesarias: que funcione correctamente y sea interactivo con el usuario. Además tampoco hay ningún problema con su implementación, por lo que se acaba seleccionando el circuito que se puede ver en la Figura 11.

En esta figura además se puede ver una pequeña modificación con el que se describió previamente, este cambio, el cual ha sido añadir resistencias en paralelo. Esto se debe a la reducción en el coste total de las resistencias en comparación con la anterior, la cual tenía que disipar mucho más potencia que cada una de estas.

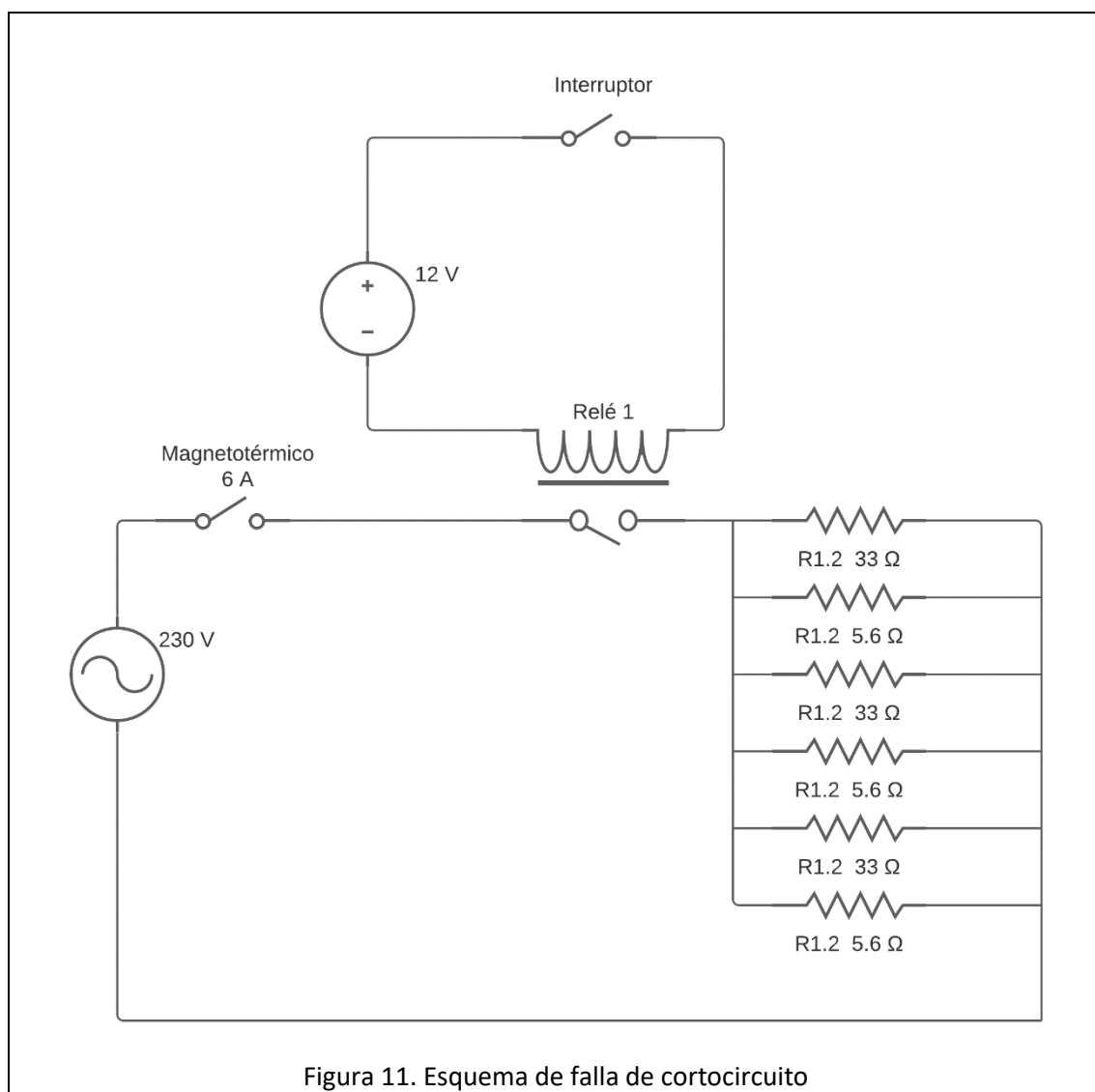


Figura 11. Esquema de falla de cortocircuito

1.7.2. Esquema para la falla de sobreintensidad

Para producir la falla de sobreintensidad finalmente se ha seleccionado el circuito que se puede apreciar en la Figura 12. La razón de utilizar este circuito, en lugar de los otros diseñados, es la

facilidad de cálculos que se deben hacer para este en comparación con el que posee un par Darlington. Además, el MOSFET tiene una entrada en corriente casi nula, lo que mejora el funcionamiento de las puestas AND, pudiendo otorgar estas el voltaje necesario para los cálculos. El circuito de la Figura 2 se descarta por ser demasiado costoso en términos energéticos.

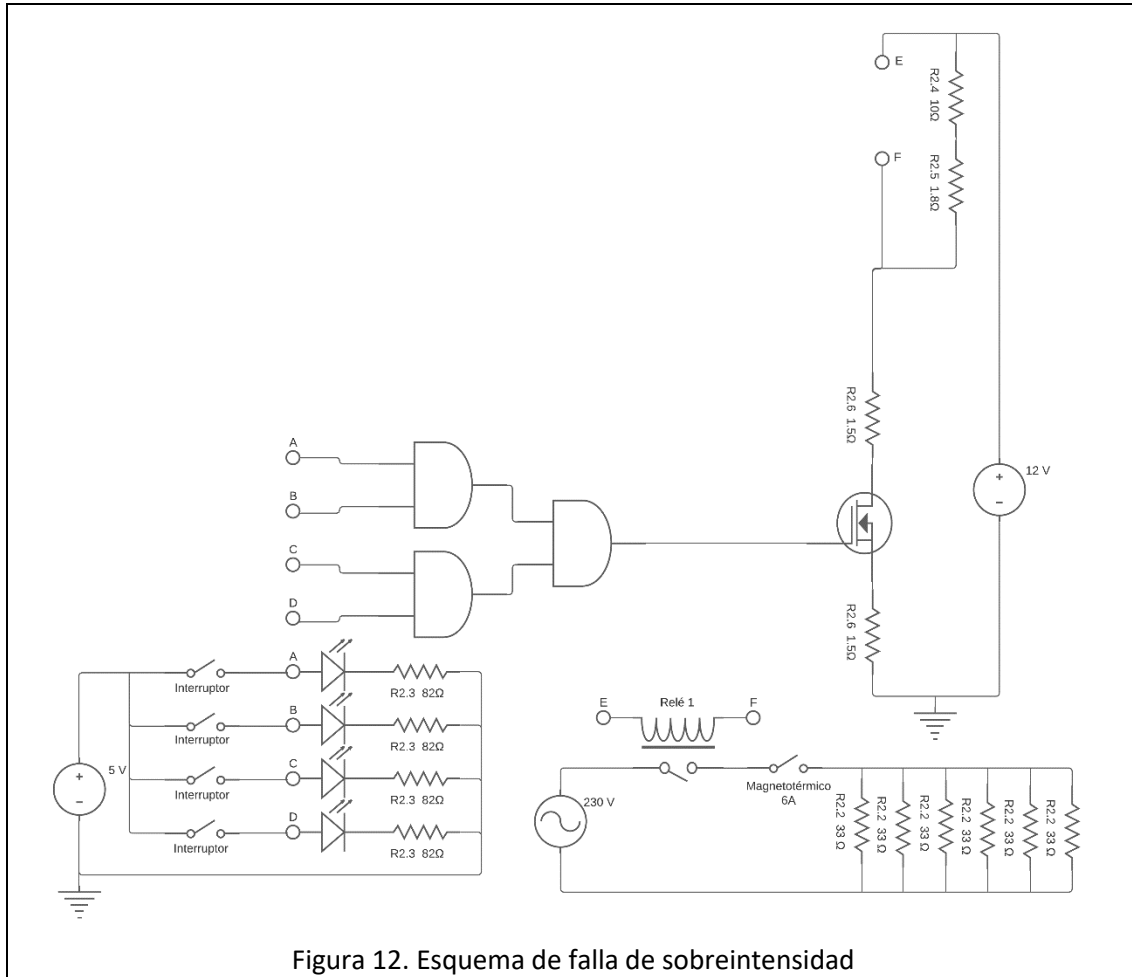


Figura 12. Esquema de falla de sobrecorriente

Al igual que en el circuito de falla de cortocircuito, se ha cambiado la resistencia por un conjunto de resistencias en paralelo. Esto se ha hecho con el fin de que cada resistencia disipe menor potencia y de esta forma el coste total de las resistencias sea menor que el coste de una sola resistencia capaz de disipar toda la potencia.

1.7.3. Esquema para la falla de deriva a tierra

Para este esquema finalmente se ha seleccionado el circuito que se puede observar en la Figura 13. El otro circuito diseñado se descarta debido a que si enviamos la corriente por la tierra en lugar de por el neutro, como se hace en el segundo circuito, tendríamos que instalar un diferencial con una mayor sensibilidad aguas arriba. Sin embargo, en este caso, la corriente vuelve por el neutro. De esta forma el único diferencial que saltará será el del circuito sobre el que se desea producir la falla y no otro que debe estar para proteger al alumno. Además al tener el interruptor diferencial de aguas arriba una sensibilidad de 30 mA es más seguro que uno de 300 mA que tendríamos que instalar en el caso de decantarnos por el esquema de la Figura 5.

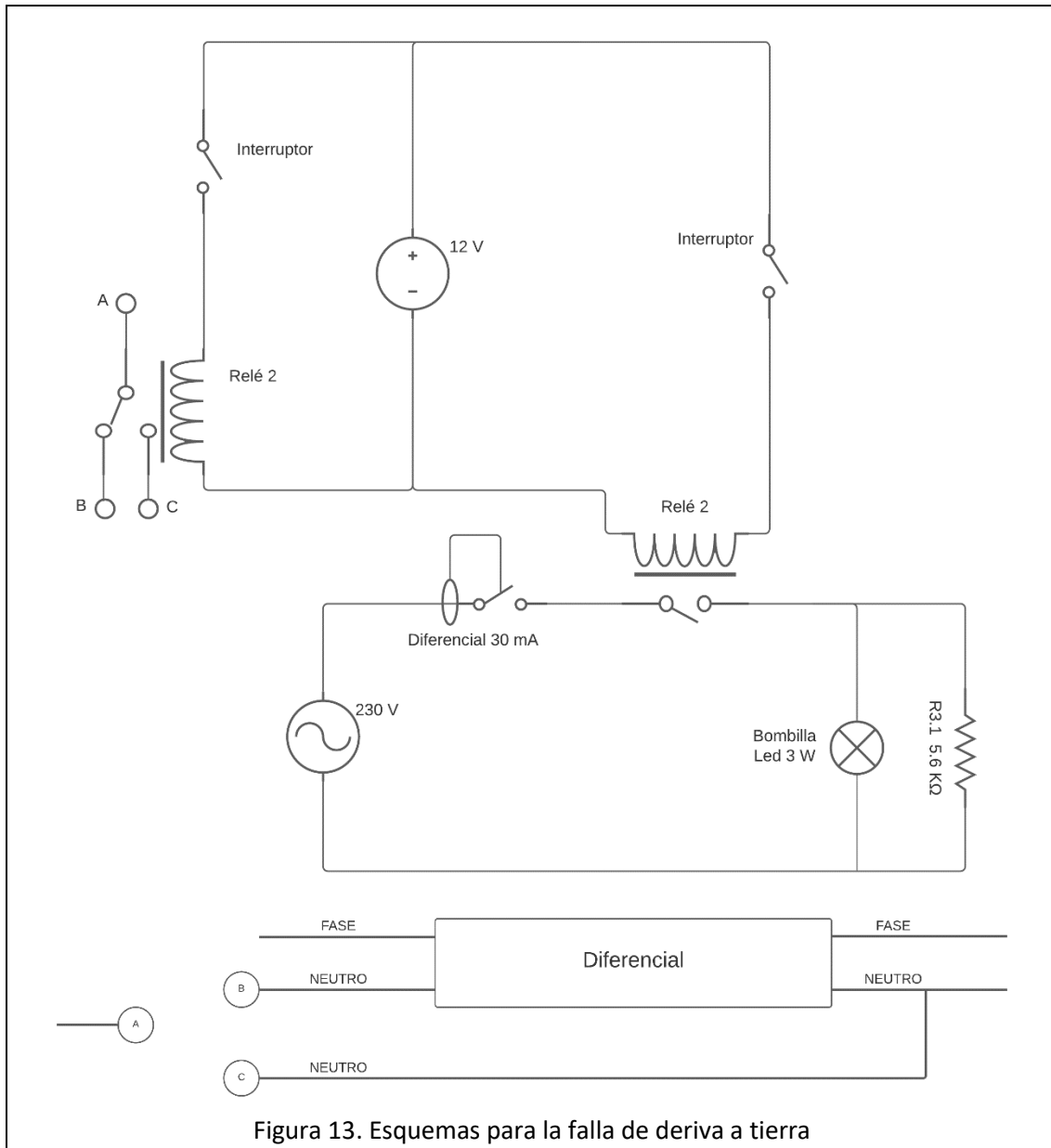
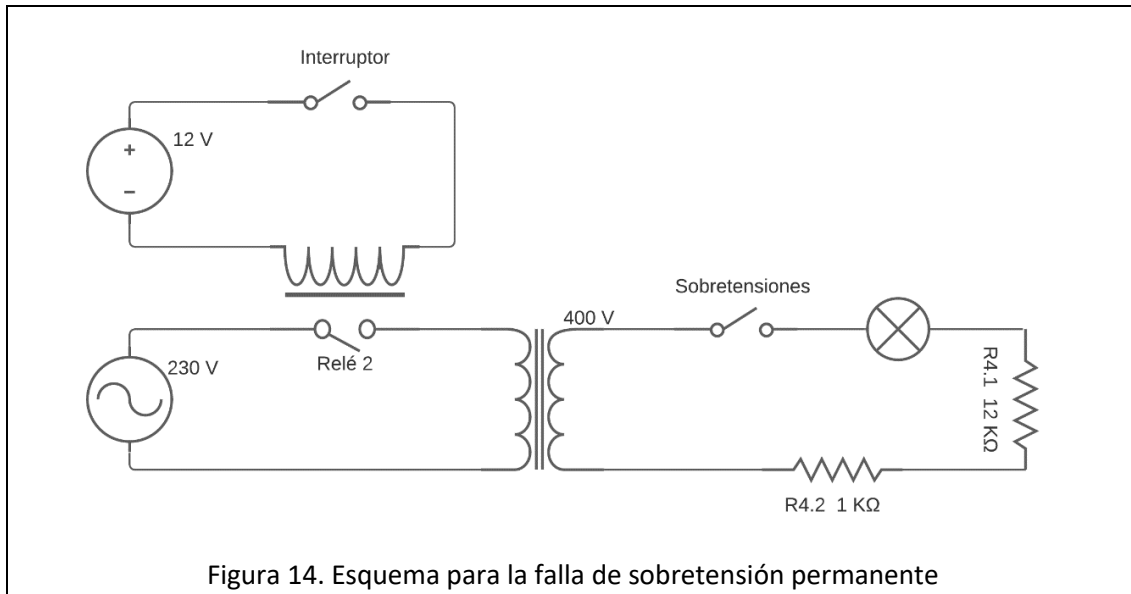


Figura 13. Esquemas para la falla de deriva a tierra

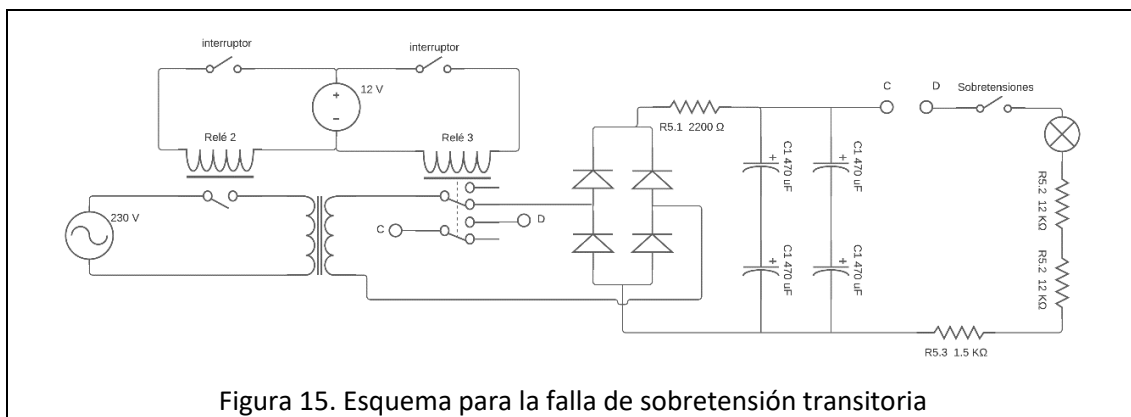
1.7.4. Esquema para la falla de sobretensión permanente

Se ha seleccionado como esquema el circuito que se puede observar en la Figura 14. Se ha seleccionado este esquema en lugar del otro que se ha diseñado porque este esquema asegura una mayor vida útil de los elementos. Dado que en anterior la bombilla podía llegar a romperse por la elevada diferencia de tensión entre sus bornes.



1.7.5. Esquema para falla de sobretensión transitoria

El esquema seleccionado para generar esta falla es el que se puede observar en la Figura 15. No se ha diseñado ningún otro esquema para este apartado debido a que este circuito debe producir la falla correctamente.



1.8. Simulaciones de los esquemas seleccionados

Una vez se han diseñado y escogido los circuitos eléctricos que se van a implementar, se procede a calcular los valores de todos los componentes de estos. Con estos valores, junto con las características eléctricas de los componentes, se procede a simular todos estos circuitos mediante el programa "ORCAD Capture".

Además, no se van a simular los dispositivos de protección. En su lugar se simulará el resto del circuito para ver si las condiciones de funcionamiento de este son suficientes para hacer saltar dicha protección en caso de funcionamiento real.

Los esquemas utilizados para la simulación de los circuitos eléctricos son los siguientes:

- Esquema de cortocircuito: El esquema que se usó para esta simulación está basado en el que se muestra en la Figura 11. Uno de los cambios efectuados fue la colocación de

una resistencia equivalente al grupo de resistencias en paralelo. Además se ha añadido una resistencia extra que simula la propia resistencia que debe oponer el cable. Este esquema se puede observar en la Figura 16.

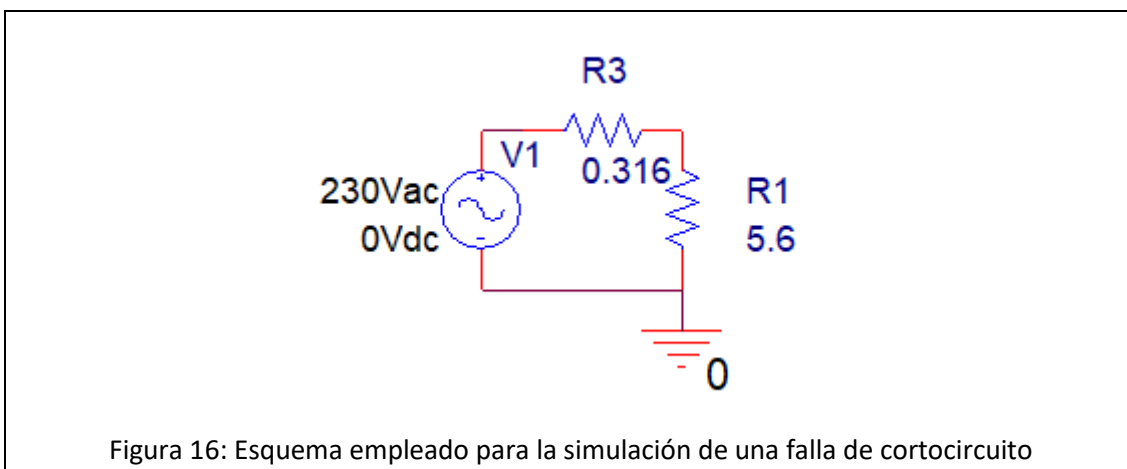


Figura 16: Esquema empleado para la simulación de una falla de cortocircuito

- Esquema de sobrecorrientes: El esquema utilizado para la realización de esta simulación es similar al que se puede observar en la Figura 12. Una de las diferencias más notables son el uso de señales PWM con el fin de probar todas las combinaciones posibles de las palancas del circuito de baja tensión. Otra de las modificaciones es la colocación de una resistencia equivalente en el lugar donde va colocada la bobina del relé. Este esquema se puede ver en la Figura 17.

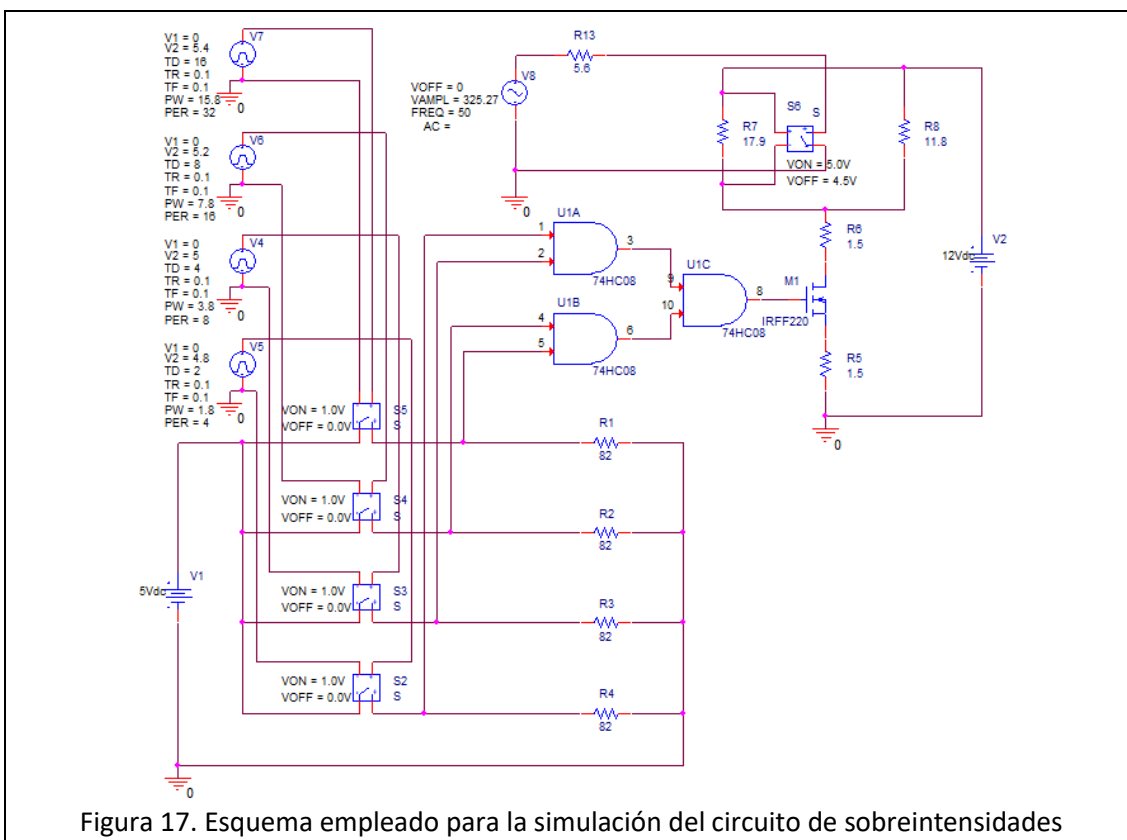
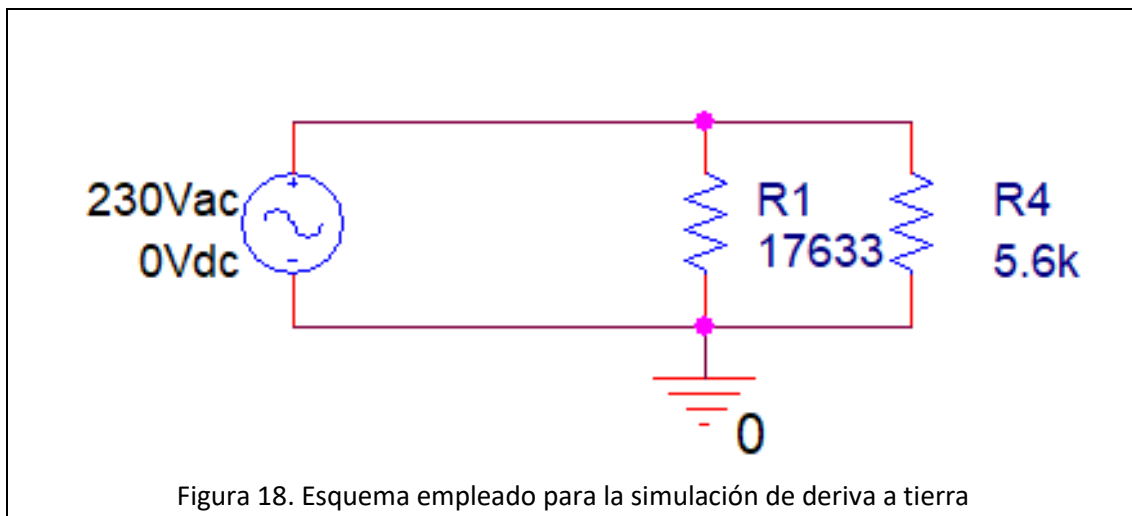
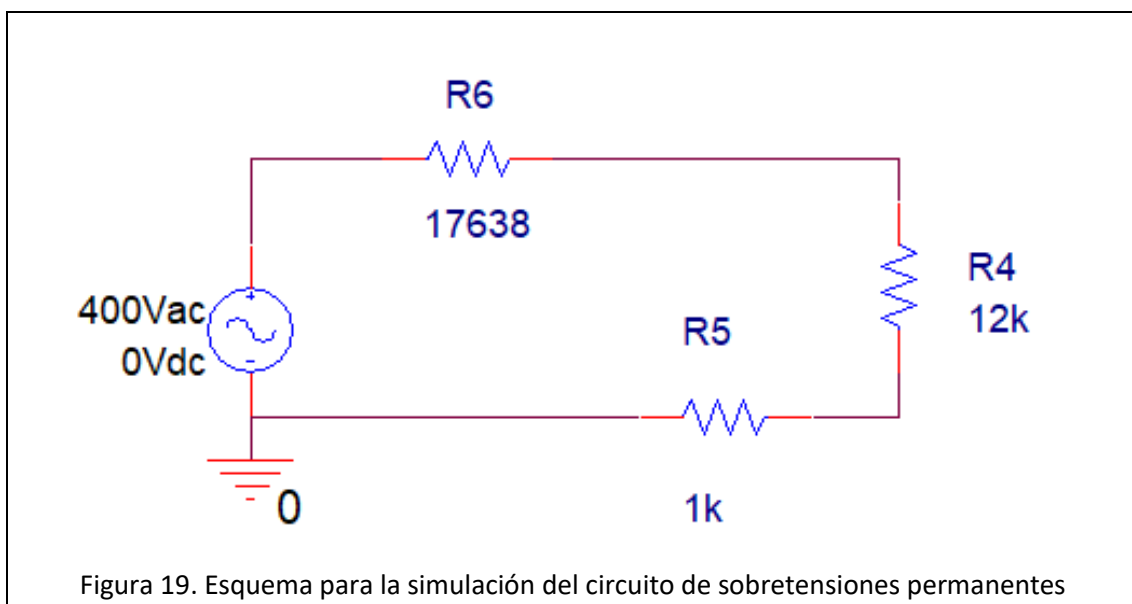


Figura 17. Esquema empleado para la simulación del circuito de sobrecorrientes

- Esquema de deriva a tierra: Para esta simulación se usó un circuito parecido al de la Figura 13, pero sin el propio interruptor diferencial. Este esquema se puede ver en la Figura 18.



- Esquema de sobretensión permanente: En esta simulación se utilizó el esquema que se aprecia en la Figura 14. Se ha suprimido el transformador. En su lugar se ha colocado una fuente de tensión que otorga la misma tensión de salida. También se ha sustituido la bombilla por su resistencia equivalente. El esquema utilizado es el de la Figura 19.



- Esquema de sobretensión transitorio: El esquema utilizado para esta simulación es el que se puede ver en la Figura 15. Algunos cambios apreciables han sido la sustitución de las dos palancas que cierran los circuitos de carga y descarga por dos señales PWM alternadas de forma que una cierra uno de los circuitos cuando la otra abre el otro y viceversa. El otro de los cambios apreciable ha sido la sustitución del grupo de condensadores por uno de capacitancia equivalente. Al igual que para la simulación de sobretensiones permanentes, se ha suprimido el transformador y se ha colocado una

fuente de tensión en su lugar. El esquema empleado para esta simulación es el que se puede observar en la Figura 20.

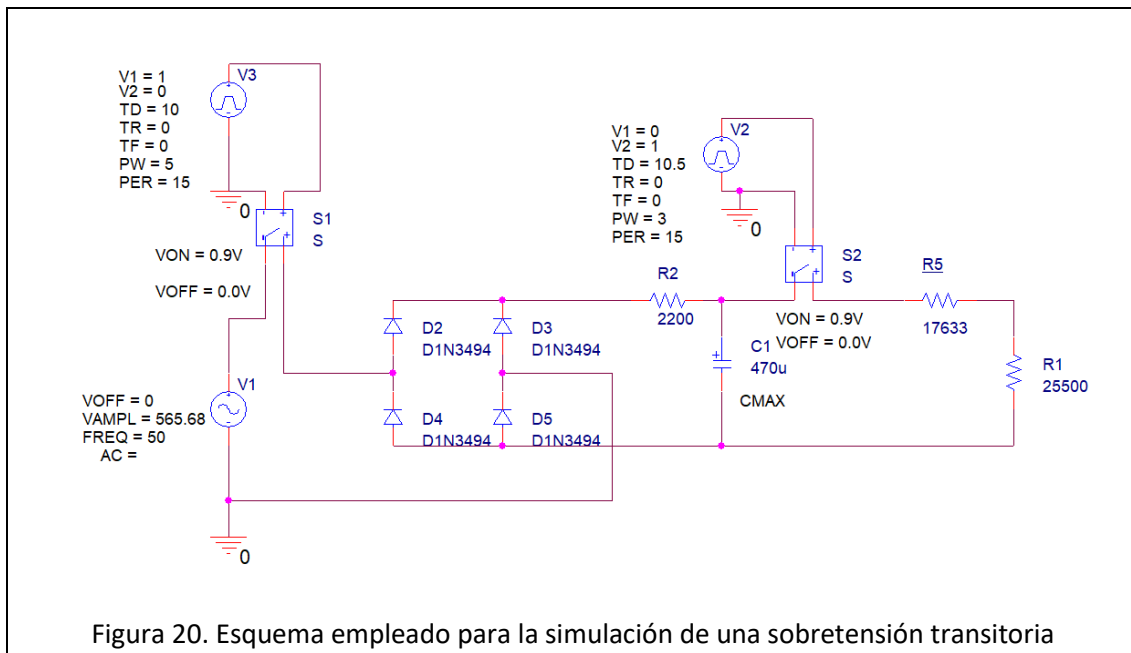


Figura 20. Esquema empleado para la simulación de una sobretensión transitoria

Finalmente los resultados de intensidad y voltaje en todas las simulaciones realizadas son adecuados para que el tipo de protección que se desea probar en cada circuito funcione de forma correcta.

Esto se debe a:

- Se asegura que el interruptor magnetotérmico usado, el cual ya se presupone que es de clase B y de 6 amperios, trabaja en la zona magnética. Esta zona se sitúa entre 3 y 5 veces la intensidad nominal. En este caso, se asegura que, hasta en el peor de los casos, el magnetotérmico va a trabajar en dicha zona.
- Se asegura también que por el diferencial circula una corriente mínima de 30 mA. También se supone que el diferencial utilizado va a tener esta sensibilidad.
- Las tensiones alcanzadas en los dos circuitos de sobretensiones aseguran el correcto funcionamiento de este dispositivo. Teniendo en cuenta también el decaimiento de la tensión en el condensador en uno de estos circuitos.

1.9. Presupuesto

En este apartado se puede ver el presupuesto total orientativo que costaría el proyecto desglosado por circuitos. En estos presupuestos se incluyen gastos provenientes de cableado, paneles para colocar las protecciones, los componentes y los posibles gastos energéticos.

Todos los costes que se indican son sin impuestos, salvo en los lugares donde así se indique. No se incluyen los posibles costes de aduanas o por envío online.

Los costes que se muestran a continuación son meramente orientativos, pudiendo variar el coste de alguno de los componentes dependiendo del fabricante o lugar en el que se compre dicho componente.

1.9.1. Esquema de cortocircuito

Elemento	Coste (€)	Cantidad Total	Coste Total (€)
Relé	4,25	1	4,25
Interruptor	0,74	1	0,74
Resistencia 33Ω	2,17	6	13,02
Magnetotérmico	22,68	1	22,68
Total (sin impuestos)	-	-	40,69
Total (con IGIC)	-	-	43,54

1.9.2. Esquema de sobreintensidad

Elemento	Coste (€)	Cantidad Total	Coste Total (€)
Relé	4,25	1	4,25
Interruptor	0,74	4	2,96
Diodo Led	0,22	4	0,88
Puerta AND	1,65	1	1,65
Transistor MOSFET	1,65	1	1,65
Resistencia 82Ω	0,01	4	0,04
Resistencia 33Ω	2,17	6	13,02
Resistencia 10Ω	0,10	1	0,10
Resistencia 1,8Ω	0,15	1	0,15
Resistencia 1,5Ω	0,12	2	0,24
Magnetotérmico	22,68	1	22,68
Total (sin impuestos)	-	-	47,62
Total (con IGIC)	-	-	50,95

1.9.3. Esquema de deriva a tierra

Elemento	Coste (€)	Cantidad Total	Coste Total (€)
Relé	1,05	2	2,10
Interruptor	0,74	2	1,48
Bombilla 3W	12,94	1	12,94
Resistencia 5,6K	1,92	1	1,92
Diferencial (30mA)	14,29	1	14,29
Total ()	-	-	32,73
Total (con IGIC)	-	-	35,02

1.9.4. Esquema de sobretensión permanente

Elemento	Coste (€)	Cantidad Total	Coste Total (€)
Relé	1,05	1	1,05
Interruptor	0,74	1	0,74
Bombilla 3W	12,94	1	12,94
Transformador	60,78	1	60,78
Resistencia 12 K	0,32	1	0,32
Resistencia 1 K	0,12	1	0,12
Sobretensiones	49,58	1	49,58
Total (sin impuestos)	-	-	125,53
Total (con IGIC)	-	-	134,32

1.9.5. Esquema de sobretensión transitoria

Elemento	Coste (€)	Cantidad Total	Coste Total (€)
Relé	1,05	1	1,05
Relé	9,33	1	9,33
Interruptor	0,74	2	1,47
Transformador	60,78	1	60,78
Puente de diodos	1,04	1	1,04
Bombilla 3W	12,94	1	12,94
Condensador	8,72	4	34,94
Resistencia 12K	0,32	2	0,63
Resistencia 2,2K	54	1	54
Resistencia 1,5K	0,04	1	0,04
Sobretensiones	38,83	1	38,83
Total (sin impuestos)	-	-	215,05
Total (con IGIC)	-	-	230,10

1.9.6. Costes de mano de obra

Para la realización de este presupuesto se utilizará el coste por horas que supone tener a un trabajador contratado en España (22,8) en 2020. Se supondrá la contratación de dos profesionales.

A cada uno de los circuitos se le ha asignado un número de horas laborales en función de la complejidad de este. El coste total se calculará usando el coste por horas y las horas necesarias.

Circuito	Horas totales	Coste total (€)
Esquema de cortocircuito	2	45,6
Esquema de sobreintensidad	5	114
Esquema de deriva a tierra	2	45,6
Esquema de sobretensión permanente	3	68,4
Esquema de sobretensión transitoria	5	114
Total (por trabajador)	17	387,6
Total	34	775,2

1.9.7. Costes de materiales

Material	Cantidad	Coste unitario (€)	Coste Total (€)
Cable eléctrico 3x10mm ²	50 (m)	3,80 (por metro)	190
Clavija para conectar a red	1	5	5
Material necesario para crear el banco donde se colocarán los circuitos	1	405	405
Total (sin impuestos)	-	-	600
Total (con IGIC)	-	-	642

1.9.8. Coste total

Costes	Coste total (€)
Esquema de cortocircuito	43,54
Esquema de sobreintensidad	50,95
Esquema de deriva a tierra	35,02
Esquema de sobretensión permanente	134,32
Esquema de sobretensión transitoria	230,10
Costes de mano de obra	775,2
Costes de materiales	642
Total (con IGIC)	1911,11

1.10. Programas utilizados

Para la realización de este proyecto se han utilizado una serie de programas de cálculo con el fin de agilizar las operaciones

- I. Microsoft Office Excel. Se han utilizado estas hojas de cálculo en el dimensionamiento y funcionamiento de los diferentes componentes de los circuitos.
- II. Orcad Capture. Se ha utilizado este programa que posee Pspice con el fin de realizar la simulación de los circuitos para ver si estos funcionan correctamente
- III. Microsoft Office Word. Este editor de texto se ha utilizado para la redacción del presente documento.
- IV. Lucidchart. Es una herramienta de diagramación online. Con esta herramienta se hizo el dibujo de los circuitos y esquemas que se presentan. Disponible en Software de diagramación en línea y solución visual | Lucidchart

1.11. Conclusión

Knowing the result of the simulation, we can say that the project will work correctly due to the next reasons:

- The amount of current that circulates through the wire is enough to activate the protections in the schematics of short-circuit, ground contact and over intensity.
- All the chosen components of the over intensity circuit have a similar level of voltage and current in the simulations to the calculated values.
- The level of voltage in both circuits of over voltage is enough to activate the specific protection for this electric failure.

In addition, we can use similar components (another maker or model) for this project. In the second annex the calculations related with the schematics can be found. These calculations could be modified to use other different components.

Furthermore, all the circuits that have been designed perform the required rules to be an academic project reducing the risk of suffering an electric contact. For this reason, the project could be used by professionals or students.

1.12. Bibliografía

Areatecnologia. (s.f.). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/magnetotermico.html>

at3w. (10 de Junio de 2021). Obtenido de <https://at3w.com/sobretensiones-permanentes/>

Cadenza Electric. (9 de Septiembre de 2019). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://www.cadenzaelectric.com/blog/diferenciales-electricos-para-que-sirven-y-que-tipo-de-interruptores-existen>

- Cirprotec.* (s.f.). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <http://www.cirprotec.com/es/Soporte/Area-de-conocimiento/Proteccion-contrasobretensiones/DPS/Sobretensiones-Transitorias-DPS>
- Como Funciona.* (13 de Noviembre de 2016). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://comofunciona.co.com/el-interruptor-diferencial/>
- Como Funciona.* (12 de Noviembre de 2016). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://comofunciona.co.com/el-interruptor-termomagnetico/>
- Diaz, A. (s.f.). *Leroy Merlin*. Recuperado el 11 de Junio de 2021, de <https://comunidad.leroymerlin.es/t5/Bricopedia-Illuminaci%C3%B3n-y/Qu%C3%A9-es-un-diferencial-rearmable/ta-p/154160>
- Efimarket.* (8 de Junio de 2016). Obtenido de <https://www.efimarket.com/blog/como-saber-si-un-diferencial-es-superinmunizado/>
- ExtremeTech.* (20 de Julio de 2001). Recuperado el 11 de Junio de 2021, de <https://www.extremetech.com/computing/50086-surge-suppressors-anatomy-lesson>
- Fidestec.* (s.f.). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://fidestec.com/blog/proteccion-contrasobretensiones-transitorias-y-permanentes/>
- Fidestec.* (s.f.). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://fidestec.com/blog/el-lado-practico-de-los-varistores/>
- Leseranfragen.* (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2021, de https://www.elektropraktiker.de/ep-2006-06-444-444.pdf?eID=tx_nawsecuredl&fallId=7485&hash=e277439917c1bb96e64d6bda60b8c76d
- Pasionmovil.* (24 de Marzo de 2021). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://www.pasionmovil.com/editorial/como-funcionan-los-interruptores-automaticos-magnetotermicos-y-los-fusibles/#:~:text=Que%20son%20y%20como%20funcionan%20respecto%20a%20los,magnitud%20%28falla%29%20y%20adem%C3%A1s%20act%C3%BAa%20como%20un%20interrupto>
- Selectra.* (1 de Diciembre de 2020). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://selectra.es/energia/info/que-es/protector-sobretensiones>
- Supresor.* (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2021, de <http://www.supresor.co/>
- Tarifaluzhora.* (18 de Noviembre de 2020). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://tarifaluzhora.es/info/interruptor-diferencial>
- Varela, A. F. (31 de Marzo de 2021). *Business Insider*. Recuperado el 05 de Julio de 2021, de <https://www.businessinsider.es/espana-paises-ue-menos-cuesta-trabajador-840095>
- web.archive.* (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2021, de pes-spdc: <https://web.archive.org/web/20160305042211/http://www.pes-spdc.org/>
- Webstore.* (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2021, de <https://webstore.iec.ch/publication/5682>

Wikipedia. (22 de Abril de 2021). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de
https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_diferencial

Wikipedia. (2 de Enero de 2021). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de
<https://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

Wikipedia. (11 de Marzo de 2021). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de
https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_magnetot%C3%A9rmico

Wikipedia. (20 de Febrero de 2021). Recuperado el 10 de Junio de 2021, de
https://es.wikipedia.org/wiki/Protector_de_sobretensi%C3%B3n



ANEXOS

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Autor: Airam Ramírez Cabrera

Tutores: Ricardo Mesa Cruz

Sergio Diaz González

Fecha: Julio de 2021

Índice

ANEXO I : Fundamento teórico	29
ANEXO II : Cálculos de los circuitos.....	36
ANEXO III : Simulaciones de circuitos	55
ANEXO IV: Datasheet de componentes	75



ANEXO I : Fundamento teórico

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Autor: Airam Ramírez Cabrera

Tutores: Ricardo Mesa Cruz

Sergio Diaz González

Fecha: Julio de 2021

Índice

1. Interruptor magnetotérmico.....	31
2. Interruptor diferencial.....	33
3. Interruptor contra sobretensiones	34

1. Interruptor magnetotérmico

El interruptor magnetotérmico es utilizado ampliamente en instalaciones eléctricas por todo el mundo, siendo obligatorio tener como mínimo uno de estos en cada tipo de los subcircuitos eléctricos de una instalación de una vivienda en España.

La normativa que rige el uso de estos dispositivos en España es el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

La finalidad de este dispositivo es detener la corriente eléctrica si se produce un cortocircuito o si esta propia corriente supera el máximo para el cual el circuito fue diseñado, por ejemplo, al superar los 6 amperios en un circuito de iluminación de una vivienda privada. Para lograr cumplir su objetivo, este dispositivo consta de dos partes, una térmica y una magnética.

La parte magnética del interruptor consta de un electroimán por el cual pasa la corriente eléctrica generando una fuerza que tiende a abrir el circuito. Cuando esta intensidad sobrepasa el valor para el cual fue diseñado, abre el circuito, cesando así el paso de la corriente. Esta parte protege principalmente de los cortocircuitos.

La parte térmica consta de una lámina bimetálica que al ser calentada mediante el paso de la corriente tiene la capacidad de deformarse y abrir el circuito. Esta parte es la que protege principalmente contra las sobrecargas.

Estas partes están colocadas en serie, de forma que si una de las dos salta ante una falla se produce el cese de la corriente. Además, estos dispositivos disponen de un sistema de protección adicional. Esto se debe a que el sistema de rearme de la palanca y el que corta la corriente eléctrica son mecanismos diferentes de forma que si el magnetotérmico salta pero la palanca no puede bajar, por una obstrucción o a una persona sujetándola, el circuito se abriría de todas formas.

Además, se pueden encontrar una variante de los interruptores normales, los cuales son autorearmables, esto quiere decir que se rearmen automáticamente usando un servomotor tras pasar un tiempo desde la falla. Si esta falla continua, el magnetotérmico dejará de intentar armar el circuito tras una serie de intentos.

Aunque hay muchas marcas que fabrican interruptores magnetotérmicos, todos tienen que seguir las normas UNE que regulan el funcionamiento de estos. Entre estas normas encontramos la Norma UNE EN 60898, por la cual hay diferentes curvas de funcionamiento de estos interruptores. En la Figura 1 se puede observar tres curvas diferentes, la tipo B, la C y la D.

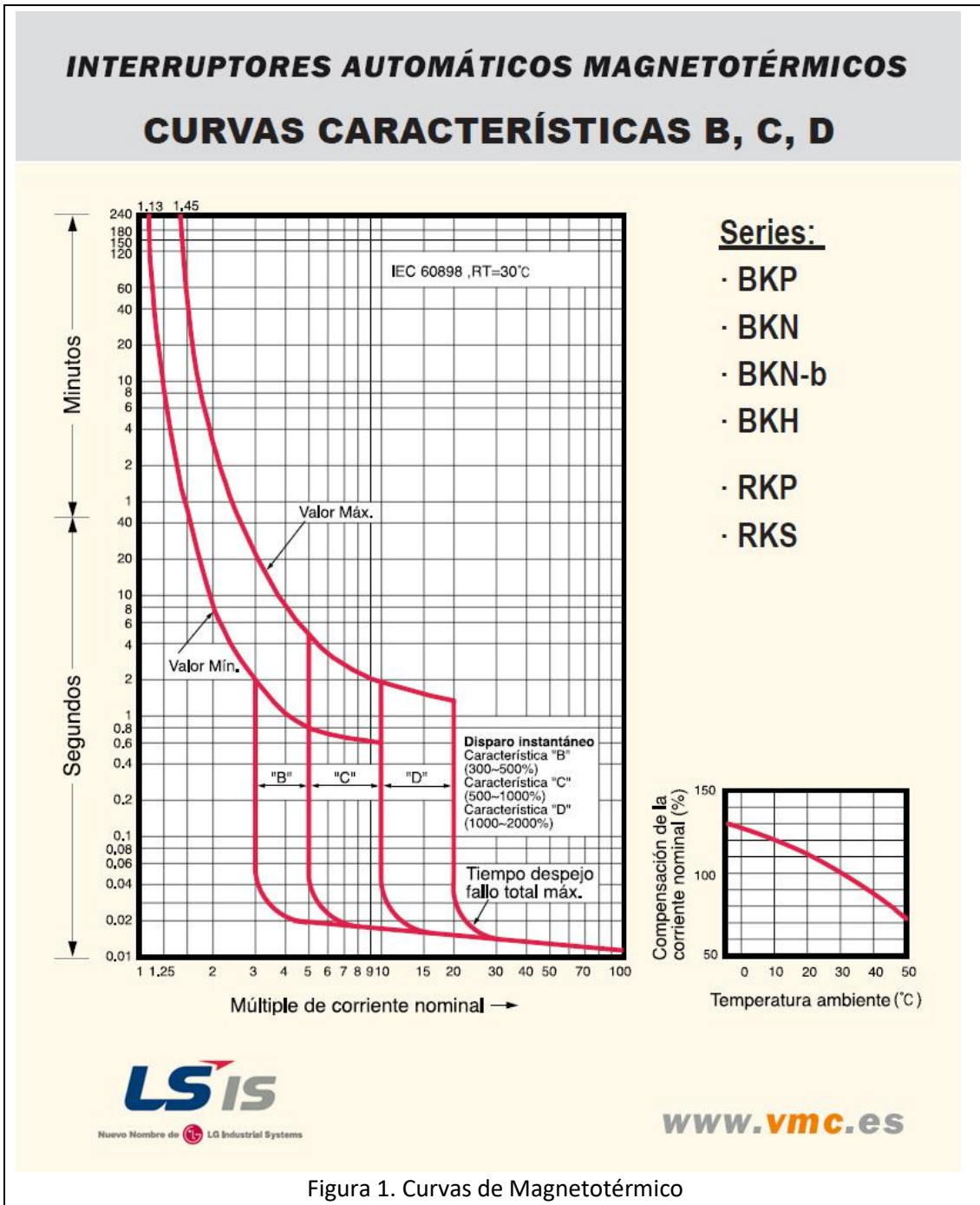


Figura 1. Curvas de Magnetotérmico

La curva B se utiliza para zonas de edificios con limitaciones, la C para espacios domiciliarios sin limitaciones y la D para espacios industriales. Pero además hay otro tipos de curvas como la MA o la Z

2. Interruptor diferencial.

El interruptor diferencial es otro dispositivo de protección que se utiliza en las instalaciones eléctricas. En España su uso es obligatorio en instalaciones industriales y en viviendas. Al contrario que el interruptor magnetotérmico que protege a los dispositivos y a la instalación, este dispositivo protege a las personas.

La función de este interruptor es proteger a las personas frente a cualquier contacto indirecto en combinación con la puesta a tierra de las masas metálicas de la instalación.

Por este dispositivo de protección debe pasar la fase y el neutro, de forma que cada uno pase por una bobina generando un campo magnético. Si la corriente que pasa por la fase y el neutro es la misma, es decir, que no hay deriva a tierra, ambos campos magnéticos se anulan, por lo que el diferencial no salta. En caso de que la corriente que fluye por la fase no sea la misma que la que va por el neutro, querrá decir que hay una deriva a tierra y que los campos magnéticos que se generan dentro del diferencial no se van a anular, de forma que el diferencial saltaría y abriría el circuito.

La sensibilidad del diferencial indica la diferencia que debe haber entre la corriente entrante y saliente de la instalación para que el diferencial salte. Se pueden encontrar de diversas sensibilidades dependiendo del uso, ya sea en una residencia, en una industria, etc.

Al igual que el interruptor magnetotérmico, el interruptor diferencial posee una protección adicional, que impide que se rearme el circuito siempre que la falla siga estando presente, incluso si una persona mantiene la palanca de rearme.

Además también existen los diferenciales auto rearmables, los cuales son capaces de rearmarse automáticamente tras un par de segundos tras la falla. Si tras una serie de intentos el diferencial sigue sin poder rearmarse este dejará de hacer intentos de rearme.

3. Interruptor contra sobretensiones

El interruptor contra sobretensiones es el elemento de protección encargado de proteger el sistema de los picos de tensión o de las subidas de tensión prolongadas ya que estas podrían dañar los equipos o la propia instalación eléctrica

Este tipo de protecciones debe proteger de dos tipos de sobretensiones, unas que se producen en un tiempo muy corto pero que tienen un elevado voltaje y otras que son una subida de la tensión durante un tiempo prolongado, es por esto que a veces se pueden encontrar dos tipos de protecciones destinadas a las sobretensiones, las permanentes y las transitorias

La protección contra sobretensiones transitorias consta de una serie de varistores conectados entre la fase y el neutro. Estos varistores son resistencias dependientes del voltaje, de forma que cuando la tensión se eleva estos se cortocircuitan. Además estos tienen respuestas realmente rápidas, por lo que son adecuados para tratar este tipo de sobretensiones transitorias

La protección contra sobretensiones permanentes se basa en el mismo funcionamiento que el de las sobretensiones transitorias, la diferencia es que en este caso no se desvían los picos a tierra, sino que en su lugar se utilizan estos varistores para hacer disparar un mecanismo que abre el circuito cortando la corriente eléctrica.

A veces se pueden encontrar ambos tipos de protecciones en único un único dispositivo.

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS
DE PROTECCIONES ELECTRICAS



ANEXO II : Cálculos de los circuitos

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES
ELÉCTRICAS**

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA**

Autor: Airam Ramírez Cabrera

Tutores: Ricardo Mesa Cruz

Sergio Diaz González

Fecha: Julio de 2021

Índice

1. Consideraciones	38
2. Cálculos de los Esquemas.....	38
2.1. Esquema de falla cortocircuito.....	38
2.1.1. Circuito Completo	38
2.1.2. Circuito corriente continua (12 V).....	39
2.1.3. Circuito de corriente alterna (230 V).....	39
2.1.3.1. Funcionamiento Normal	39
2.1.3.2. Funcionamiento con la menor cantidad de amperaje posible.....	40
2.1.3.3. Funcionamiento con la mayor cantidad de amperaje posible	40
2.2. Esquema de falla de sobreintensidades.....	43
2.2.1. Circuito Completo	43
2.2.2. Circuito de Corriente continua	43
2.2.3. Circuito de corriente alterna	45
2.3. Esquema de falla de deriva a tierra.....	46
2.3.1. Circuito Completo	46
2.3.2. Circuito de Corriente Continua	47
2.3.3. Circuito de corriente Alterna.....	47
2.4. Esquema de falla de Sobreintensidad permanente	48
2.4.1. Circuito completo.....	48
2.4.2. Circuito de corriente continua	48
2.4.3. Circuito de corriente alterna	48
2.5. Esquema de falla de Sobretensiones transitorias	50
2.5.1. Circuito Completo	50
2.5.2. Circuito de corriente continua	50
2.5.3. Circuito de corriente alterna	50
2.5.3.1. Carga del condensador.....	50
2.5.3.2. Descarga del condensador	52

1. Consideraciones

Antes de empezar a realizar los cálculos hay que tener una serie de consideraciones:

- Se considera que la tolerancia máxima que puede llegar a alcanzar la red y los valores de las resistencias es del 10%
- La temperatura del funcionamiento del circuito se considera a unos 40 °C.
- La longitud del cable para la cual se va a calcular será de 50m, en caso de utilizar menores dimensiones de cable no será necesario realizar cálculos adicionales a los aquí expuestos
- El circuito se dimensionará de tal forma que en cualquier caso los interruptores magnetotérmicos operen en la zona magnética, con el fin de evitar el sobredimensionamiento de muchos componentes

Otros aspectos que se deben tener en cuenta son que a la hora de realizar los cálculos, se han seleccionado los parámetros relacionados con el cobre y la tensión nominal de España. Si se desea cambiar cualquiera de los parámetros que se exponen en la Tabla 1 es necesario dimensionar todos los elementos y circuitos de nuevo.

Parámetros del diseño	
característica	Valor
$P_{20^{\circ}\text{C}}$ (Cobre)	0.0176
α (factor de variación de la resistencia con la temperatura)	0.00392
Tensión nominal de la Red	230 v

Tabla 1. Parámetros relacionados con el cobre y la Tensión de fase

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta en para el diseño de los circuitos que producen las diferentes fallas es la creación de dos subcircuitos: uno alimentado a una tensión alterna de 230 V y el otro alimentado a una tensión continua de 12 V. Esto con la finalidad de que el operario, que en este caso será un alumno, no tenga ningún tipo de peligro a la hora de producir estas fallas. De esta forma el alumno manipulará el circuito de baja tensión, el cual mediante un relé cerrará el circuito secundario permitiendo el paso de la corriente por el circuito de corriente alterna y produciendo de esta forma la falla. En algún circuito puede haber más de dos relés, en cada caso cada uno cumpliría una función, pudiendo ser por ejemplo de carga de condensador y otro de descarga.

2. Cálculos de los Esquemas

2.1. Esquema de falla cortocircuito

2.1.1. Circuito Completo

El circuito completo se puede observar en la Figura 1, en esta se pueden apreciar los dos subcircuitos, uno de corriente continua alimentado a 12 V y otro de corriente alterna alimentado a 230 V.

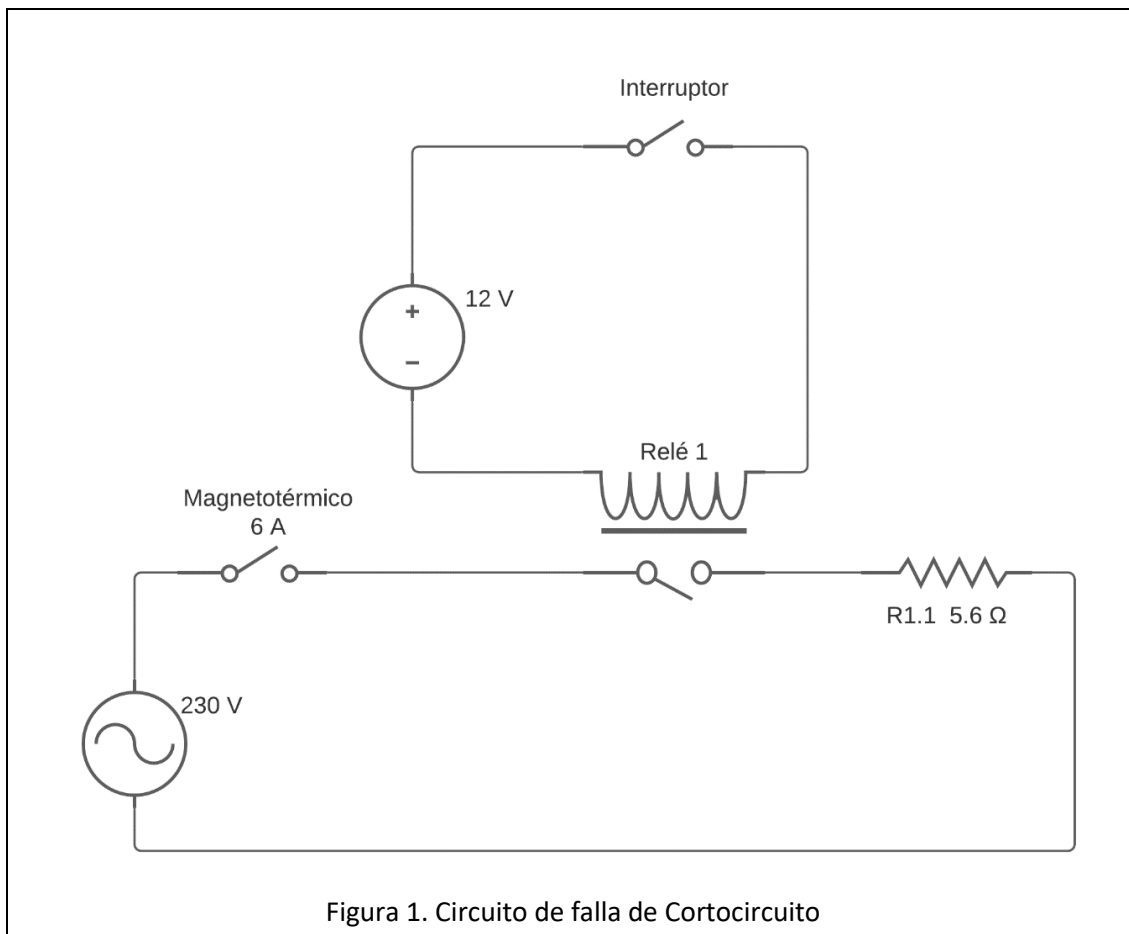


Figura 1. Circuito de falla de Cortocircuito

2.1.2. Circuito corriente continua (12 V)

Este circuito es el que va a manipular una persona y consta de un interruptor y un relé, al cerrar el interruptor, el relé cerrará el circuito de corriente alterna, produciendo la falla.

2.1.3. Circuito de corriente alterna (230 V)

2.1.3.1. Funcionamiento Normal

Para estos cálculos no se tendrá en cuenta las posibles oscilaciones que pudiesen producirse en la red, considerando más adelante las posibles oscilaciones máximas y mínimas. Tampoco se tendrá en cuenta la tolerancia que está asociada a la resistencia que se conectará a la red.

Lo primero que se va a hacer es calcular el valor de la resistencia que se va a utilizar para generar la falla en el circuito. En este caso, para que el magnetotérmico opere en la zona magnética, consideraremos que la intensidad debe ser de 6 veces la intensidad nominal de funcionamiento del interruptor magnetotérmico.

$$R_{Elemento} = \frac{230 V}{6 * 6 A} = 6.38 \Omega$$

Tras calcular el valor de resistencia necesaria, debemos seleccionar un valor que se comercialice, en este caso seleccionaremos el valor inmediatamente por debajo del calculado, 5,6 ohm. Además debemos calcular la resistencia que ofrece el propio cable.

$$\rho_{40^\circ} = \rho_{20} * [1 + \alpha * (T_{funcionamiento} - 20)] = 0.0176 * [1 + 0.00392 * (40 - 20)]$$

$$\rho_{40^{\circ}} = 0.01898 \frac{mm^2 \Omega}{m}$$

$$R_{Cable} = \frac{\rho_{40^{\circ}} * Longitud}{Superficie} = \frac{0.01898 * 50}{6} = 0.158 \Omega$$

Con los valores de resistencia del cable, debemos calcular el valor de resistencia total. En este caso este valor será el de la propia resistencia más dos veces la del cable (uno de ida y otro de vuelta)

$$R_{Total} = R_{Elemento} + 2 * R_{Cable} = 5.6 + 2 * 0.158 = 5.916 \Omega$$

Con el valor de resistencia total, debemos comprobar si la intensidad que va a pasar por la línea supone al menos 5 veces la nominal para poder garantizar que entrará en la zona magnética.

$$I_{Nominal} = \frac{230}{R_{Total}} = \frac{230}{5.916} = 38.877 A$$

La intensidad nominal que atravesaría la línea es superior a 30 A (5 veces la nominal) por lo que está asegurado que el magnetotérmico funcionará en la zona magnética.

Todos estos cálculos han sido sin tener en cuenta las posibles tolerancias de la resistencia que se utilizará y de la propia red, por lo que hay que analizar de nuevo pero tomando los valores más críticos en cantidad de amperaje, es decir, el valor mínimo y máximo de amperaje.

2.1.3.2. Funcionamiento con la menor cantidad de amperaje posible

Para este análisis teórico, primero hay que calcular los valores más críticos de este caso: el valor de la resistencia y de la tensión de fase.

$$V_{MIN} = V_{NOM} * \left(1 - \frac{Tolerancia}{100}\right) = 230 * \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 230 * 0.9 = 207 V$$

$$R_{max\ Componente} = R_{NOM} * \left(1 + \frac{Tolerancia}{100}\right) = 5.6 * \left(1 + \frac{10}{100}\right) =$$

$$= 5.6 * (1 + 0.1) = 6.16 \Omega$$

$$R_{Total} = R_{max\ Componente} + 2 * R_{Cable} = 6.16 + 2 * 0.158 = 6.476 \Omega$$

Con los valores de tensión mínima y resistencia máxima debemos calcular la intensidad que atraviesa el cable.

$$I_{MIN} = \frac{V_{MIN}}{R_{MAX}} = \frac{207}{6.476} = 31.96 A$$

La intensidad mínima que circulará por la rama supera el umbral de los 30 A, por lo que podemos estar seguros de que el magnetotérmico va a trabajar en la zona magnética. Con el fin de poder dimensionar la potencia que debe poder soportar la resistencia con la que provocamos el fallo se debe realizar el cálculo para la mayor cantidad posible de amperaje.

2.1.3.3. Funcionamiento con la mayor cantidad de amperaje posible

Para hacer este cálculo debemos obtener los valores para los cuales la intensidad se hace máxima. Estos valores son la tensión máxima en la línea y la resistencia más baja posible. Para el cálculo del mayor amperaje despreciaremos el valor de resistencia del cable, por lo que solo se tiene en cuenta el valor de la resistencia.

$$V_{MAX} = V_{NOM} * \left(1 + \frac{Tolerancia}{100}\right) = 230 * \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 230 * 1.1 = 253 V$$

$$R_{min Componente} = R_{NOM} * \left(1 - \frac{Tolerancia}{100}\right) = 5.6 * \left(1 - \frac{Tolerancia}{100}\right) = \\ = 5.6 * (1 - 0.1) = 5.04 \Omega$$

$$R_{Total} = R_{max Componente} + 2 * R_{Cable}(0) = 5.04 \Omega$$

Con estos valores calcularemos el valor de la intensidad máxima posible:

$$I_{MAX} = \frac{V_{MAX}}{R_{MIN}} = \frac{253}{5.04} = 50.198 A$$

Esta es la intensidad máxima que podría atravesar el cable en un momento determinado. Tras esto calcularemos la potencia que se disipa en la resistencia.

$$P_{MAX} = R * I_{MAX}^2 = 5.04 * 50.198^2 = 12700 W$$

Debemos tener en cuenta que con esta intensidad, la cual es aproximadamente 8.5 veces la nominal, el interruptor saltará en menos de 0.02 segundos. Para simplificar cálculos, seleccionaremos un tiempo igual a 0.02 segundos aunque en la práctica saltará antes.

$$P_{REAL} = P_{MAX} * 0.02 = 12700 * 0.02 = 254 W$$

Con este valor podremos saber la potencia que debe poder soportar nuestra resistencia. Este valor debe ser superior a 254 W, por lo que se podría usar una de 300 W. En caso de que fuese inviable utilizar una resistencia de tal potencia, se podrían usar otra serie de resistencias de potencia menor, en paralelo, de forma que la resistencia equivalente de estas sea igual a la resistencia dimensionada en los apartados anteriores. Para ello se seleccionará el número de ramas que se desea. Para este cálculo se seleccionarán 6 ramas.

$$P_{Resistencia} = \frac{P_{REAL}}{N_{Ramas}} = \frac{254 W}{6} = 42.33 W$$

$$R = R_{1 Rama} * N_{Ramas} = 5.6 * 6 = 33.6$$

Se seleccionará el valor comercial de resistencia inmediatamente inferior, en este caso será de 33 Ω . Hay que hacer un breve calculo para saber que potencia se disipara en esta resistencia en el peor de los casos. Esto sucedería cuando el valor de resistencia sea mínimo y la tensión de la red sea máxima.

$$R_{MIN} = R_{NOM} * \left(1 - \frac{TOL}{100}\right) = 33 * 0.9 = 29.7 \Omega$$

$$V_{MAX} = V_{NOM} * \left(1 + \frac{Tolerancia}{100}\right) = 230 * \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 230 * 1.1 = 253 V$$

$$P_{MAX R} = \left(\frac{V_{MAX}}{R_{MIN}}\right)^2 * R_{MIN} * T_{ON} = \left(\frac{253}{29.7}\right)^2 * 29.7 * 0.02 = 43.10 W$$

La resistencia debe poder soportar una resistencia de 43.10 W, por lo que una de 50 W seria adecuada. Por lo que el circuito resultante quedaría tal como se muestra en la Figura 2.

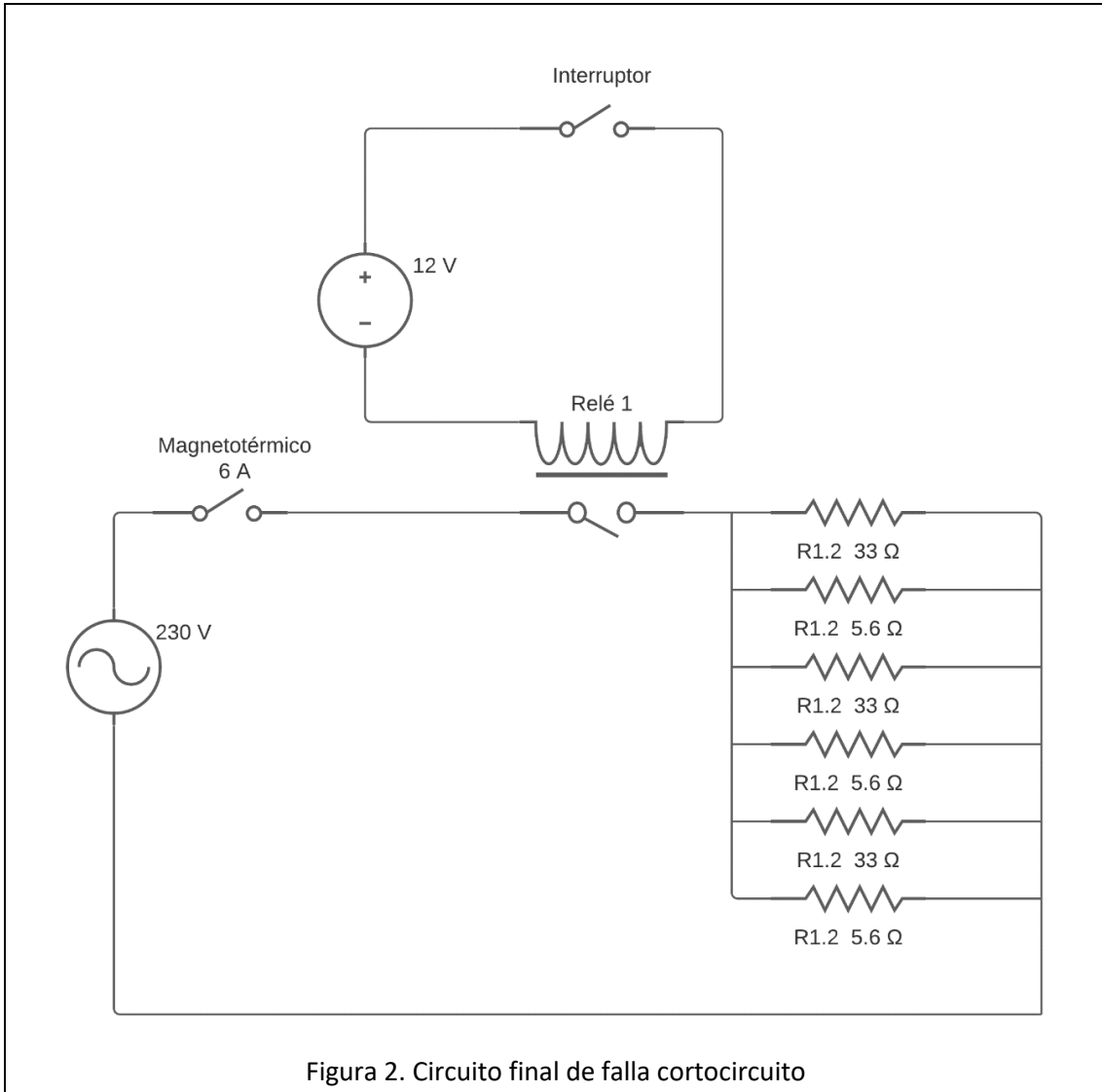


Figura 2. Circuito final de falla cortocircuito

2.2. Esquema de falla de sobreintensidades

2.2.1. Circuito Completo

Este circuito se puede observar en la Figura 3. En esta se puede apreciar cómo se disponen de dos circuitos que están conectados por un relé, el primero de estos, funciona con corriente continua, teniendo el polo de menor potencial de ambas fuentes de corriente continua unido.

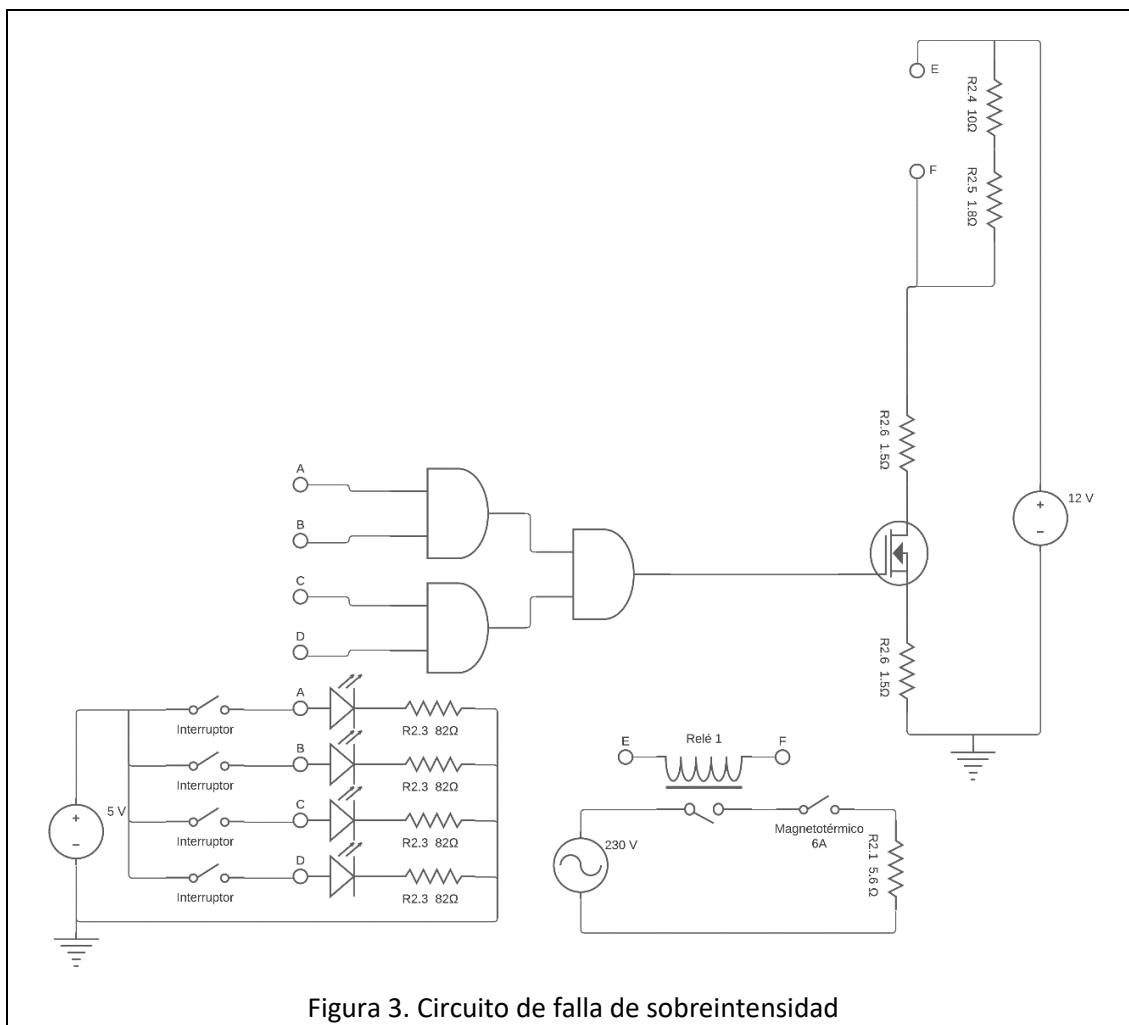


Figura 3. Circuito de falla de sobreintensidad

2.2.2. Circuito de Corriente continua

Este es el único circuito de todos que consta con dos valores diferentes de alimentación de corriente continua, uno con una tensión de 5 V y otro con un valor de 12 V. Con la fuente de 5 V se alimentará el circuito con diodos led y la alimentación de las puertas AND. La salida de la última puerta AND se conectará a la Puerta de un transistor MOSFET. La fuente de 12 V se conectará al circuito del MOSFET, teniendo en paralelo una resistencia y la bobina del relé y después una resistencia en serie. Todo esto con el fin de polarizar el MOSFET en saturación.

Suponiendo que a la salida de la puerta AND no hay salida en corriente (aunque en la práctica si vamos a tener salida en corriente, solo que el valor de esta es tan bajo que no va a producir caída de tensión en la salida de la puerta AND, por lo que podemos despreciarla), la tensión a la entrada del MOSFET será de 5V. Y mirando en la hoja de características del transistor MOSFET

vamos a calcular el valor de las resistencias para que este funcione en su zona de saturación. De forma que la tensión V_{GS} sea de 4V.

Para que el transistor funcione en la región de saturación, se tienen que cumplir las siguientes condiciones:

$$V_{GS} \geq V_{t0}$$

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_{t0}$$

Como $V_{GS} = 4V$ y $V_G=5V$, $V_S=1V$ y como lo vamos a dimensionar para una corriente de 700 mA.

$$R_4 = \frac{1V}{700mA} = 1.43 \Omega$$

Además, como sabemos que por el relé pasan unos 280 mA al colocarlo a una diferencia de tensión de 5V, vamos a calcular otra resistencia para suministrar los 700 mA al MOSFET.

$$I_{R2} = I_{Total} - I_{Relé} = 700 - 280 = 420 mA$$

$$R_2 = \frac{5V}{420mA} = 11.9 \Omega$$

Para el paso de 700 mA, la tensión V_{DS} es de 5 V, por lo que en el Drenador tendremos una tensión de 6 V, por lo que en la resistencia R_3 caen 1V

$$R_3 = \frac{1}{700mA} = 1.43 \Omega$$

Para obtener el valor más próximo posible se combinarán varias resistencias en serie, de forma que las resistencias quedarían de la siguiente forma

$$R_4 = 10 + 1.8 = 11.8 \Omega$$

$$R_3 = 1.5 \Omega$$

$$R_4 = 1.5 \Omega$$

Además conociendo el valor de la intensidad que circula por cada resistencia, podemos calcular la potencia máxima que debe soportar cada resistencia.

$$P_{MAX_R2_10} = (420 * 10^{-3})^2 * 10 = 1.764 W$$

$$P_{MAX_R2_1.8} = (420 * 10^{-3})^2 * 1.8 = 0.318 W$$

$$P_{MAX_R3_1.5} = (300 * 10^{-3})^2 * 1.5 = 0.735 W$$

$$P_{MAX_R4_1.5} = (300 * 10^{-3})^2 * 1.5 = 0.735 W$$

Con el valor máximo de las resistencias, vamos a dimensionar el valor y potencia máxima de la resistencia R_1 que limita la corriente para evitar que el diodo led se queme. Además, por el datasheet conocemos que en el diodo led caen en funcionamiento normal 3.2 V, aunque vamos a suponer que caen 3.3.

$$R_1 = \frac{5 - 3.3}{20 * 10^{-3}} = 85 \Omega$$

Vamos a seleccionar el valor de 82 Ω .

$$P_{MAX_R1_82} = \frac{(V_R)^2}{R} = \frac{(5 - 3.3)^2}{82} = 0.035 W$$

2.2.3. Circuito de corriente alterna

Debido a que el circuito de corriente alterna es el mismo que en el apartado 2.1.3 se omitirán los cálculos que se deben mostrar en este apartado ya que estos serán redundantes. Con los mismos cálculos que el apartado 2.1.3 el circuito que se va a implementar para este caso es el que se muestra en la Figura 4.

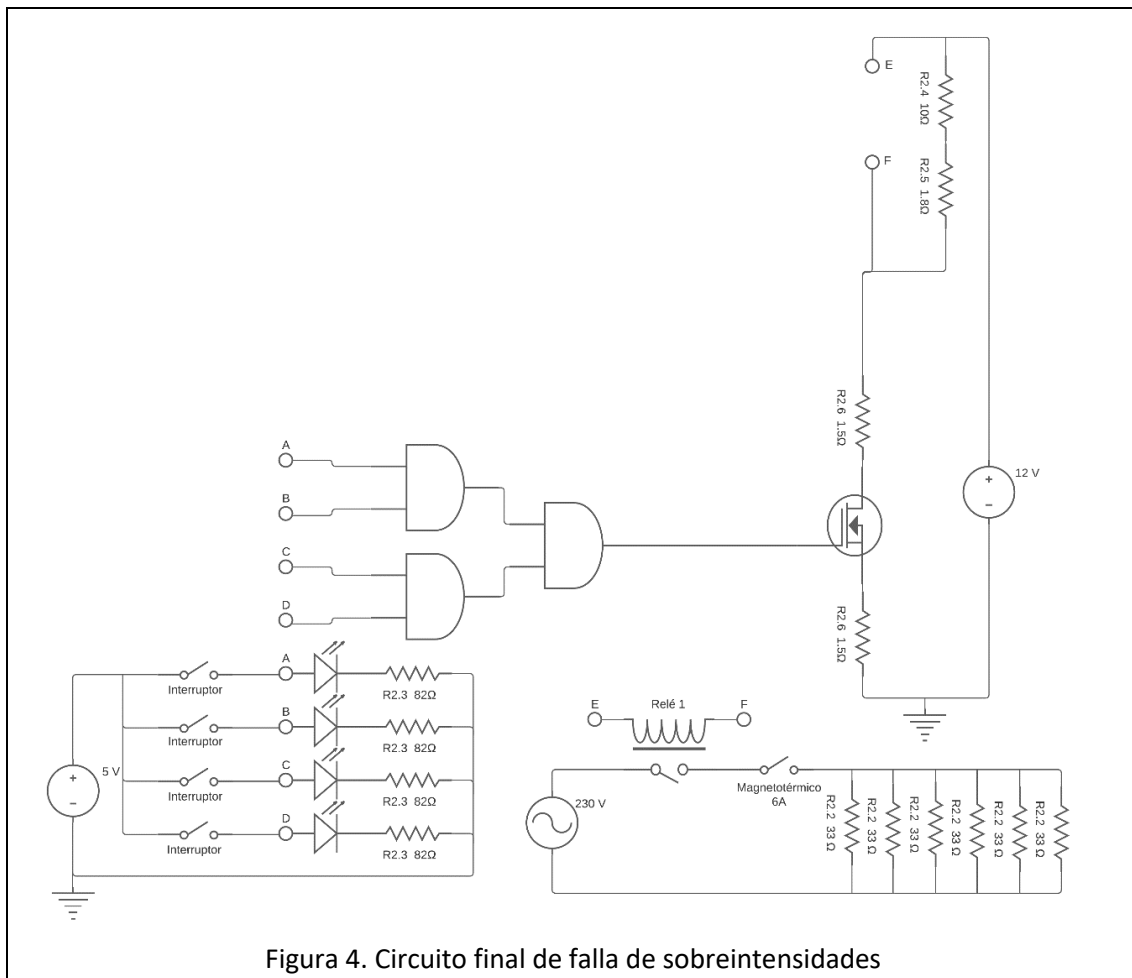


Figura 4. Circuito final de falla de sobreintensidades

2.3. Esquema de falla de deriva a tierra

2.3.1. Circuito Completo

El circuito completo se puede observar en la Figura 5. En esta se puede apreciar como el subcircuito de Corriente continua tiene dos ramas, una de estas, la del interruptor 2. Esta se encarga de activar el circuito de corriente alterna, con el fin de que no se desperdicie energía. La otra rama es la que produce la falla. Esta falla se puede ver en la Figura 6. Esta consiste en desconectar el neutro del diferencial, de forma que no se pueda contrarrestar el campo magnético generado por la fase y este salte. Para esto, deben pasar más de 30 mA por la fase.

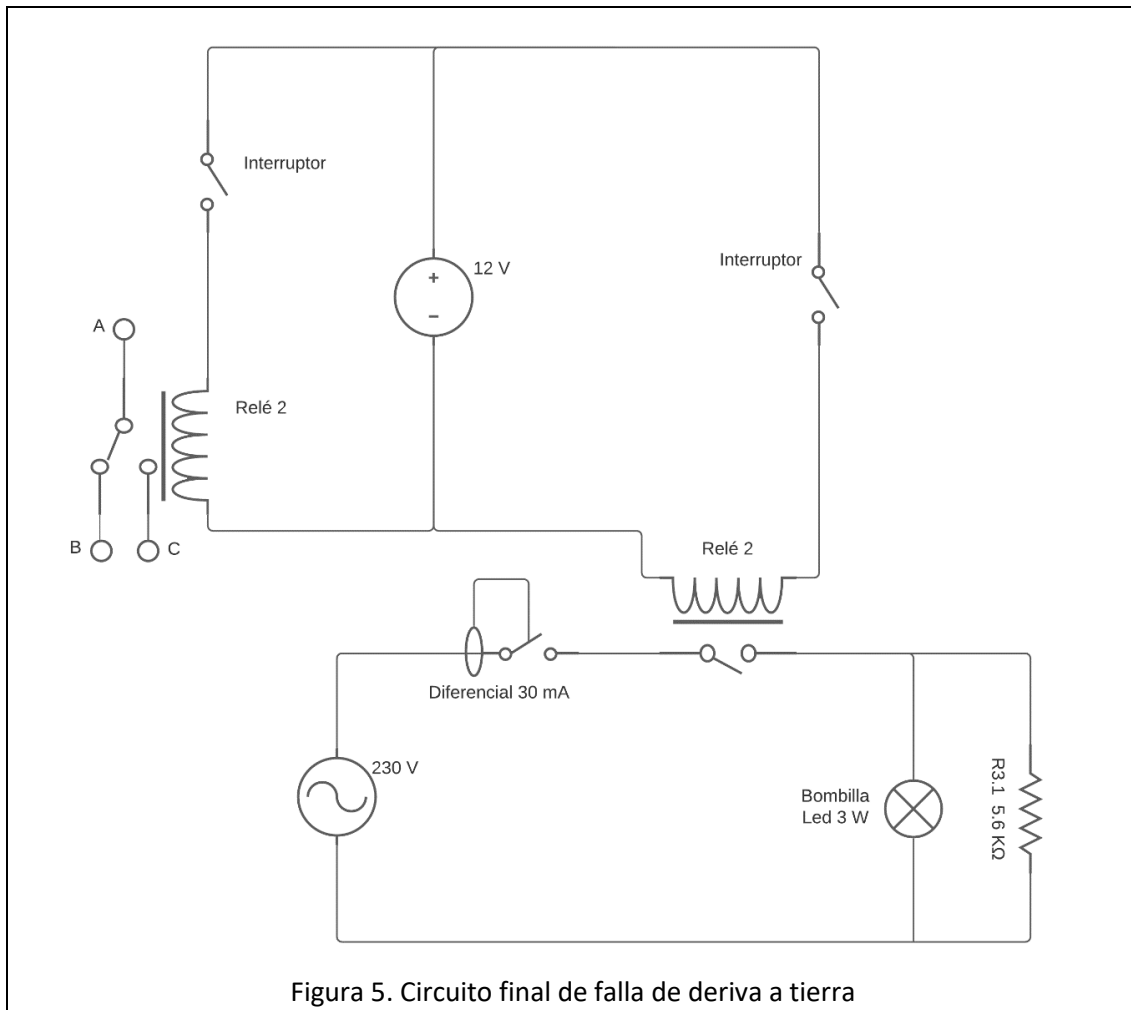


Figura 5. Circuito final de falla de deriva a tierra

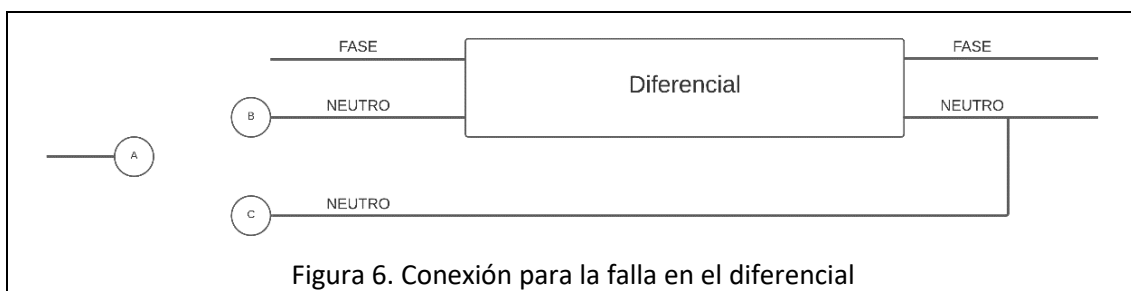


Figura 6. Conexión para la falla en el diferencial

2.3.2. Circuito de Corriente Continua

En este caso, este circuito constará de dos ramas, con sus respectivos interruptores y relés. El interruptor y relé 1 se encargarán de encender el circuito de corriente alterna mientras que el interruptor y relé 2 se encargarán de producir la falla de deriva a tierra.

2.3.3. Circuito de corriente Alterna

Para el correcto funcionamiento de este circuito, debe circular una corriente mínima de 30 mA para que el interruptor diferencial corte el circuito. Esta corriente vamos a considerarla de 50 mA para las posibles tolerancias de la red y de la resistencia. Además, vamos a introducir en este una bombilla led de 3 W para que el funcionamiento sea más interactivo, de forma que cuando se produzca la falla esta se apague. Debemos calcular la corriente que va a atravesar esta bombilla para conocer si es necesario implementar una resistencia para llegar al límite de los 30 mA

$$I_{LED} = \frac{P}{V} = \frac{3 \text{ W}}{230} = 13 \text{ mA}$$

$$I_{Resistencia} = I_{Total} - I_{LED} = 50 - 13 = 37 \text{ mA}$$

Nos da que por la resistencia debe pasar una corriente de 37 mA

$$R = \frac{V}{I} = \frac{230}{37 * 10^{-3}} = 6216.22 \Omega$$

El valor comercial inferior más próximo es de 5.6 K Ω (5K6). Con este valor hay que comprobar si en el peor de los casos la intensidad que pasa por el diferencial es de 30 mA.

$$R_{MAX} = R_{NOM} * \left(1 + \frac{Tol}{100}\right) = 5600 * \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 6160 \Omega$$

$$V_{MIN} = V_{NOM} * \left(1 - \frac{Tol}{100}\right) = 230 * \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 230 * 0.9 = 207 \text{ V}$$

$$I_{R_MIN} = \frac{V_{MIN}}{R_{MAX}} = \frac{207}{6160} = 33.6 \text{ mA}$$

$$I_{MIN} = I_{LED} + I_{R_MIN} = 13 + 33.6 = 46.6 \text{ mA}$$

Con una resistencia de 5.6 K Ω se llegaría sin problema al umbral de los 30 mA. Tras esto se debe calcular la potencia que debe soportar esta resistencia en el peor de los casos.

$$V_{MAX} = V_{NOM} * \left(1 + \frac{Tol}{100}\right) = 230 * \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 230 * 1.1 = 253 \text{ V}$$

$$R_{MIN} = R_{NOM} * \left(1 - \frac{TOL}{100}\right) = 5600 * 0.9 = 5040 \Omega$$

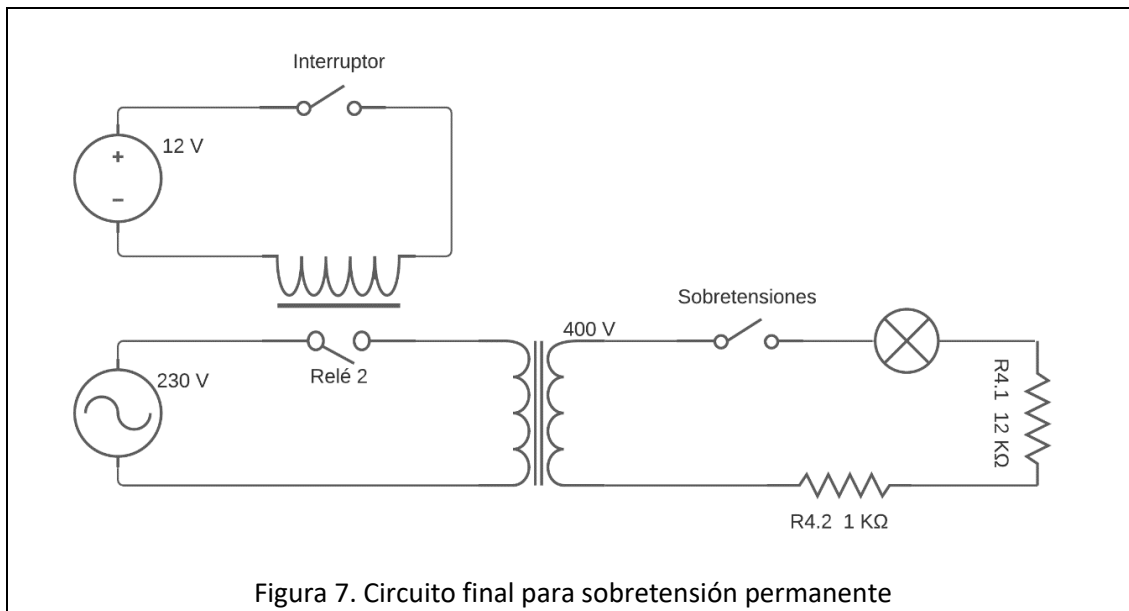
$$P_{MAX} = \frac{V_{MAX}^2}{R_{MIN}} = \frac{253^2}{5040} = 12.7 \text{ W}$$

La resistencia debe soportar una potencia de 12.7 W.

2.4. Esquema de falla de Sobreintensidad permanente

2.4.1. Circuito completo

El circuito que simula la falla de una sobretensión permanente es el que se observa en la Figura 7.



En este circuito se puede apreciar como a una bombilla se le conectan dos resistencias en serie, estas resistencias se colocaron con la finalidad de reducir la tensión que va a caer en la bombilla, de forma que caigan 230, la cual es su tensión de funcionamiento normal y de esta forma no acortar su vida útil más de lo necesario.

2.4.2. Circuito de corriente continua

El circuito de continua consta de un único interruptor que al cerrar el circuito activa un relé en el circuito de alterna.

2.4.3. Circuito de corriente alterna

Este circuito consta de un transformador que elevará la tensión a 400 v, una bombilla y dos resistencias. A continuación se expone el cálculo para el dimensionamiento de las resistencias.

Lo primero, vamos a suponer que la bombilla es una bombilla de 3 W, en la que deben caer 230 V

$$I_{Bombilla} = \frac{P_{Bombilla}}{V_{Bombilla}} = \frac{3}{230} = 13.04 \text{ mA}$$

$$I_{Rama} = I_{Bombilla} = 13.04 \text{ mA}$$

$$V_{Resistencia} = V_{Total} - V_{Bombilla} = 400 - 230 = 170V$$

$$R = \frac{V_{Resistencia}}{I_{Rama}} = \frac{170 \text{ V}}{13.04 \text{ mA}} = 13 \text{ K}\Omega$$

Para esta resistencia vamos a seleccionar el valor comercial más próximo, aunque para aproximarnos más al valor calculado, pondremos dos de estas resistencias en serie: una de 12 KΩ y otra de 1KΩ. Tras esto hay que calcular la potencia que van a disipar estas resistencias.

$$P_{MAX R 12K} = (I_{Rama})^2 * R = (13.04 * 10^{-3})^2 * 12000 = 2.04 W$$

$$P_{MAX R 1K} = (I_{Rama})^2 * R = (13.04 * 10^{-3})^2 * 1000 = 0.17 W$$

Tras calcular los valores de potencia que van a disipar las resistencias en un funcionamiento normal, hay que conocer también el valor de potencia que van a disipar en el peor de los casos.

$$V_{MAX} = V_{NOM} * (1 + \frac{TOL}{100}) = 400 * (1 + \frac{10}{100}) = 400 * 1.1 = 440 V$$

$$R_{Equiv_Lampara} = \frac{V_{NOM}}{I_{NOM}} = \frac{230 V}{13.04 mA} = 17.638 \Omega$$

$$R_{MIN 12K} = R_{NOM 12K} * (1 - \frac{TOL}{100}) = 12000 * (1 - \frac{10}{100}) = 12000 * 0.9 = 10800 \Omega$$

$$R_{MIN 1K} = R_{NOM 1K} * (1 - \frac{TOL}{100}) = 1000 * (1 - \frac{10}{100}) = 1000 * 0.9 = 900 \Omega$$

$$R_{Total} = R_{Equiv_Lampara} + R_{MIN 12K} + R_{MIN 1K} = 29333 \Omega$$

$$I_{MAX} = \frac{440 V}{29333 \Omega} = 15 mA$$

$$P_{MAX 12K} = I_{MAX}^2 * R_{MIN 12K} = (15 * 10^{-3})^2 * 10800 = 2.43 W$$

$$P_{MAX 1K} = I_{MAX}^2 * R_{MIN 1K} = (15 * 10^{-3})^2 * 900 = 0.20 W$$

También debemos comprobar que la intensidad máxima que va a circular por el circuito no es superior a la que puede suministrar el transformador.

$$I_{MAX TRANSFORMADOR} > I_{MAX CIRCUITO} \Rightarrow 280 mA > 15 mA$$

2.5. Esquema de falla de Sobretensiones transitorias

2.5.1. Circuito Completo

Este circuito constará básicamente de un transformador que elevará la tensión de la red desde 230 V hasta los 400 V. Mediante un puente de diodos se alimentará un condensador para conseguir una tensión constante de unos 560 V aproximadamente. Tras esto se desconectará el circuito de alimentación y se conectará este condensador al circuito donde se encuentra el dispositivo de sobretensiones. Este dispositivo detectará este pico de tensión y abrirá el circuito impidiendo el paso de la corriente.

El circuito del dispositivo de sobretensiones tiene además una resistencia y una bombilla. Las resistencias se dimensionarán de forma que sobre la bombilla caiga una tensión media de 230 V, para impedir que se desgaste demasiado, aumentando de esta forma su vida útil.

El circuito completo se puede observar en la Figura 8

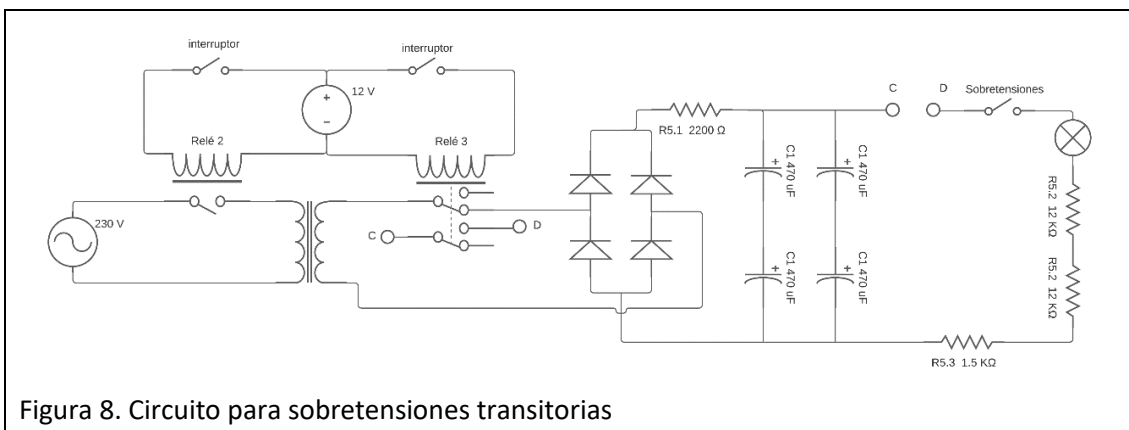


Figura 8. Circuito para sobretensiones transitorias

2.5.2. Circuito de corriente continua

El circuito de corriente continua consta de dos interruptores, cada uno activa un relé.

El relé 1 se encarga de encender el circuito, de forma que no esté todo el rato encendido y sea un desperdicio de potencia.

El relé 2 se encarga de alternar el funcionamiento de dos circuitos. El primero de ellos es el que se encarga de cargar el conjunto de condensadores con una tensión aproximada de 560 V. El segundo es el que se encarga de cerrar este circuito para permitir el paso de la corriente y activar de esta forma el sobretensiones. Estos circuitos no deben estar activados simultáneamente.

La razón por la cual hay colocados varios condensadores en serie y paralelo es para lograr la capacitancia necesaria distribuyendo la diferencia de tensión entre ellos. Esto se debe a que los condensadores que son capaces de soportar la diferencia de tensión del circuito son muy caros, por lo que no son viables.

2.5.3. Circuito de corriente alterna

2.5.3.1. Carga del condensador

Primero calcularemos la diferencia de tensión entre las patas del conjunto en serie de los condensadores.

$$V_P = V_{Transformador} * \sqrt{2} = 400 * \sqrt{2} = 565.68$$

$$V_C = V_p - 2 * V_D = 565.68 - 2 * 1.1 = 563.48 V$$

Conociendo la resistencia interna que tiene el condensador, colocaremos otra resistencia para limitar la corriente de carga ($R_1 = 2200\Omega$). Después procederemos a calcular la corriente de carga máxima y comprobar que es menor que la que pueden soportar el transformador y el puente de diodos. También calcularemos la tensión final del condensador al cabo de 10s para ver se aproxima a los 563 V que deberíamos tener. También hay que calcular la tensión que cae en cada condensador junto con la capacitancia total.

$$I_{MAX} = \frac{563}{2200} = 0.256 mA$$

$$I_{MAX} < I_{MAX TRANSFORMADOR} \Rightarrow 256 mA < 280 mA$$

$$I_{MAX} < I_{MAX PUENTE DIODOS} \Rightarrow 256 mA < 1900 mA$$

Primero se debe calcular el valor en μF que tienen los condensadores en serie.

$$\frac{1}{C_{Total_Rama}} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C_1} = \frac{1}{470} + \frac{1}{470} = \frac{2}{470} = \frac{1}{235}$$

$$C_{Total_Rama} = 235 \mu F$$

Con este valor se obtiene el valor de las dos ramas paralelas.

$$C_{Total} = C_{Total_Rama_1} + C_{Total_Rama_2} = 470 \mu F$$

Conociendo el valor de Capacitancia equivalente, podemos proceder con el cálculo para hallar la tensión. Hay que destacar que esta tensión es la suma de la tensión que cae en ambos condensadores.

$$Q_{MAX} = C * V = 470 \mu F * 563V = 0.2646 C$$

$$q_t = Q * (1 - e^{\frac{-t}{R*C}}) = 0.2646 * (1 - e^{\frac{-10}{2200.4 * 0.470 * 10^{-3}}}) = 0.2646 C$$

$$V_C = \frac{q_5}{C} = \frac{0.2646}{470 * 10^{-6}} = 563 V$$

También hay que comprobar la tensión que cae en cada condensador y dado que los cuatro condensadores son iguales, en los cuatro cae la misma tensión, siendo esta:

$$Q_{MAX_RAMAS} = C * V = 235 \mu F * 563V = 0.1323 C$$

$$V_{COND} = \frac{Q_{MAX_RAMAS}}{C_1} = \frac{0.1323}{470 * 10^{-6}} = 281.49 V$$

Por lo que cada condensador debe ser capaz de soportar al menos esta tensión. Al cabo de 10s, la tensión en el conjunto de condensadores se aproximará a la tensión máxima. Antes de seguir con los cálculos, hay que obtener el valor de potencia máximo que debe soportar la resistencia que limita la corriente de carga

$$V_{MAX_RMS} = V_{NOM} * (1 + \frac{TOL}{100}) = 400 * (1 + \frac{10}{100}) = 400 * 1.1 = 440 V$$

$$V_{MAX_P} = V_{MAX_RMS} * \sqrt{2} - 2 * V_D = 440 * \sqrt{2} - 2 * 1.1 = 620 V_p$$

$$R_{MIN\ 1.5K} = R_{NOM\ 1.5K} * (1 - \frac{TOL}{100}) = 2200 * (1 - \frac{10}{100}) = 2200 * 0.9 = 1980\ \Omega$$

$$P_{R\ 1.5K\ MAX} = \frac{V_{MAX\ P}^2}{R_{MIN\ 1.5K}} = \frac{620^2}{1980} = 195.55\ W$$

La resistencia de carga debe soportar una potencia de 194 W, por lo que una de 200 W sería adecuada. Para reducir la potencia necesaria que debe soportar la resistencia, se puede dividir esta en un par o en tres colocadas en serie, de forma que su resistencia equivalente sea de 2200 Ω tal y como se hizo en el apartado 2.1.3.3.

2.5.3.2. Descarga del condensador

Para el apartado de descarga del grupo de condensadores, que a partir de ahora vamos a considerar uno solo con la capacitancia equivalente a este grupo, hay que analizar el funcionamiento de este con la mayor intensidad. Esto para dimensionar correctamente el valor de potencia de las resistencias. También hay que analizar el funcionamiento normal y después el funcionamiento a mínima intensidad para comprobar la diferencia de tensión.

Lo primero que hay que calcular para empezar con el funcionamiento normal es el valor de las resistencias de descarga. La tensión de descarga se supondrá como la calculada en el apartado de carga del condensador V_C

$$V_{Resistencia} = V_C - V_{Lámpara} = 563 - 230 = 333\ V$$

$$I_{Rama} = \frac{P_{Lámpara}}{V_{Lámpara}} = \frac{3\ W}{230\ V} = 13.04\ mA$$

$$R = \frac{V_{Resistencia}}{I_{Rama}} = \frac{333\ V}{13.04\ mA} = 25536\ \Omega$$

Para que el valor de resistencia que escojamos sea lo más próximo posible del valor calculado, escogeremos tres resistencias en lugar de 1. Estas resistencias serán dos de 12 K Ω y una de 1500 Ω . Hay que comprobar si tras 1 s la tensión está por encima de 350 v, para esto sacaremos el valor de Q del apartado de carga de condensador

$$R_{Lámpara} = \frac{V_{Lámpara}^2}{P_{Lámpara}} = \frac{230^2}{3} = 17633\ \Omega$$

$$R_T = R_{Lámpara} + R_{Resistencias} = 17633 + 25500 = 43133\ \Omega$$

$$q_t = Q * e^{\frac{-t}{R*C}} = 0.2646 * e^{\frac{-1}{43133*0.470*10^{-3}}} = 0.2519\ C$$

$$V_C = \frac{q_5}{C} = \frac{0.2519}{470 * 10^{-6}} = 535.88\ V$$

Como se puede observar, al pasar 1s la diferencia de tensión en los bordes del condensador no cae de 350, por lo que el dispositivo sobretensiones debe saltar.

Ahora calcularemos la potencia máxima que deben ser capaz de soportar las resistencias. Para ello vamos a calcular la tensión máxima del condensador si la red tiene una tolerancia del 10%

$$V_{MAX_TRANSFORMADOR} = V_{NOM} * (1 + \frac{TOL}{100}) = 400 * 1.1 = 440\ V$$

$$V_{MAX_C} = (V_{MAX_TRANSFORMADOR} * \sqrt{2}) - 2 * V_D = 440 * \sqrt{2} - 2 * 1.1 = 620 V$$

$$R_{MIN_12K} = R_{12K} * (1 - \frac{TOL}{100}) = 12000 * 0.9 = 10800 \Omega$$

$$R_{MIN_1000} = R_{820} * (1 - \frac{TOL}{100}) = 1500 * 0.9 = 1350 \Omega$$

$$R_T = R_{MIN_820} + 2 * R_{MIN_12K} + R_{Lámpara} = 40583 \Omega$$

$$I_{Rama} = \frac{V_{MAX_C}}{R_T} = \frac{620}{40583} = 15.28 mA$$

$$P_{MAX_12K} = I_{Rama}^2 * R_{MIN_12K} = (15.28 * 10^{-3})^2 * 10800 = 2.52 W$$

$$P_{MAX_1000} = I_{Rama}^2 * R_{MIN_820} = (15.28 * 10^{-3})^2 * 1350 = 0.315 W$$

Ahora comprobaremos si en el peor de los casos tras 1 segundo la tensión en el condensador sigue siendo mayor de 350 V. Para eso debemos calcular la carga del condensador cuando la red vale un 10% menos de tensión, las resistencias tienen el menor valor posible y el condensador tiene el menor valor de capacitancia posible

$$V_{MIN_TRANSFORMADOR} = V_{NOM} * (1 - \frac{TOL}{100}) = 400 * 0.9 = 360V$$

$$V_{MIN_C} = (V_{MIN_TRANSFORMADOR} * \sqrt{2}) - 2 * V_D = 360 * \sqrt{2} - 2 * 1.1 = 506.92 V$$

$$C_{min} = C * 0.8 = 376 \mu F$$

$$Q = C_{min} * V = 376 * 10^{-6} * 506.92 = 0.1906 C$$

$$q_{Carga_10s} = Q * \left(1 - e^{\frac{-10}{2200 * 376 * 10^{-6}}}\right) = 0.1906 C$$

$$q_{Descarga_1s} = Q * e^{\frac{-t}{R * C}} = 0.1906 * e^{\frac{-1}{40583 * 376 * 10^{-6}}} = 0.1785 C$$

$$V_{1s} = \frac{0.1785}{376 * 10^{-6}} = 474.8 V$$

La tensión del condensador tras 1 segundo es de 474.8 V, pero el tiempo máximo que tardaría un dispositivo sobretensiones según la norma UNE-EN50550 en abrir un circuito a 350 es 0.75 s. Por lo que para este cálculo, se asegura que el dispositivo sobretensiones sea capaz de abrir el circuito cuando la tensión sea un 10% inferior a la habitual y las resistencias con una tolerancia del 10% sean lo más pequeñas posible.



ANEXO III : Simulaciones de circuitos

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Autor: Airam Ramírez Cabrera

Tutores: Ricardo Mesa Cruz

Sergio Diaz González

Fecha: Julio de 2021

Índice

1. Consideraciones	57
2. Simulaciones.....	57
2.1. Simulaciones de falla de cortocircuito	57
2.1.1. Funcionamiento Normal	57
2.1.2. Funcionamiento ante una cantidad crítica de amperaje (mínimo).....	58
2.1.3. Funcionamiento ante una cantidad crítica de amperaje (máximo).....	60
2.2. Simulaciones de falla de sobreintensidades	61
2.3. Simulaciones de falla de deriva a tierra	64
2.3.1. Funcionamiento Normal	64
2.3.2. Funcionamiento con una cantidad crítica de amperaje (mínimo)	65
2.3.3. Funcionamiento ante una cantidad crítica de amperaje (máximo).....	66
2.4. Simulaciones para una falla de una sobretensión permanente.....	67
2.4.1. Funcionamiento Normal	67
2.4.2. Funcionamiento ante una cantidad crítica de intensidad (mínimo).....	68
2.4.3. Funcionamiento ante una cantidad crítica de intensidad (máximo)	68
2.5. Simulaciones para una falla de sobretensiones transitorias.....	69
2.5.1. Funcionamiento Normal	70
2.5.2. Funcionamiento ante una corriente de carga máxima	71
2.5.3. Funcionamiento ante una capacitancia mínima	72

1. Consideraciones

Para las simulaciones vamos a suponer el correcto funcionamiento y la no necesidad de simular los circuitos de corriente continua debido a que estos en su gran mayoría se tratan de un circuito con un interruptor y un relé. Por lo que no se simularán estos circuitos salvo en los casos en los que sea necesario por las posibles combinaciones de los interruptores.

2. Simulaciones

2.1. Simulaciones de falla de cortocircuito

Esta simulación consiste en una fuente de corriente alterna conectada a dos resistencias, una de estas correspondiente a la resistencia con la cual se va a generar la falla y otra correspondiente a la resistencia equivalente del propio cable.

2.1.1. Funcionamiento Normal

Esta simulación consiste en obtener el valor de corriente RMS que circula por el circuito durante un funcionamiento normal

El circuito de esta simulación es el que se puede observar en la Figura 1.

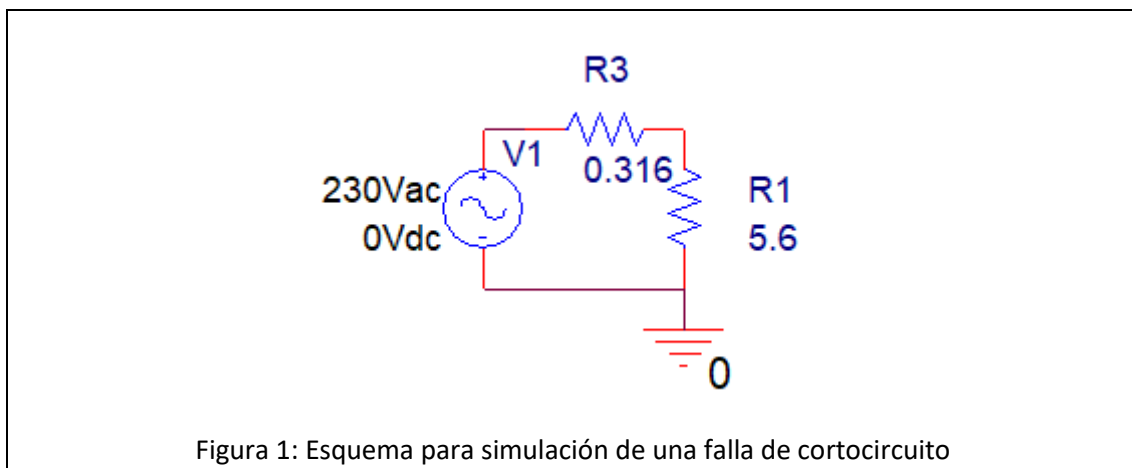
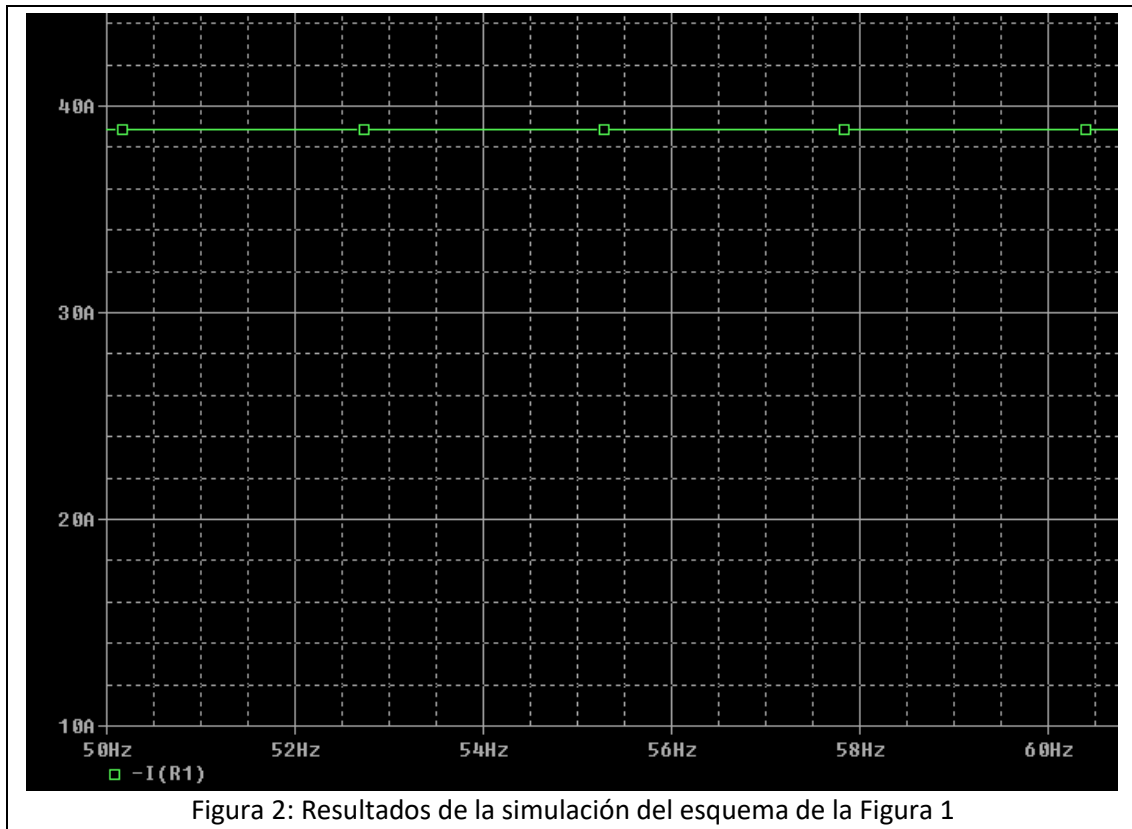


Figura 1: Esquema para simulación de una falla de cortocircuito



En la Figura 2 se pueden encontrar los resultados de la simulación del circuito de la Figura 1. En estos resultados se puede apreciar como la corriente tiene un valor RMS de más de 38 A, por lo que el circuito funcionaría correctamente.

2.1.2. Funcionamiento ante una cantidad crítica de amperaje (mínimo)

En esta simulación se va a obtener el menor valor de amperaje que va a circular por la resistencia con los valores del circuito. Estos valores tendrán una tolerancia del 10 %, de forma que en este caso la tensión otorgada por la red será mínima y la resistencia será máxima. El circuito para esta simulación es el que se puede observar en la Figura 3.

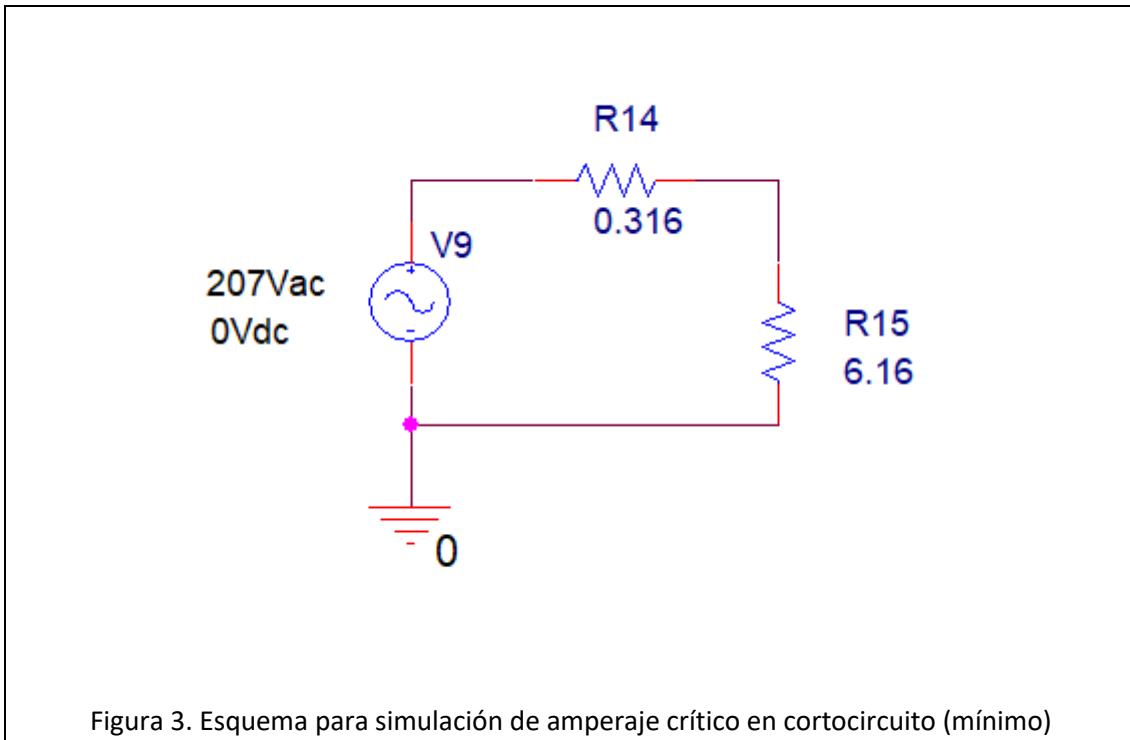


Figura 3. Esquema para simulación de amperaje crítico en cortocircuito (mínimo)

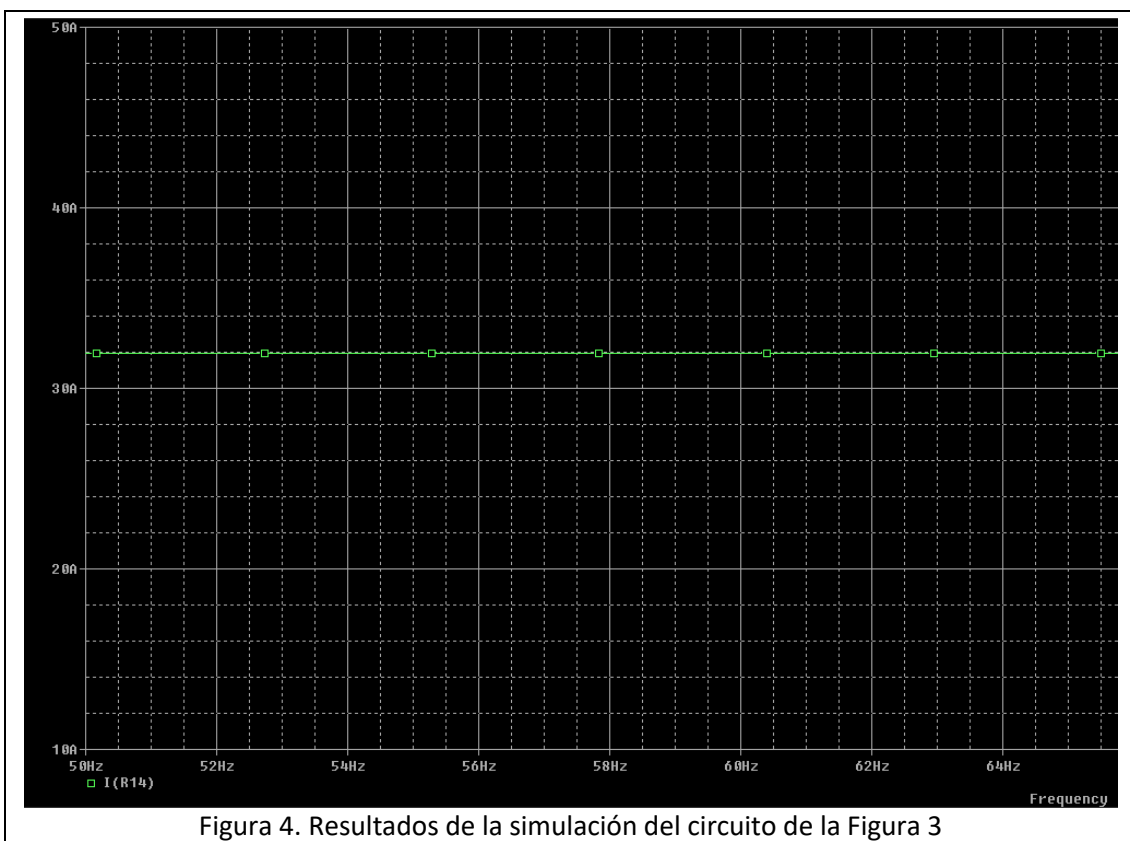


Figura 4. Resultados de la simulación del circuito de la Figura 3

En la Figura 4 podemos encontrar los resultados de la simulación. En esta se puede ver como en el peor de los casos, la intensidad sigue siendo mayor que 5 veces la nominal (30 A), por lo que el circuito funcionaría correctamente

2.1.3. Funcionamiento ante una cantidad crítica de amperaje (máximo)

En esta simulación se va a obtener el mayor valor de amperaje que va a circular por la resistencia con los valores del circuito. Estos valores tendrán una tolerancia del 10 %, de forma que en este caso la tensión otorgada por la red será máxima y la resistencia será mínima. El circuito para esta simulación es el que se puede observar en la Figura 5.

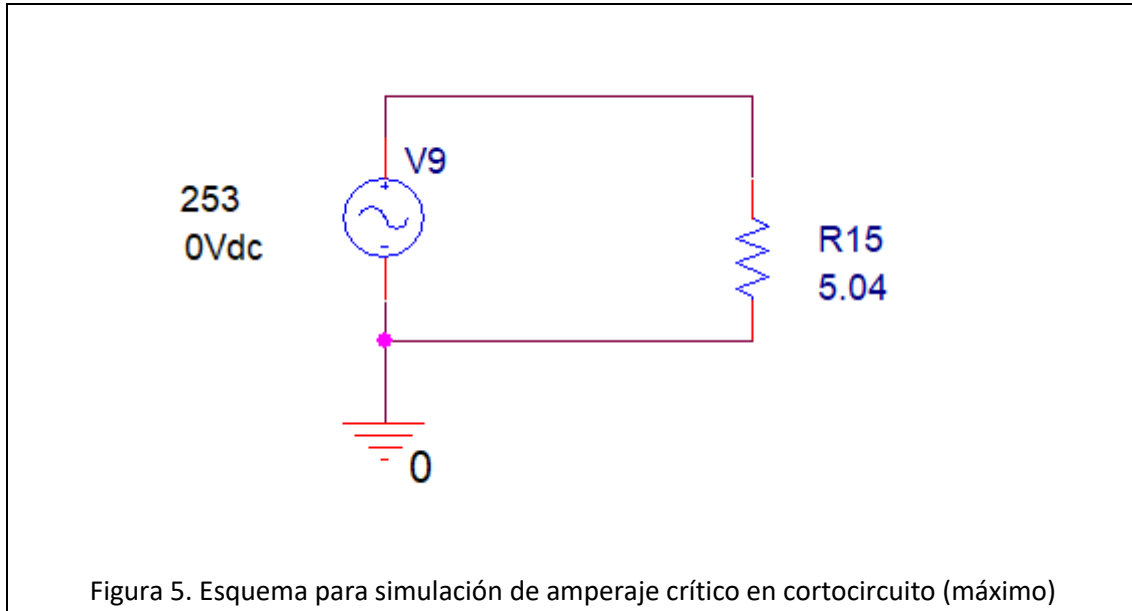


Figura 5. Esquema para simulación de amperaje crítico en cortocircuito (máximo)

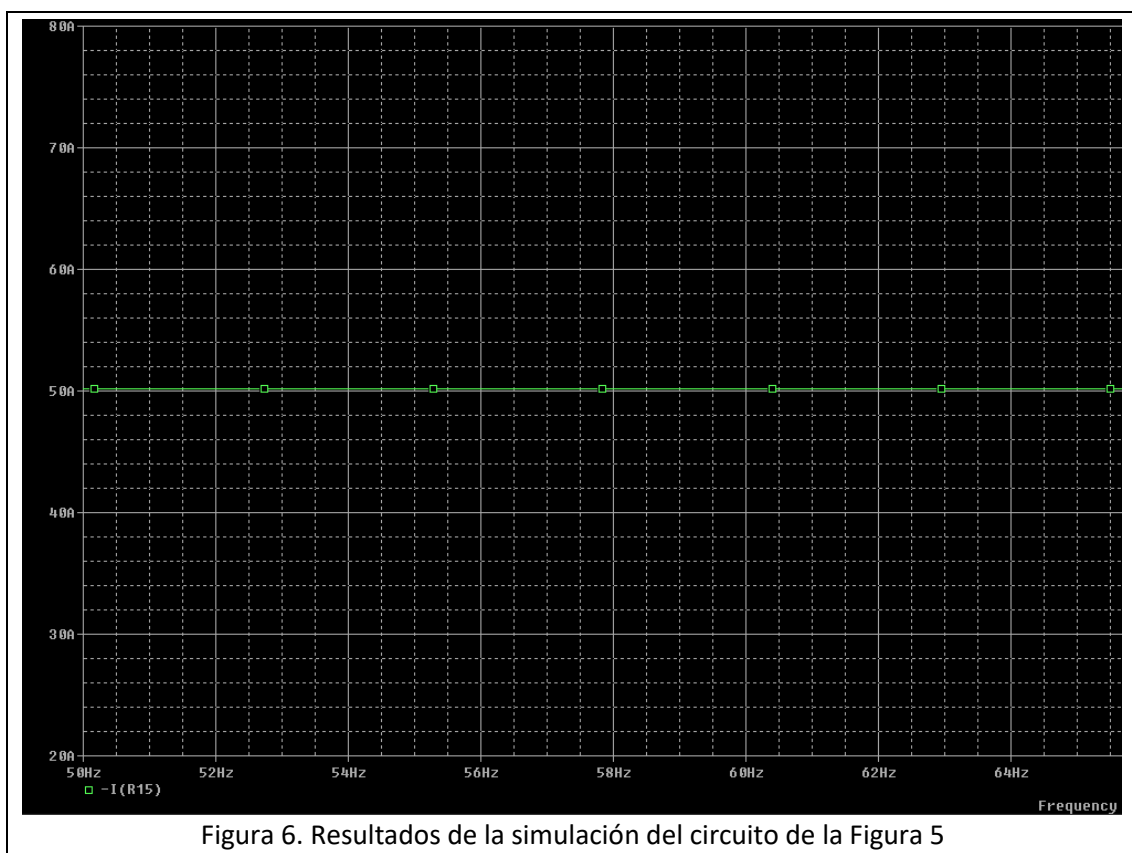


Figura 6. Resultados de la simulación del circuito de la Figura 5

2.2. Simulaciones de falla de sobrecorrientes

Para esta simulación se va a considerar también el circuito de corriente continua, debido a que la combinación de las palancas puede ocasionar el funcionamiento o no del circuito de corriente alterna. Además este es el único circuito de corriente continua que consta con mayor complejidad dado a que consta con puertas AND y un transistor MOSFET, por lo que además se va a analizar el correcto funcionamiento de estos. El circuito para la simulación es el que se aprecia en la Figura 7. Además para la simulación de este circuito se utilizar 4 pulsos, que juntos conforman una secuencia de 0 y 1, que se puede apreciar en la Figura 8. En esta secuencia se puede apreciar cómo se da cada combinación de 0 y 1.

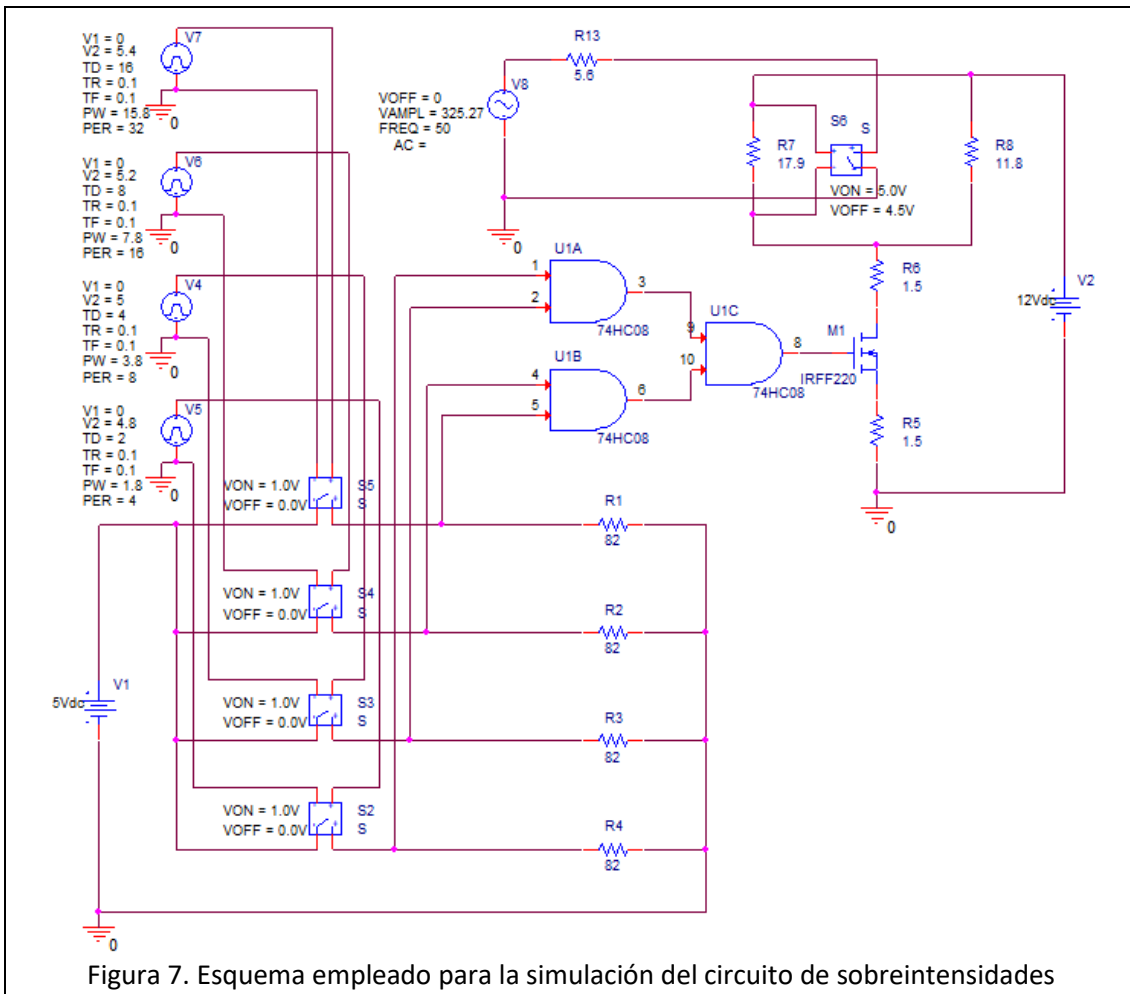
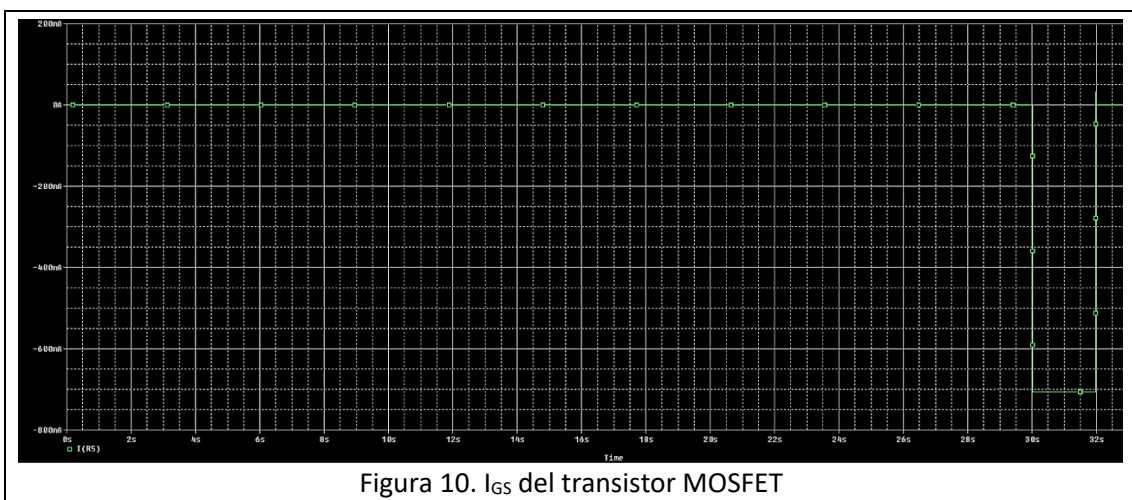


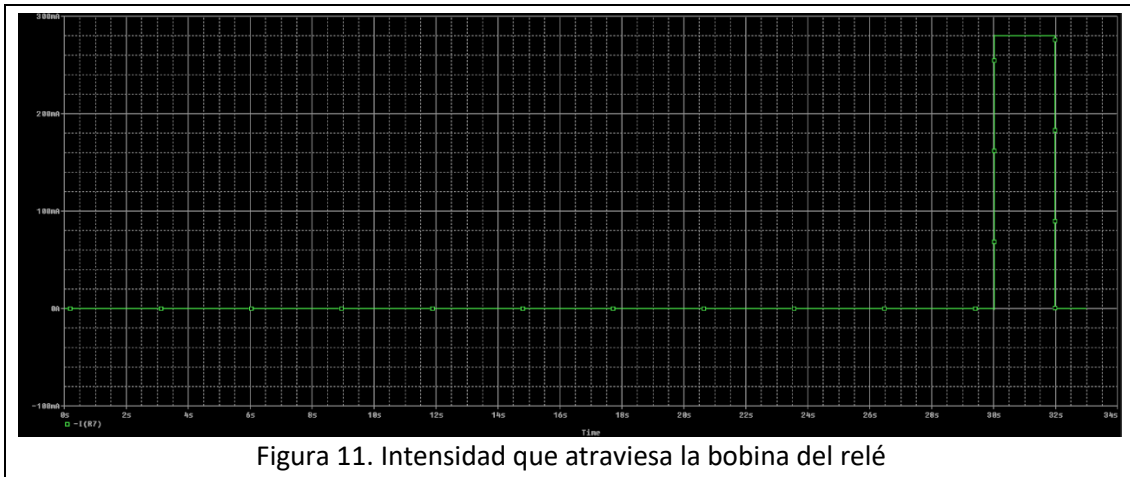
Figura 7. Esquema empleado para la simulación del circuito de sobrecorrientes



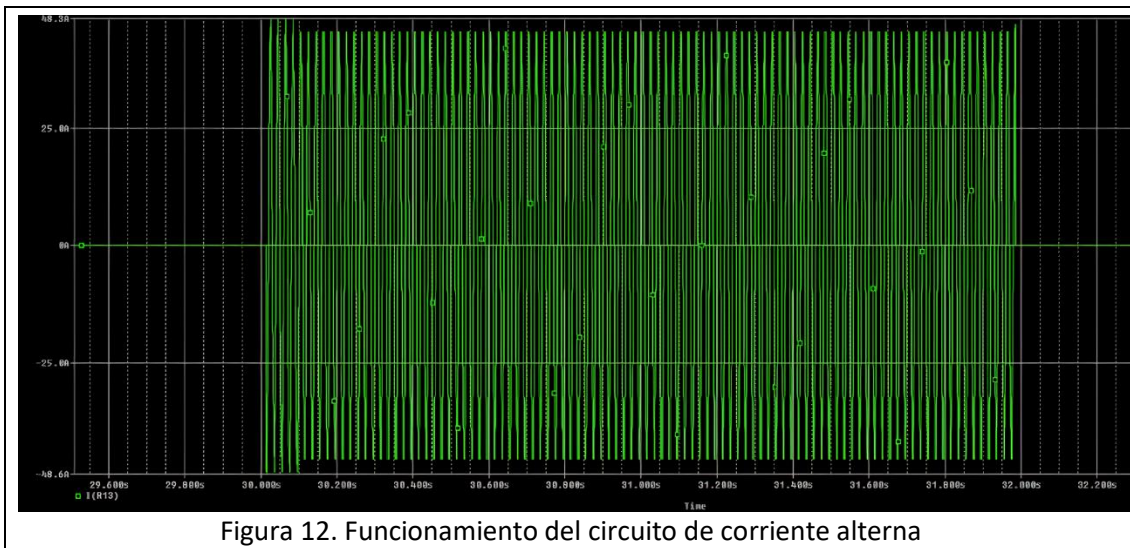
Ahora se van a analizar las tensiones generadas por las puertas AND y la corriente que circula por el MOSFET para comprobar si los cálculos coinciden con los resultados. Estos resultados se encuentran en la Figura 9 y 10 respectivamente.



Como se puede apreciar, la puerta AND solo otorga la salida en tensión cuando todas las palancas están a 1, lo que cumple con las reglas de diseño. Además, por el MOSFET circula corriente únicamente cuando la puerta And otorga tensión en su puerta, por lo que solo conduce con las 4 palancas a 1. También se puede observar que por el MOSFET circula aproximadamente la intensidad para el cual se diseñó el circuito. En la Figura 11 se aprecia la cantidad de intensidad que circula por la bobina del relé.



Como se puede apreciar en la Figura 11, el relé conduce únicamente corriente cuando las 4 palancas están a ON y además conduce aproximadamente los 280 mA que se necesitan según la hoja de características de este. En cuanto a el circuito de corriente alterna, este funcionará únicamente cuando el relé esté en funcionamiento. Esto se puede ver en la Figura 12.



Se puede observar que solo hay corriente cuando las cuatro palancas están activas. También hay que tener en cuenta que los resultados de amperaje en esta simulación están en amperios pico a pico, por lo que habría que pasarlos a RMS. Las simulaciones de mayor amperaje y menor amperaje se corresponden con las mismas que las de los apartados 2.1.2 y 2.1.3, por lo que se omiten las simulaciones en esos casos.

2.3. Simulaciones de falla de deriva a tierra

Las simulaciones del circuito de corriente continua de esta falla se van a omitir debido a que al igual que en el apartado 2.1, el circuito consta únicamente de dos palancas y dos relés, por lo que no tiene sentido simular este circuito

2.3.1. Funcionamiento Normal

El circuito que se va a utilizar para la simulación de esta falla se encuentra en la Figura 13. Este circuito consta de una fuente de corriente alterna de 230 V conectada a dos resistencias, siendo una de estas la resistencia equivalente de una lámpara led de 3W.

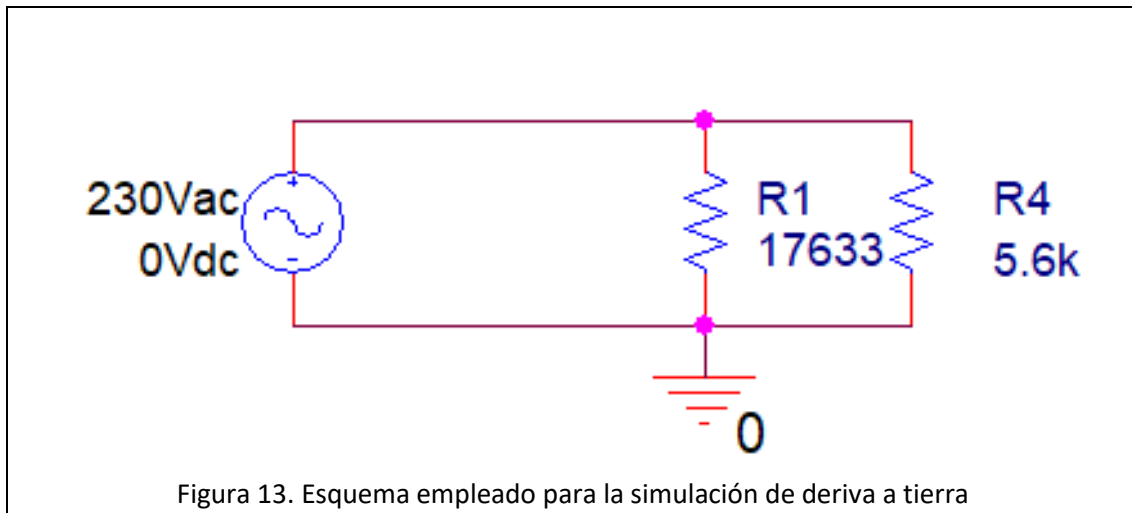


Figura 13. Esquema empleado para la simulación de deriva a tierra

En la Figura 14 se encuentran los resultados.

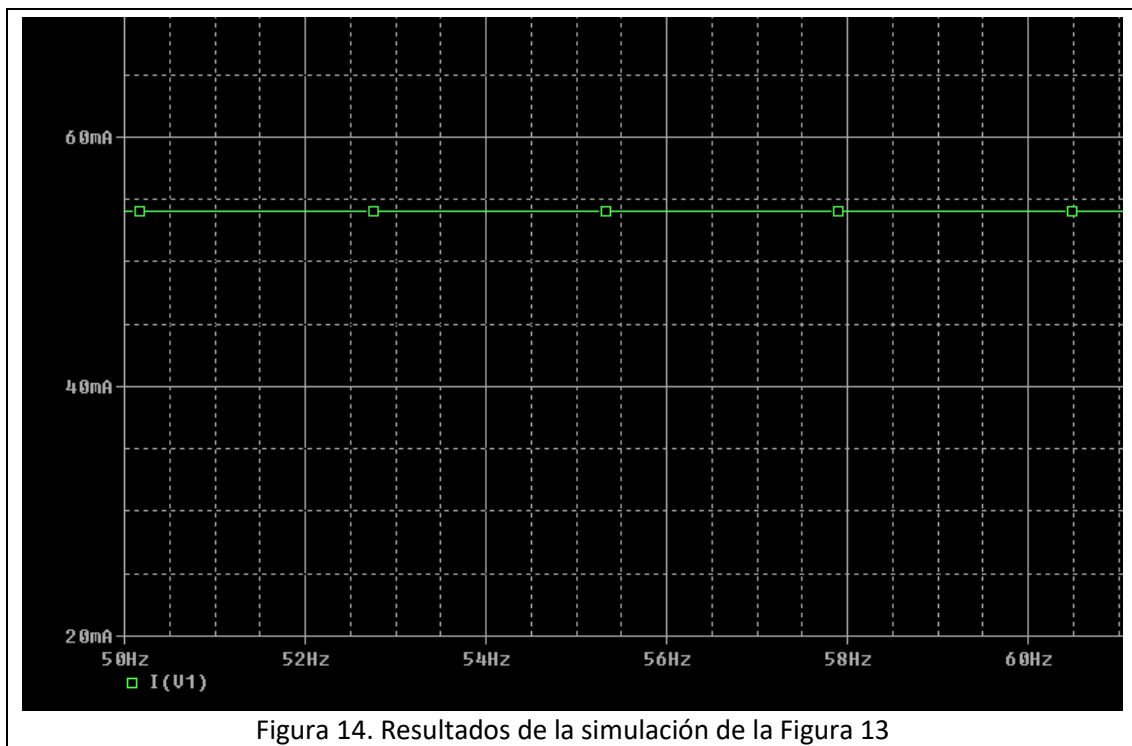


Figura 14. Resultados de la simulación de la Figura 13

2.3.2. Funcionamiento con una cantidad crítica de amperaje (mínimo)

Para esta simulación tendremos que comprobar que el amperaje que pasa por la rama en el peor de los casos es mayor al que se necesita. Este caso se dará cuando la tensión de alimentación sea mínima y el valor de la resistencia sea máximo. El circuito de esta simulación se puede apreciar en la Figura 15 junto con sus resultados en la Figura 16.

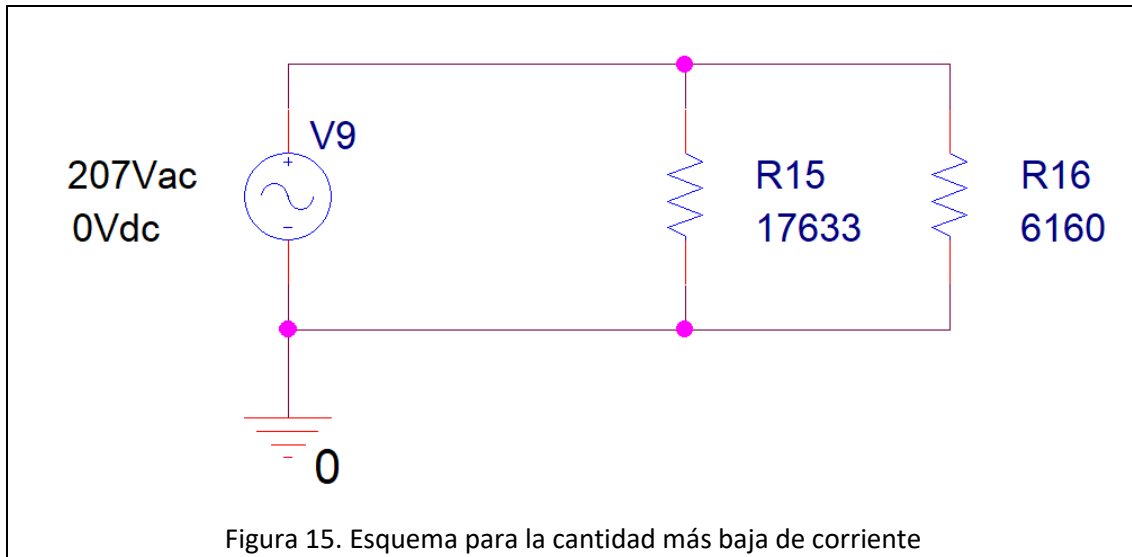


Figura 15. Esquema para la cantidad más baja de corriente

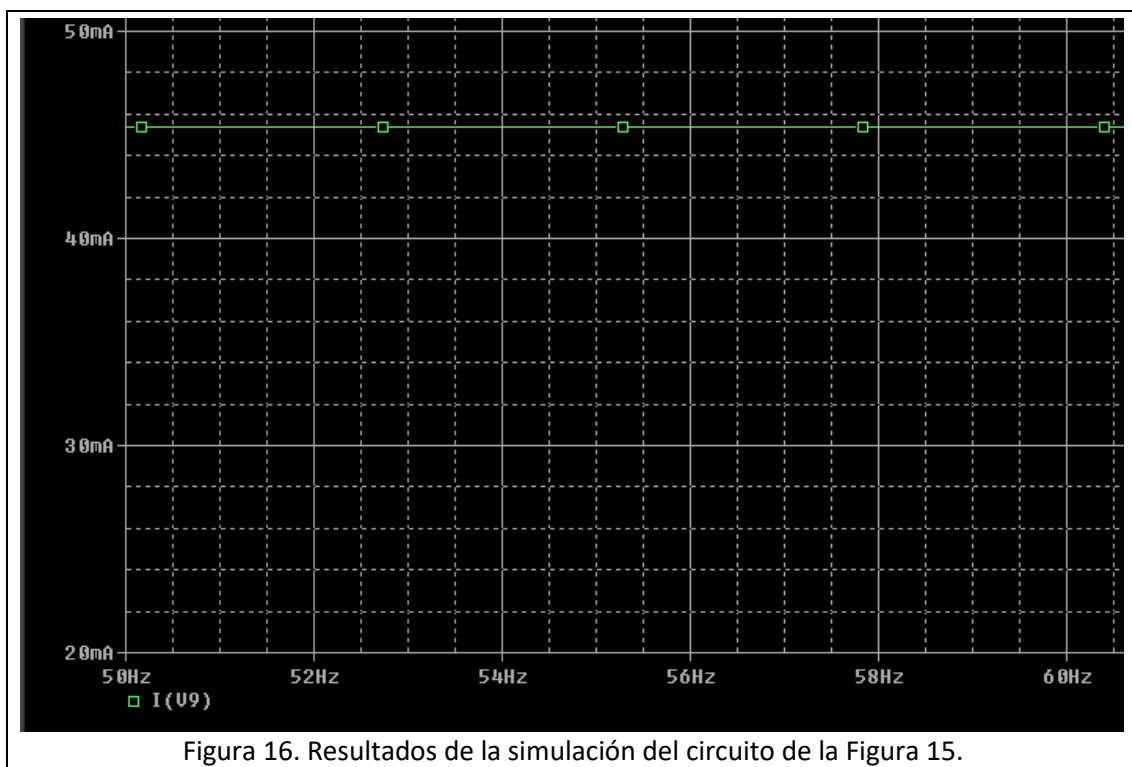


Figura 16. Resultados de la simulación del circuito de la Figura 15.

Como se puede observar en este caso, la intensidad mínima que atravesaría el diferencial es la suficiente como para que este abra el circuito.

2.3.3. Funcionamiento ante una cantidad crítica de amperaje (máximo)

El objeto de esta simulación es el de obtener el valor de intensidad máximo que va a atravesar la resistencia, con el fin de poder dimensionar el valor máximo de potencia que debe ser capaz de resistir esta. Para ello vamos a suponer que la red alcanza el valor máximo (110%) y la resistencia tiene el valor más bajo (90%). El circuito para esta simulación es el que se puede observar en la Figura 17.

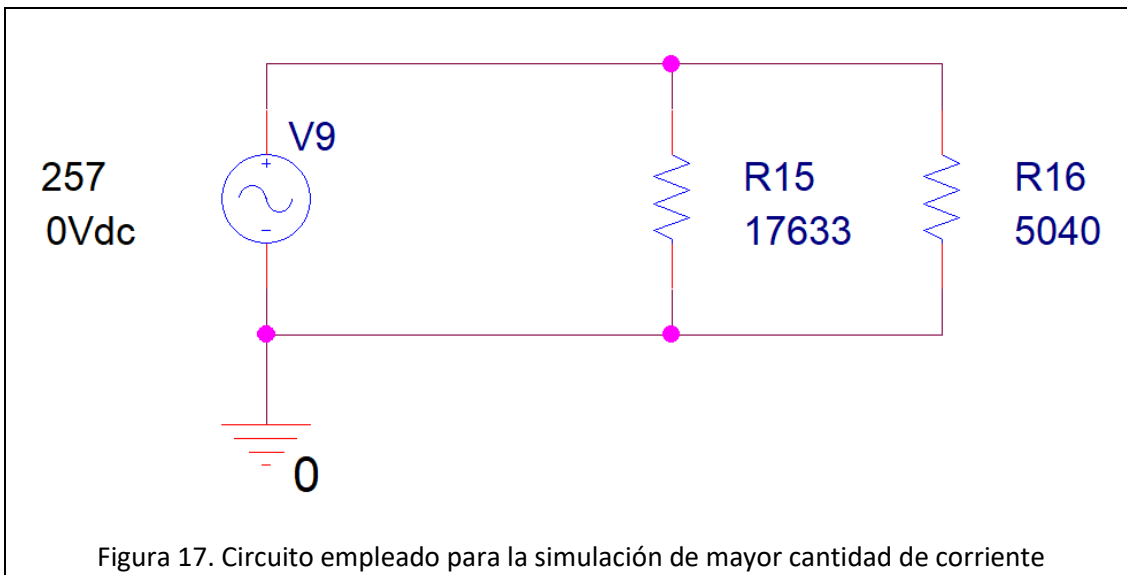


Figura 17. Circuito empleado para la simulación de mayor cantidad de corriente

En las Figura 18 y 19 encontramos el valor de la corriente total que circularía por el interruptor diferencial y el valor de corriente que atravesaría por la resistencia que se desea dimensionar

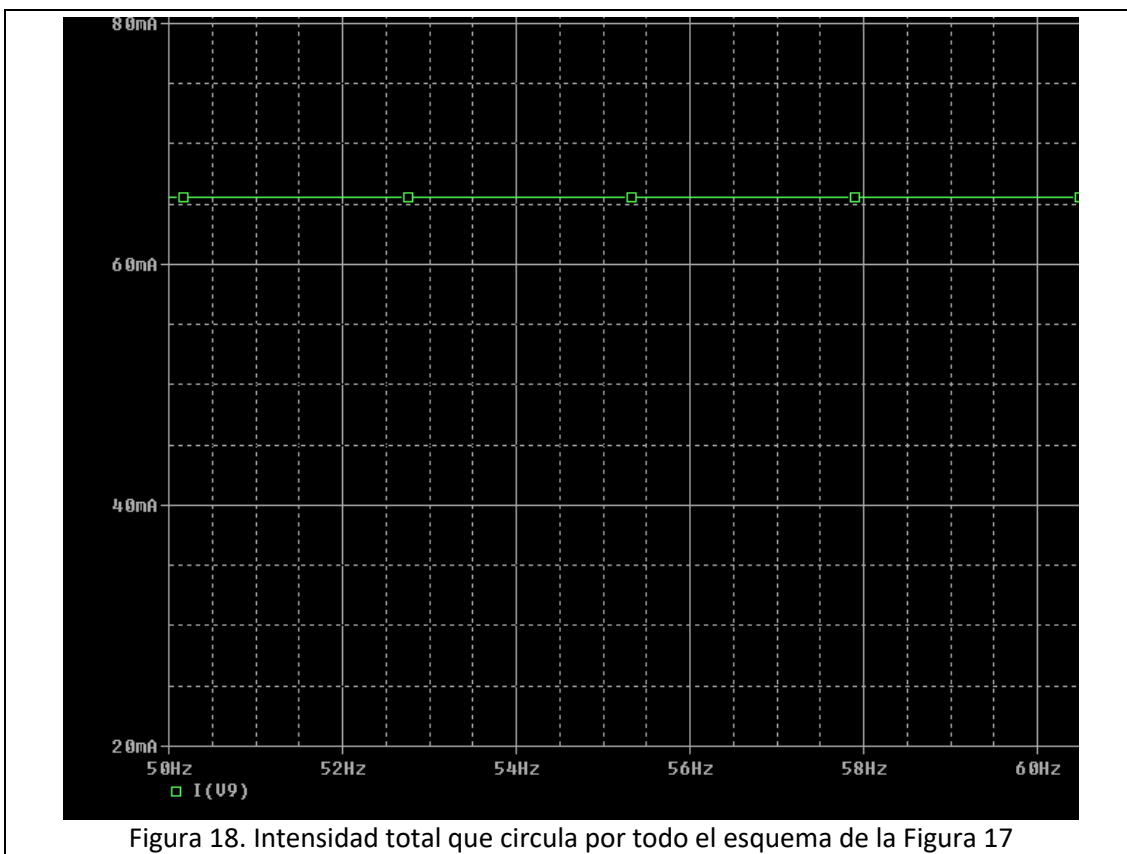


Figura 18. Intensidad total que circula por todo el esquema de la Figura 17



2.4. Simulaciones para una falla de una sobretensión permanente

Al igual que para los apartados 2.1 y 2.3, para este apartado no se van a realizar simulaciones del circuito de corriente continua.

2.4.1. Funcionamiento Normal

El circuito que se va a utilizar para las simulaciones de este apartado es el que se muestra en la Figura 20. En este circuito, la resistencia R6 se corresponde con una lámpara led de 3W. Las otras dos resistencias se colocan con el fin de que en la bombilla no caigan los 400 V ya que esta se podría llegar a estropear. En la Figura 21 se puede ver el valor de intensidad que circulará en un funcionamiento normal

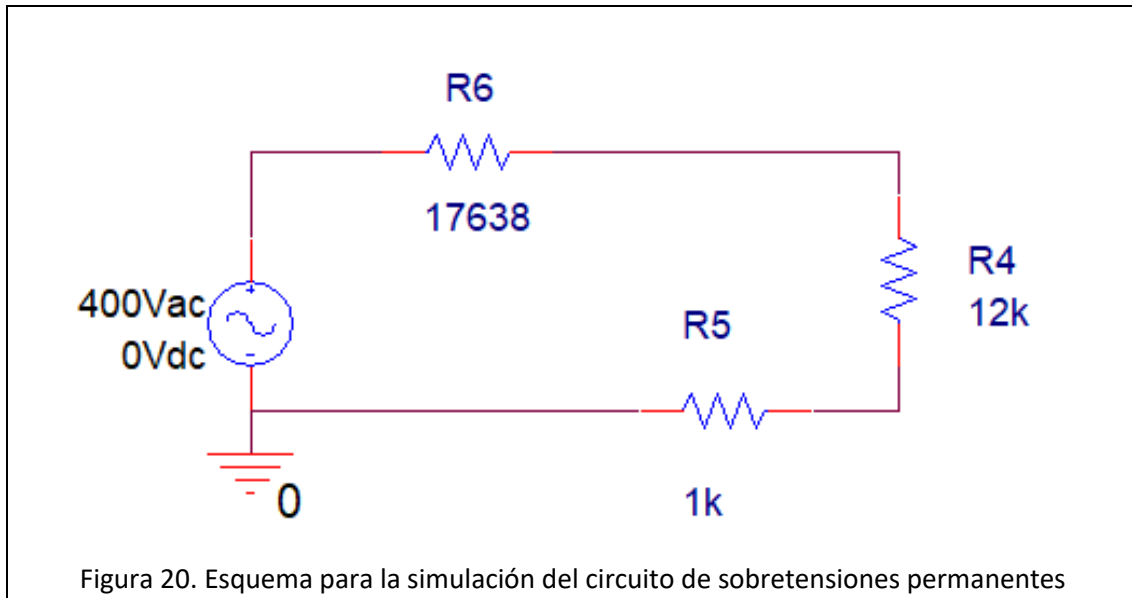


Figura 20. Esquema para la simulación del circuito de sobretensiones permanentes

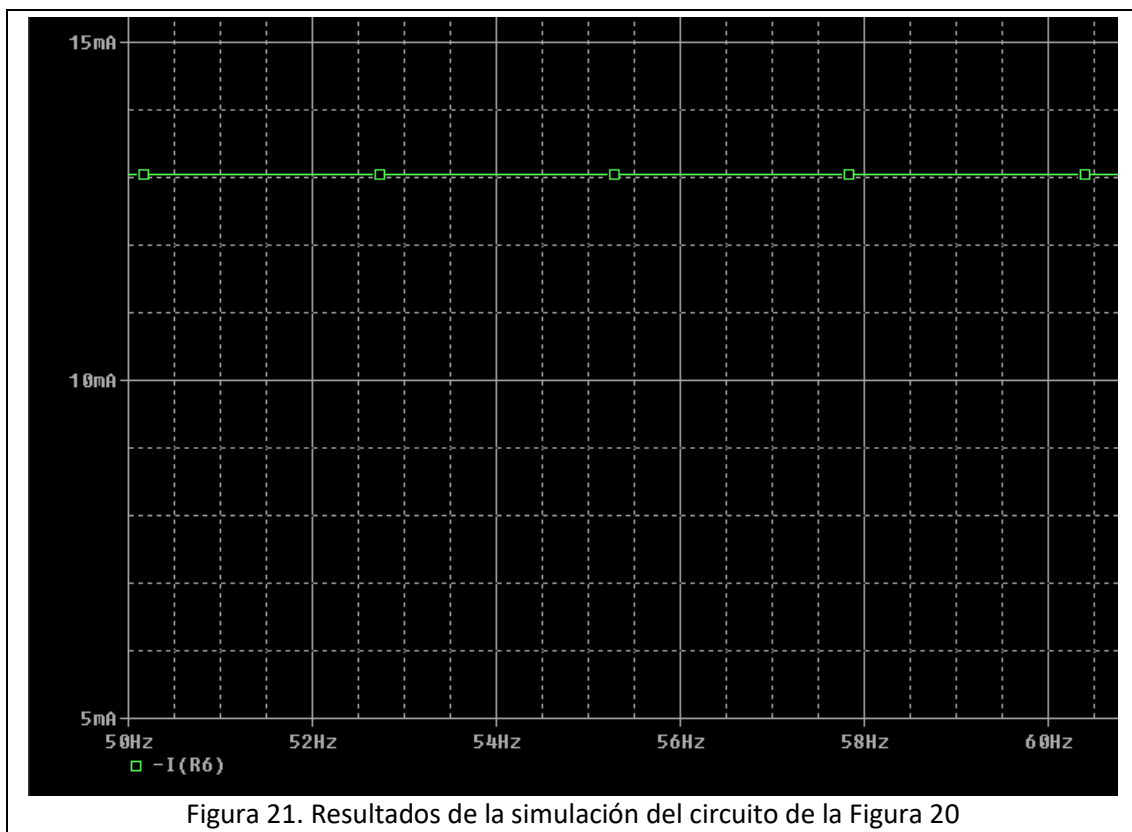


Figura 21. Resultados de la simulación del circuito de la Figura 20

2.4.2. Funcionamiento ante una cantidad crítica de intensidad (mínimo)

Este análisis no tiene sentido en este circuito, debido a que el correcto funcionamiento del circuito no depende de la intensidad, de forma que este análisis se omite.

2.4.3. Funcionamiento ante una cantidad crítica de intensidad (máximo)

El objetivo de este análisis es el de conocer la intensidad máxima que va a circular por las resistencias en el peor de los casos, para poder dimensionar la potencia máxima que deben ser

capaces de soportar dichas resistencias. El circuito para esta simulación es el que se puede ver en la Figura 22. En la Figura 23 se pueden observar los resultados de la simulación.

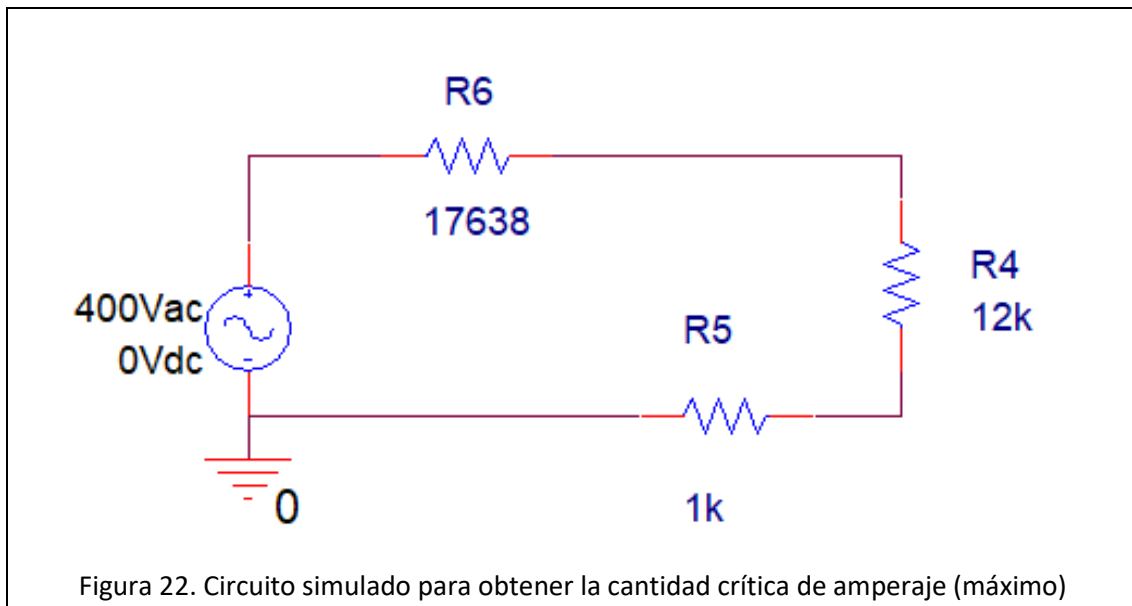


Figura 22. Circuito simulado para obtener la cantidad crítica de amperaje (máximo)

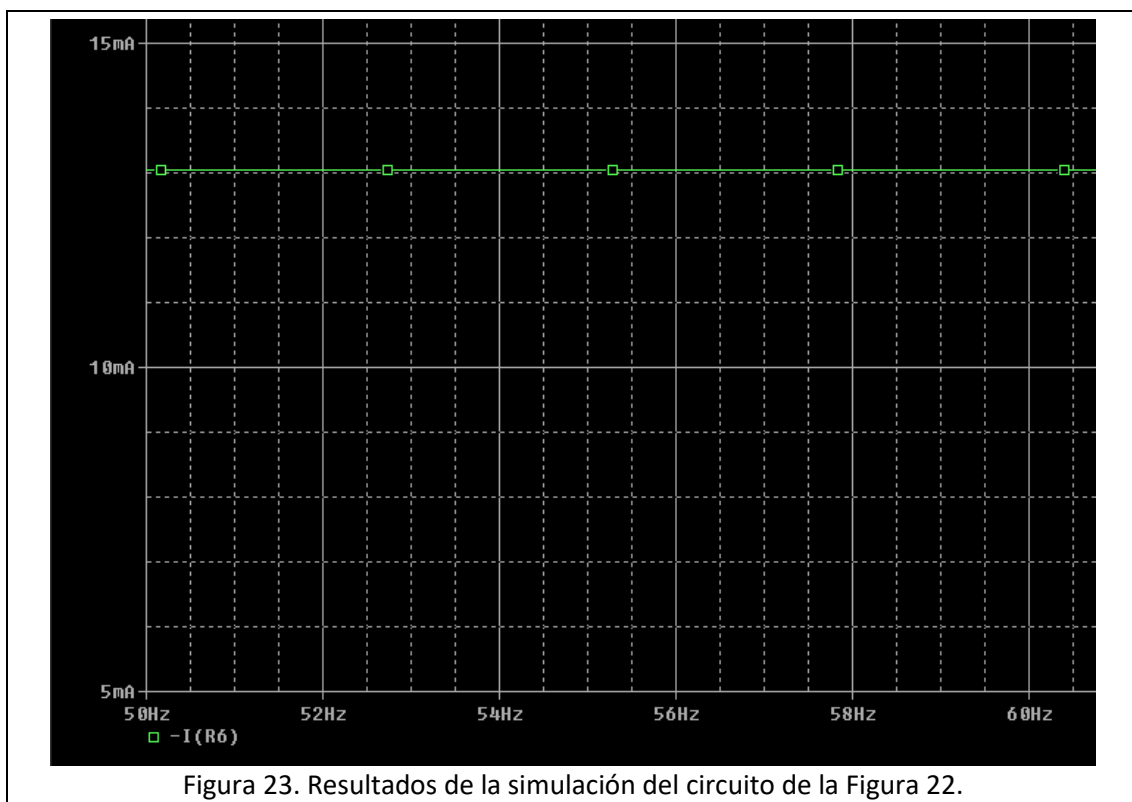


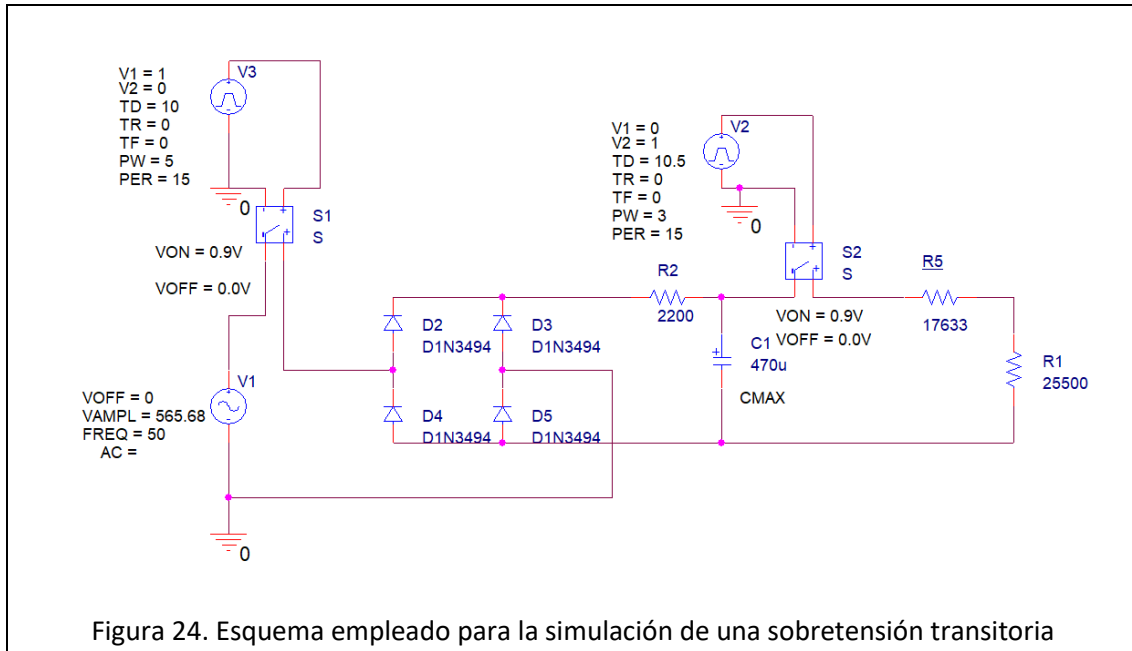
Figura 23. Resultados de la simulación del circuito de la Figura 22.

2.5. Simulaciones para una falla de sobretensiones transitorias

Para esa simulación, se simulará una parte del circuito de corriente continua ya que el circuito de carga y descarga del condensador no deben estar activos simultáneamente.

2.5.1. Funcionamiento Normal

El circuito que se va a utilizar para esta simulación es el que se puede ver en la Figura 24. La combinación de la activación y desactivación de las palancas que encienden los circuitos de carga y descarga se puede ver en la Figura 25



En esta Figura 25 se pueden apreciar en color rojo el tiempo de carga del condensador y en color verde el tiempo de descarga. Ante este funcionamiento, la tensión en el condensador será la que se muestra en la Figura 26.

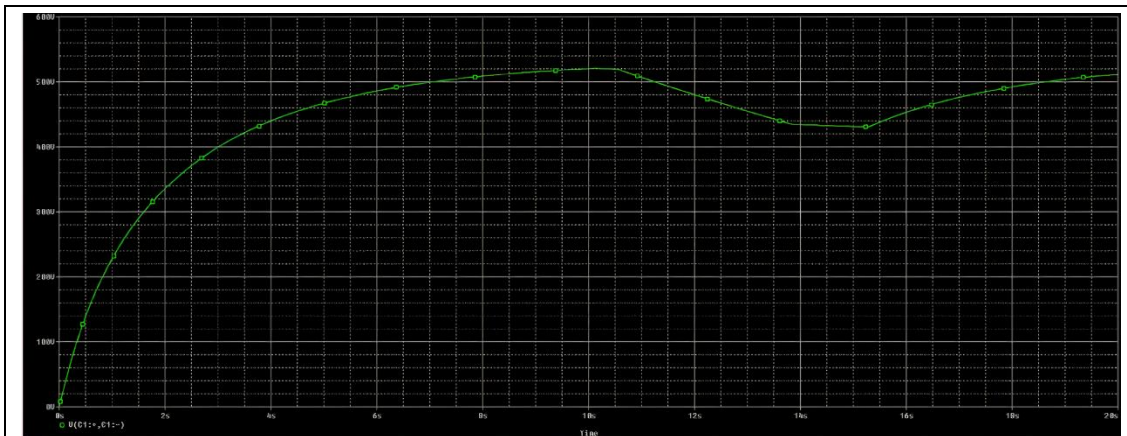


Figura 26. Tensión del condensador a lo largo del tiempo

Como se puede observar la tensión del condensador no cae de los 400 V durante la descarga, por lo que el dispositivo sobretensiones debería funcionar correctamente.

2.5.2. Funcionamiento ante una corriente de carga máxima

Se debe analizar la potencia que debe soportar la resistencia de carga, razón por la que se modificará levemente el circuito hasta dejarlo como el que se observa en la Figura 27 y teniendo los resultados en la Figura 28.

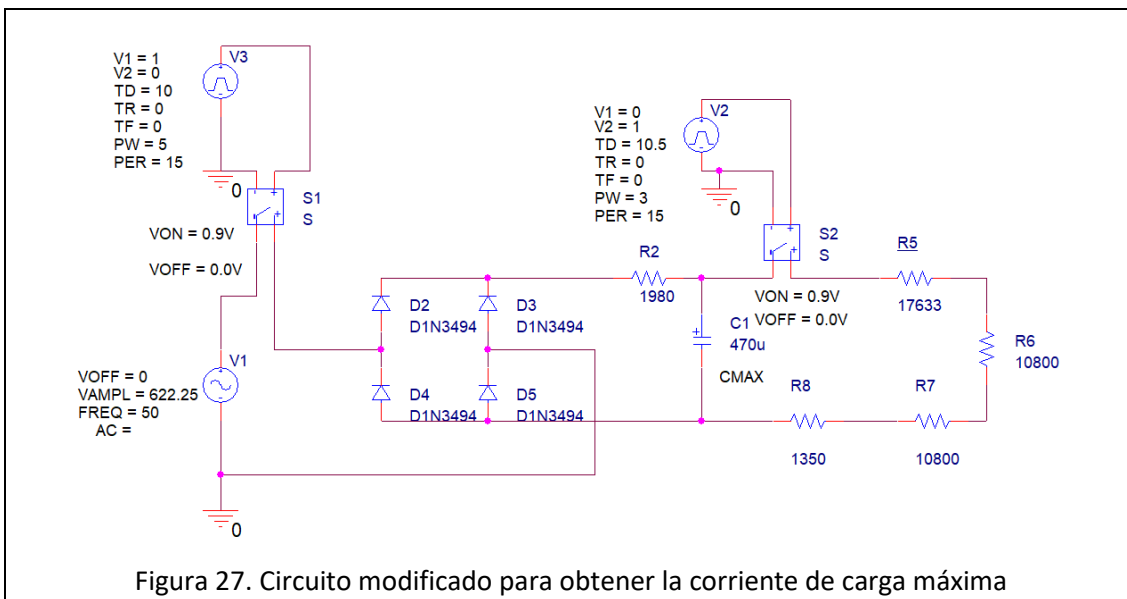


Figura 27. Circuito modificado para obtener la corriente de carga máxima

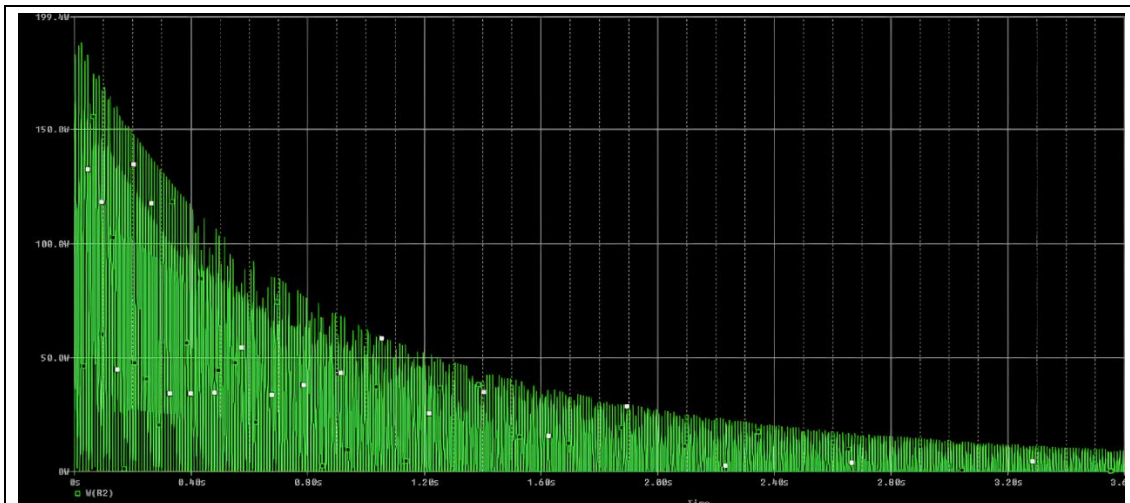


Figura 28. Corriente de carga máxima de la resistencia R2

Además con el circuito de la Figura 27 también se pueden extraer las potencias máximas que se disipan en las resistencias de descarga. Estas se pueden ver en la Figura 29.

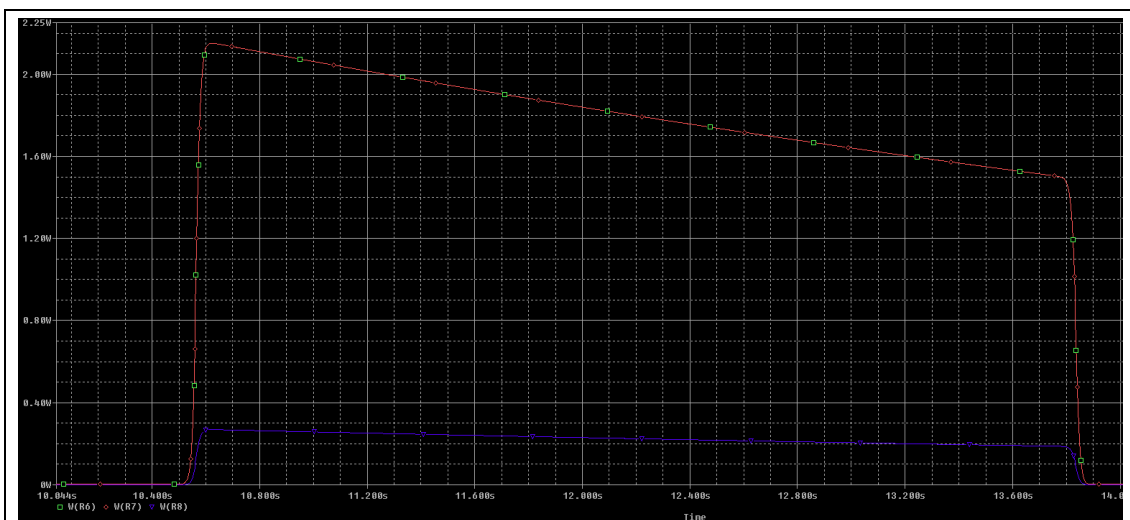


Figura 29. Potencias disipadas por las resistencias de carga y descarga

2.5.3. Funcionamiento ante una capacitancia mínima

Otro Aspecto a tener en cuenta es la tensión en el condensador cuando la tensión y la capacitancia del condensador van a ser mínimas, para comprobar el correcto funcionamiento del sobretensiones. Para esto debemos modificar el circuito de nuevo, dejándolo como el que se muestra en la Figura 30 y sus resultados quedarían como los que se muestran en la Figura 31

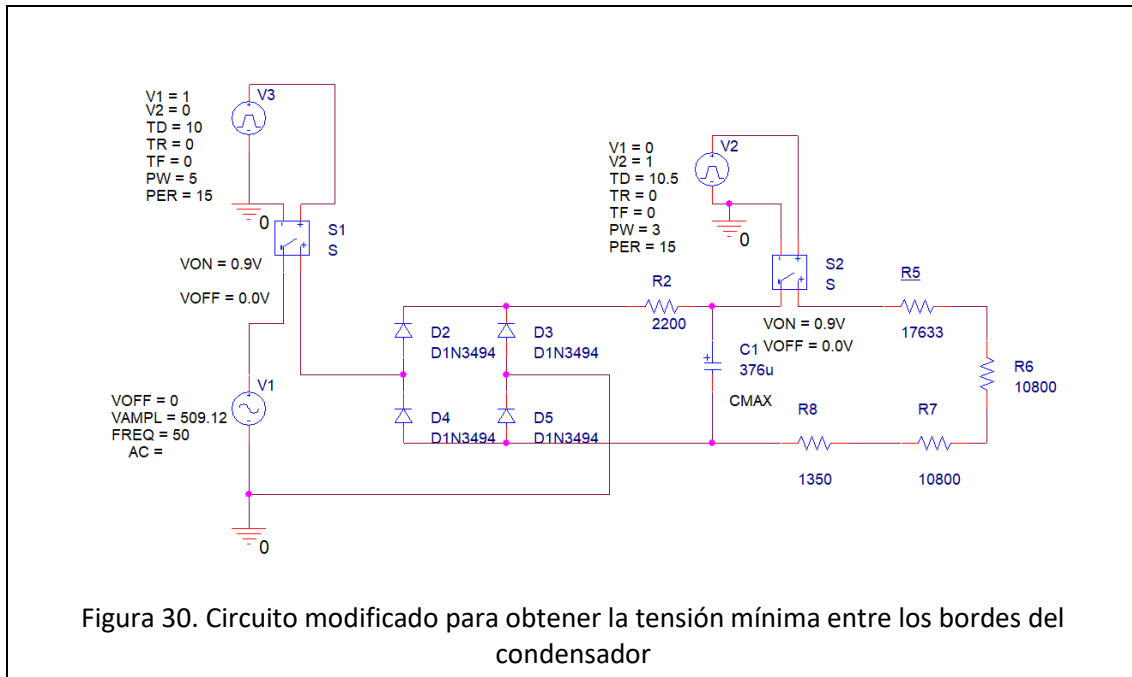


Figura 30. Circuito modificado para obtener la tensión mínima entre los bordes del condensador

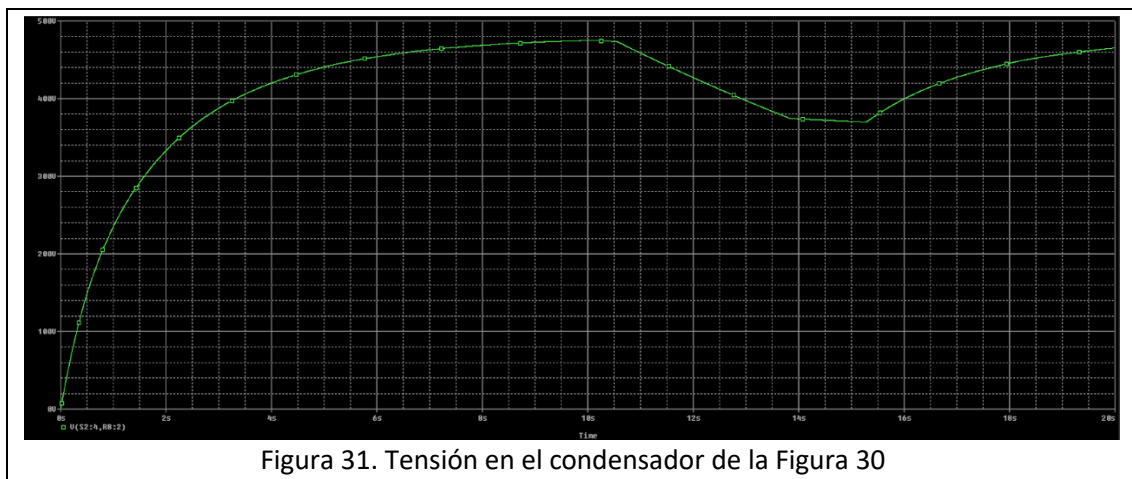


Figura 31. Tensión en el condensador de la Figura 30

En la Figura 31 se puede observar la tensión que tendrá el condensador durante la carga y la descarga. Además por la propia tensión que tiene el condensador durante la descarga (1 segundo después) se puede deducir que el sobretensiones va a funcionar correctamente.



ANEXO IV: Datasheet de componentes

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE PROTECCIONES
ELÉCTRICAS**

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA**

Autor: Airam Ramírez Cabrera

Tutores: Ricardo Mesa Cruz

Sergio Diaz González

Fecha: Julio de 2021

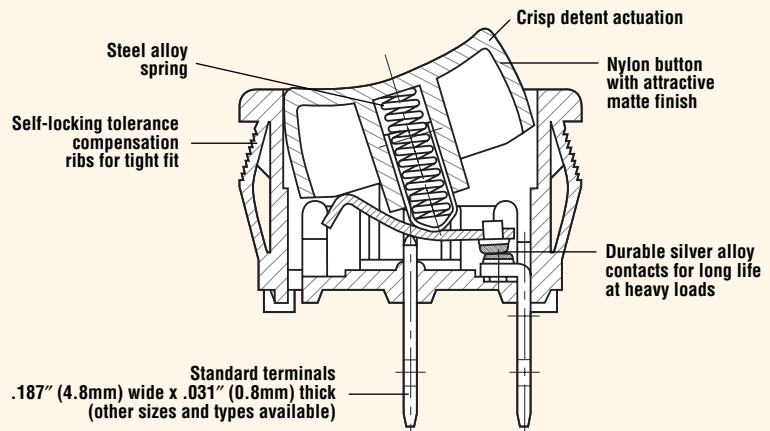
Interruptor

MINIATURE ROCKER SWITCH

SR Series

Features

- 10 or 20 amp switching in a miniature package
- Single-throw and double-throw options
- Choice of actuator and housing color
- Variety of terminals available
- Industry-standard mounting dimensions
- Mechanical life: min. 100,000 operations



Electrical Ratings

Switch Series	EN61058 Rating	UL1054 Rating	Electrical Life at Rated Load	
			According to VDE (Min. Operations)	According to UL (Min. Operations)
SR	10(4)A, 250V~, μ T85	10A, 125VAC; 6A, 250VAC	10,000	6,000

Specifications

Electrical

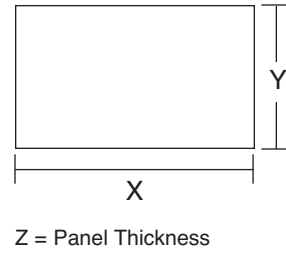
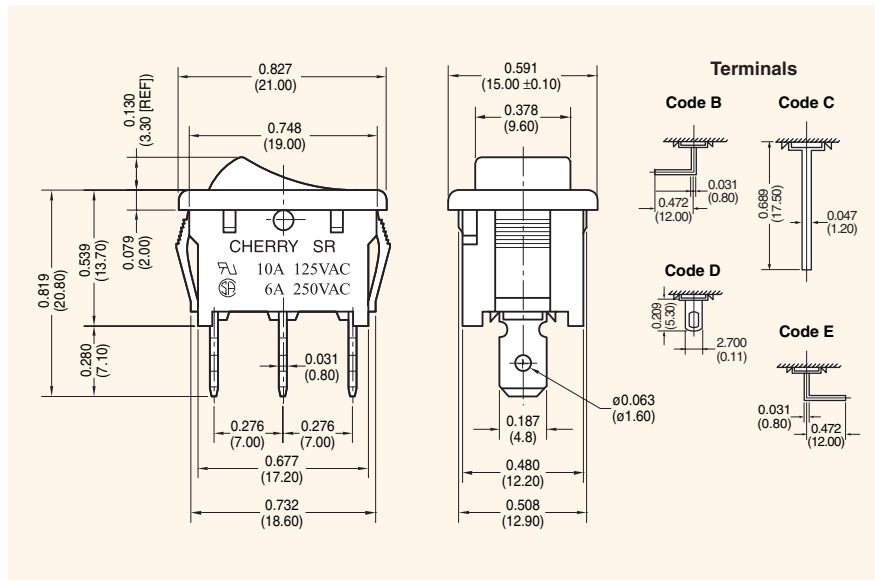
Dielectric Strength:	1000VAC for 1 minute
Insulation Resistance:	10 ⁹ ohms min at 500VDC
Initial Contact Resistance:	0.020 ohms max
Temperature Range:	-20°C to +65°C

Materials

Actuator:	Nylon 66 94V-2
Case:	Nylon 66 94V-2
Spring:	Steel Wire
Contacts:	Silver or Copper Alloy
Movable Arm:	Silver-Plated Copper Alloy
Terminals:	Tin-Plated Copper Alloy



Dimensions inches (mm)



Recommended Panel Cut-Out Dimensions

Dim. Z	Dim. X	Dim. Y
0.030 to 0.049 (0.75 to 1.25)	0.752 (19.10)	0.508 (12.90)
0.049 to 0.079 (1.25 to 2.00)	0.760 (19.30)	0.508 (12.90)
0.079 to 0.118 (2.00 to 3.00)	0.775 (19.76)	0.508 (12.90)

Examples of Common Part Numbers and Descriptions inches (mm)

Part Number	Circuitry	Switch Function	Terminal Type	Actuator/Housing Color	Legend Marking
SRB22A2FBBNN		On – Off	0.187 (4.8) Quick-Connect	Black/Black	
SRB22A2BBBNN		On – Off	0.187 (4.8) Quick-Connect	Black/Black	
SRB22A2DBBNN		On – Off	0.187 (4.8) Quick-Connect	Black/Black	
SRB23A2BBBNN		On – On	0.187 (4.8) Quick-Connect	Black/Black	
SRB24A2HBBNN		On – Off – On	0.187 (4.8) Quick-Connect	Black/Black	

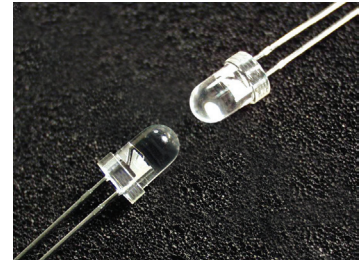
Boot #0015-0644

Ordering Information

SR	B	2	4	A	2	H	B	B	N	N
Series	Code	Circuitry	Code	Switch Function	Code	Actuator Type	Code	Housing Color	Code	Lighted
B	2	Single-Pole	2	On – Off	2	Curve	B	Black	N	No Rocker Boot
			3	On – On			W	White		
			4	On – Off – On			Y	Grey		
			5	(On) – Off			C	Brown		
									S	Waterproof Boot
Code	Contact Rating	Code	Terminal Type	Code	Actuator Marking	Code	Actuator Color			
B	10A, 125VAC 6A, 250VAC (UL, CSA) 10(4)A, 250V~, μT85 (VDE)	A	0.187 (4.8) QC	B	Blank	B	Black			
J	20A, 125VAC (UL, cUL)	B	PC Thru-Hole Left Angle	C	⊖ ⊚ ⊚	R	Red			
		C	PC Thru-Hole Straight	D	OFF ON	W	White			
		E	PC Thru-Hole Right Angle	E	O I	Y	Grey			
		P	0.346 x 0.189 (8.79 x 4.80) Solder Tag	F	O –	C	Brown			
				G	·					
				H	I O II					

Diodo LED

Cree® 5-mm Round LED C503D-WAN



PRODUCT DESCRIPTION

Round LEDs offer superior light output for excellent readability in sunlight and dependable performance. They provide extremely stable light output over long periods of time.

These lamps are made with an advanced optical grade epoxy offering superior high temperature and high moisture resistance performance in lighting and illumination applications.

FEATURES

- Size (mm): 5
- Color Temperatures(K):
Cool White :
Min . (4600) / Typical (9000)
- Luminous Intensity (mcd)
C503D-WAN (28200-64600)
- Viewing angle: 15 degree
- Lead-Free
- RoHS Compliant

APPLICATIONS

- Torch
- Light Strip
- Channel Letter
- Retail Display Lighting

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Items	Symbol	Absolute Maximum Rating	Unit
Forward Current	I_F	30	mA
Peak Forward Current ^{Note}	I_{FP}	100	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Power Dissipation	P_D	120	mW
Operation Temperature	T_{opr}	-40 ~ +95	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +100	$^\circ\text{C}$
Lead Soldering Temperature	T_{sol}	Max. 260 $^\circ\text{C}$ for 3 sec. max. (3 mm from the base of the epoxy bulb)	

Note: Pulse width ≤ 0.1 msec, duty $\leq 1/10$.

TYPICAL ELECTRICAL & OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Characteristics	Symbol	Condition	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Forward Voltage	V_F	$I_F = 20$ mA	V		3.2	4.0
Reverse Current	I_R	$V_R = 5$ V	μA			100
Luminous Intensity	I_v	$I_F = 20$ mA	mcd	28200	40000	
Chromaticity Coordinates	x	$I_F = 20$ mA			0.2895	
	y	$I_F = 20$ mA			0.2905	
50% Power Angle	$2\theta_{1/2}$	$I_F = 20$ mA	deg		15	

INTENSITY BIN LIMIT ($I_F = 20 \text{ mA}$)

Cool White

Bin Code	Min. (mcd)	Max. (mcd)
Cb	28200	32900
Da	32900	39500
Db	39500	46100
Ea	46100	55350
Eb	55350	64600

- Tolerance of measurement of luminous intensity is $\pm 15\%$

VF BIN LIMIT ($I_F = 20 \text{ mA}$)

Cool White

Bin Code	Min. (V)	Max. (V)
27	2.8	3.0
28	3.0	3.2
29	3.2	3.4
2a	3.4	3.6
2b	3.6	3.8
2c	3.8	4.0

- Tolerance of measurement of VF is $\pm 0.05\text{V}$.

COLOR BIN LIMIT ($I_f = 20$ mA)

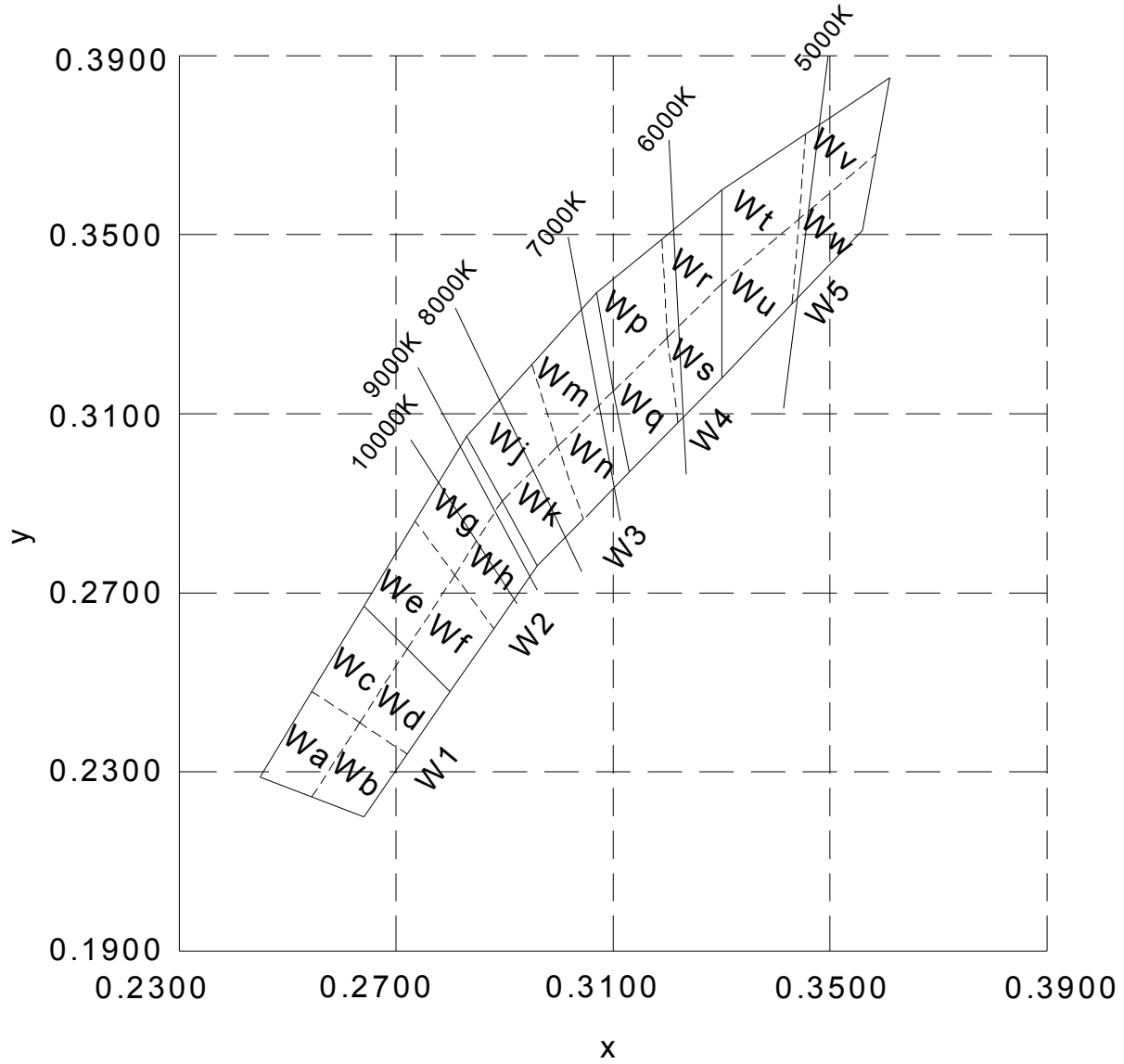
Bin Code	Sub-bin	x	y
W1	Wa	0.2545	0.2480
		0.2633	0.2410
		0.2545	0.2245
		0.2450	0.2290
	Wb	0.2633	0.2410
		0.2720	0.2340
		0.2640	0.2200
		0.2545	0.2245
	Wc	0.2545	0.2480
		0.2640	0.2670
		0.2720	0.2575
		0.2633	0.2410
	Wd	0.2633	0.2410
		0.2720	0.2575
		0.2800	0.2480
		0.2720	0.2340
W2	We	0.2640	0.2670
		0.2735	0.2860
		0.2808	0.2740
		0.2720	0.2575
	Wf	0.2720	0.2575
		0.2808	0.2740
		0.2880	0.2620
		0.2800	0.2480
	Wg	0.2735	0.2860
		0.2830	0.3050
		0.2895	0.2905
		0.2808	0.2740
	Wh	0.2808	0.2740
		0.2895	0.2905
		0.2960	0.2760
		0.2880	0.2620

Bin Code	Sub-bin	x	y
W3	Wj	0.2830	0.3050
		0.2950	0.3210
		0.2998	0.3028
		0.2895	0.2905
	Wk	0.2895	0.2905
		0.2998	0.3028
		0.3045	0.2865
		0.2960	0.2760
	Wm	0.2950	0.3210
		0.3070	0.3370
		0.3100	0.3150
		0.2998	0.3028
	Wn	0.2998	0.3028
		0.3100	0.3150
		0.3130	0.2970
		0.3045	0.2865
W4	Wp	0.3070	0.3370
		0.3185	0.3485
		0.3200	0.3270
		0.3100	0.3150
	Wq	0.3100	0.3150
		0.3200	0.3270
		0.3215	0.3075
		0.3130	0.2970
	Wr	0.3185	0.3485
		0.3300	0.3600
		0.3300	0.3390
		0.3200	0.3270
	Ws	0.3200	0.3270
		0.3300	0.3390
		0.3300	0.3180
		0.3215	0.3075

Bin Code	Sub-bin	x	y
W5	Wt	0.3300	0.3600
		0.3455	0.3725
		0.3443	0.3535
		0.3300	0.3390
	Wu	0.3300	0.3390
		0.3443	0.3535
		0.3430	0.3345
		0.3300	0.3180
	Wv	0.3455	0.3725
		0.3610	0.3850
		0.3585	0.3680
		0.3443	0.3535
	Ww	0.3443	0.3535
		0.3585	0.3680
		0.3560	0.3510
		0.3430	0.3345

• Tolerance of measurement of the color coordinates is ± 0.01 .

CIE CHROMATICITY DIAGRAM



ORDER CODE TABLE*

Color	Kit Number	Viewing Angle	Luminous Intensity (mcd)		Color Bin Code	Package
			Min.	Max.		
Cool White	C503D-WAN-CCbEb151	15	28200	64600	W1,W2,W3,W4,W5	Bulk
Cool White	C503D-WAN-CCbDb231	15	28200	46100	W2,W3	Bulk
Cool White	C503D-WAN-CCbEb152	15	28200	64600	W1,W2,W3,W4,W5	Ammo
Cool White	C503D-WAN-CCbDb232	15	28200	46100	W2,W3	Ammo

Notes:

1. The above kit numbers represent order codes that include multiple intensity-bin and color-bin codes. Only one intensity-bin code and one color-bin code will be shipped on each bulk. Single intensity-bin code and single color-bin codes will not be orderable.
2. Please refer to the "Cree LED Lamp Reliability Test Standards" document for reliability test conditions.
3. Please refer to the "Cree LED Lamp Soldering & Handling" document for information about how to use this LED product safely.

GRAPHS

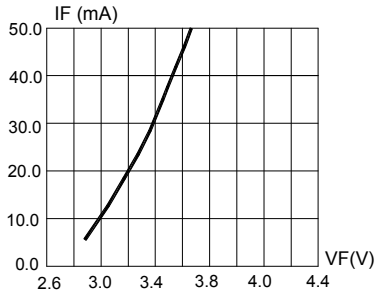


FIG.1 FORWARD CURRENT VS. FORWARD VOLTAGE.

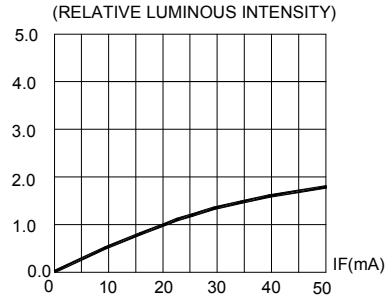


FIG.2 RELATIVE LUMINOUS INTENSITY VS. FORWARD CURRENT

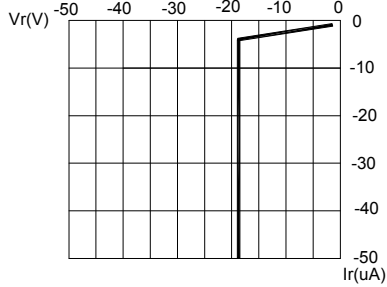


FIG.3 REVERSE CURRENT VS. REVERSE VOLTAGE.

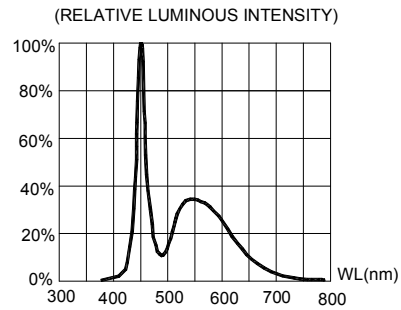


FIG.4 RELATIVE LUMINOUS INTENSITY VS. WAVELENGTH.

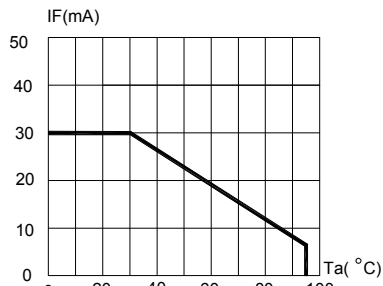


FIG.5 MAXIMUM FORWARD DC CURRENT VS AMBIENT TEMPERATURE (Tjmax=105°C)

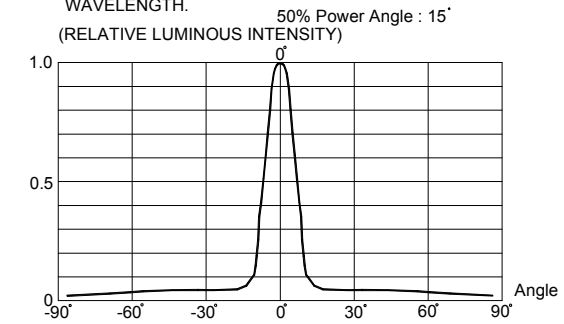


FIG.6 FAR FIELD PATTERN

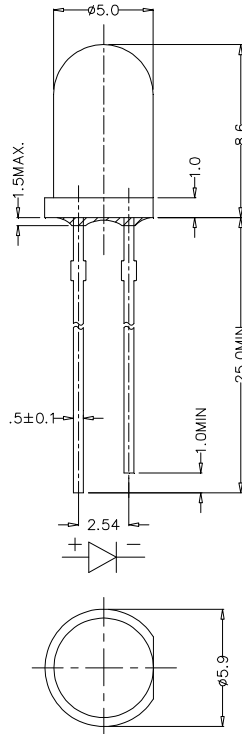
The above data are collected from statistical figures that do not necessarily correspond to the actual parameters of each single LED. Hence, these data will be changed without further notice.

MECHANICAL DIMENSIONS

All dimensions are in mm. Tolerance is ± 0.25 mm unless otherwise noted.

An epoxy meniscus may extend about 1.5 mm down the leads.

Burr around bottom of epoxy may be 0.5 mm max.



NOTES

RoHS Compliance

The levels of environmentally sensitive, persistent biologically toxic (PBT), persistent organic pollutants (POP), or otherwise restricted materials in this product are below the maximum concentration values (also referred to as the threshold limits) permitted for such substances, or are used in an exempted application, in accordance with EU Directive 2002/95/EC on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS), as amended through April 21, 2006.

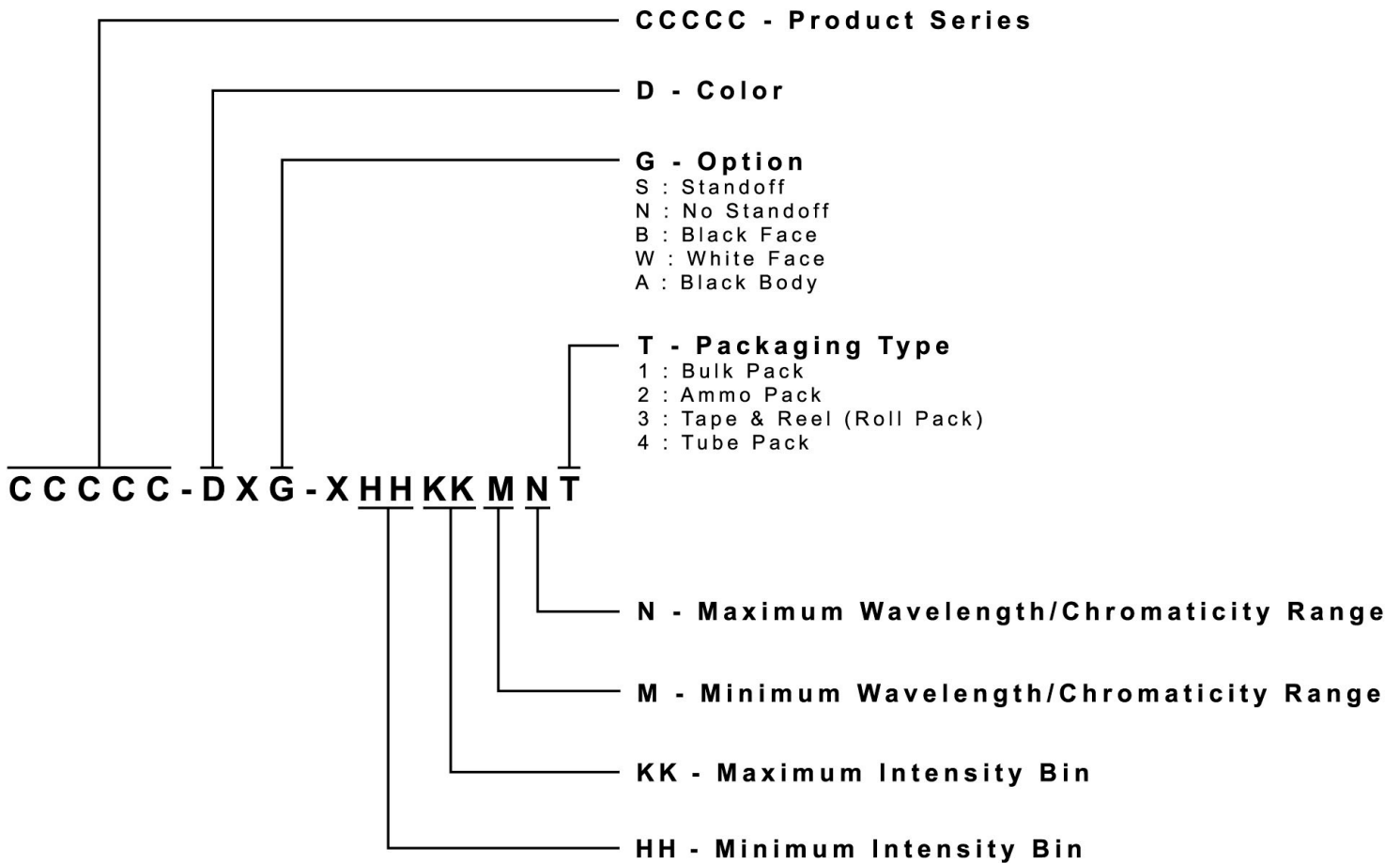
Vision Advisory Claim

Users should be cautioned not to stare at the light of this LED product. The bright light can damage the eye.

KIT NUMBER SYSTEM

All dimensions in mm. Cree LED lamps are tested and sorted into performance bins. A bin is specified by ranges of color, forward voltage, and brightness. Sorted LEDs are packaged for shipping in various convenient options. Please refer to the "Cree LED Lamp Packaging Standard" document for more information about shipping and packaging options.

Cree LEDs are sold by order codes in combinations of bins called kits. Order codes are configured in the following manner:

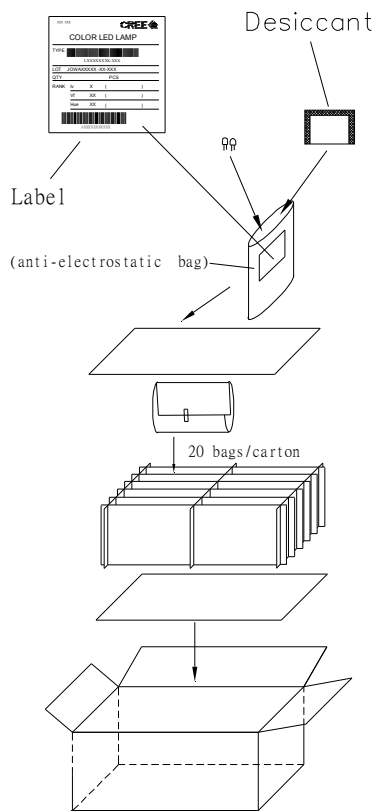


PACKAGING

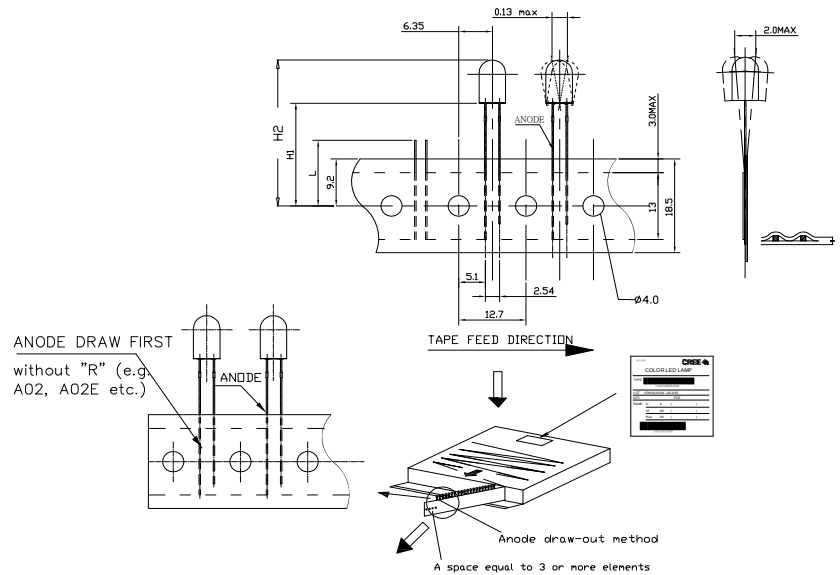
Features:

- The LEDs are packed in cardboard boxes after packaging in normal or anti-electrostatic bags.
- Cardboard boxes will be used to protect the LEDs from mechanical shock during transportation.
- The boxes are not water resistant, and they must be kept away from water and moisture.
- The Bulk Pack types of packaging.
- Max 500 pcs per bulk and Max 2500 pcs per ammo.

Bulk Pack Packaging Type:



Ammo Pack Packaging Type:



Transistor MOSFET

3.5A, 200V, 0.800 Ohm, N-Channel Power MOSFET

This N-Channel enhancement mode silicon gate power field effect transistor is an advanced power MOSFET designed, tested, and guaranteed to withstand a specified level of energy in the breakdown avalanche mode of operation. All of these power MOSFETs are designed for applications such as switching regulators, switching convertors, motor drivers, relay drivers, and drivers for high power bipolar switching transistors requiring high speed and low gate drive power. These types can be operated directly from integrated circuits.

Formerly developmental type TA9600.

Ordering Information

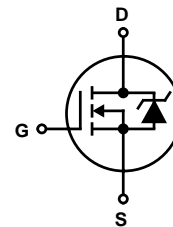
PART NUMBER	PACKAGE	BRAND
IRFF220	TO-205AF	IRFF220

NOTE: When ordering, include the entire part number.

Features

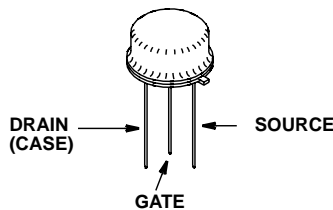
- 3.5A, 200V
- $r_{DS(ON)} = 0.800\Omega$
- Single Pulse Avalanche Energy Rated
- SOA is Power Dissipation Limited
- Nanosecond Switching Speeds
- Linear Transfer Characteristics
- High Input Impedance
- Related Literature
 - TB334 "Guidelines for Soldering Surface Mount Components to PC Boards"

Symbol



Packaging

JEDEC TO-205AF



IRFF220

Absolute Maximum Ratings $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

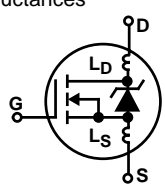
	IRFF220	UNITS
Drain to Source Voltage (Note 1)	200	V
Drain to Gate Voltage ($R_{GS} = 20\text{k}\Omega$) (Note 1)	200	V
Continuous Drain Current	3.5	A
Pulsed Drain Current (Note 3)	14	A
Gate to Source Voltage	± 20	V
Maximum Power Dissipation	20	W
Linear Derating Factor	0.16	W/ $^\circ\text{C}$
Single Pulse Avalanche Energy Rating (Note 4)	85	mJ
Operating and Storage Temperature	-55 to 150	$^\circ\text{C}$
Maximum Temperature for Soldering		
Leads at 0.063in (1.6mm) from Case for 10s	300	$^\circ\text{C}$
Package Body for 10s, See Techbrief 334	260	$^\circ\text{C}$

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.

NOTE:

1. $T_J = 25^\circ\text{C}$ to 125°C .

Electrical Specifications $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Drain to Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	$V_{GS} = 0\text{V}$, $I_D = 250\mu\text{A}$ (Figure 10)	200	-	-	V	
Gate to Threshold Voltage	$V_{GS(TH)}$	$V_{GS} = V_{DS}$, $I_D = 250\mu\text{A}$	2.0	-	4.0	V	
Zero-Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = \text{Rated } BV_{DSS}$, $V_{GS} = 0\text{V}$	-	-	25	μA	
		$V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DSS}$, $V_{GS} = 0\text{V}$, $T_J = 125^\circ\text{C}$	-	-	250	μA	
On-State Drain Current (Note 2)	$I_{D(ON)}$	$V_{DS} > I_{D(ON)} \times r_{DS(ON)MAX}$, $V_{GS} = 10\text{V}$ (Figure 7)	3.5	-	-	A	
Gate to Source Leakage Forward	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{V}$	-	-	± 100	nA	
Drain to Source On Resistance (Note 2)	$r_{DS(ON)}$	$V_{GS} = 10\text{V}$, $I_D = 2.0\text{A}$ (Figures 8, 9)	-	0.5	0.800	Ω	
Forward Transconductance (Note 2)	g_{fs}	$V_{DS} > I_{D(ON)} \times r_{DS(ON)MAX}$, $I_D = 2.0\text{A}$ (Figure 12)	1.5	2.25	-	S	
Turn-On Delay Time	$t_{d(ON)}$	$V_{DD} = 0.5 \times \text{Rated } BV_{DSS}$, $R_G = 9.1\Omega$, $V_{GS} = 10\text{V}$, $I_D \approx 3.5\text{A}$ (Figures 17, 18) $R_L = 27.4\Omega$ for $V_{DSS} = 100\text{V}$, $R_L = 20.3\Omega$ for $V_{DSS} = 75\text{V}$, MOSFET Switching Times are Essentially Independent of Operating Temperature	-	20	40	ns	
Rise Time	t_r		-	30	60	ns	
Turn-Off Delay Time	$t_{d(OFF)}$		-	50	100	ns	
Fall Time	t_f		-	30	60	ns	
Total Gate Charge (Gate to Source + Gate to Drain)	$Q_{g(TOT)}$	$V_{GS} = 10\text{V}$, $I_D = 3.5\text{A}$, $V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DSS}$, $I_{g(REF)} = 1.5\text{mA}$ (Figures 14, 19, 20) Gate Charge is Essentially Independent of Operating Temperature	-	11	15	nC	
Gate to Source Charge	Q_{gs}		-	5.0	-	nC	
Gate to Drain "Miller" Charge	Q_{gd}		-	6.0	-	nC	
Input Capacitance	C_{ISS}	$V_{GS} = 0\text{V}$, $V_{DS} = 25\text{V}$, $f = 1.0\text{MHz}$ (Figure 11)	-	450	-	pF	
Output Capacitance	C_{OSS}		-	150	-	pF	
Reverse Transfer Capacitance	C_{RSS}		-	40	-	pF	
Internal Drain Inductance	L_D	Measured from the Drain Lead, 5mm (0.2in) from Header to Center of Die	Modified MOSFET Symbol Showing the Internal Device Inductances 	-	5.0	-	nH
Internal Source Inductance	L_S	Measured from the Source Lead, 5mm (0.2in) from Header and Source Bonding Pad		-	15	-	nH
Junction to Case	$R_{\theta JC}$		-	-	6.25	$^\circ\text{C/W}$	
Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	Free Air Operation	-	-	175	$^\circ\text{C/W}$	

Source to Drain Diode Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Continuous Source to Drain Current	I_{SD}	Modified MOSFET Symbol Showing the Integral Reverse P-N Junction Rectifier	-	-	3.5	A
Pulse Source to Drain Current (Note 3)	I_{SDM}		-	-	14	A
Source to Drain Diode Voltage (Note 2)	V_{SD}	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $I_{SD} = 3.5\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ (Figure 13)	-	-	2.0	V
Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 150^{\circ}\text{C}$, $I_{SD} = 3.5\text{A}$, $dI_{SD}/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	-	350	-	ns
Reverse Recovered Charge	Q_{RR}	$T_J = 150^{\circ}\text{C}$, $I_{SD} = 3.5\text{A}$, $dI_{SD}/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	-	2.3	-	μC

NOTES:

2. Pulse test: pulse width $\leq 300\mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$.
3. Repetitive rating: pulse width limited by Max junction temperature. See Transient Thermal Impedance curve (Figure 3).
4. $V_{DD} = 20\text{V}$, start $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $L = 12.5\text{mH}$, $R_G = 50\Omega$, peak $I_{AS} = 3.5\text{A}$ (Figures 15, 16).

Typical Performance Curves

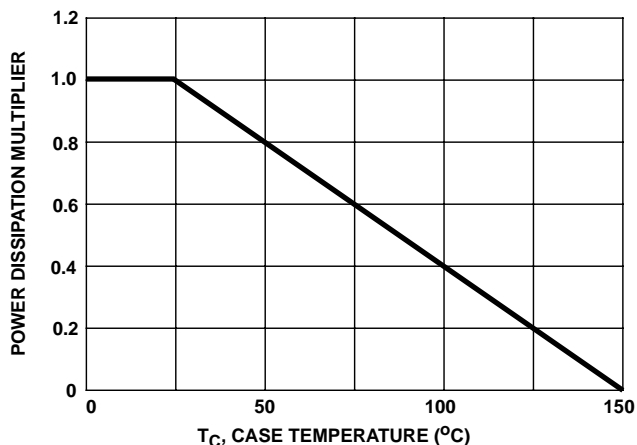


FIGURE 1. NORMALIZED POWER DISSIPATION vs CASE TEMPERATURE

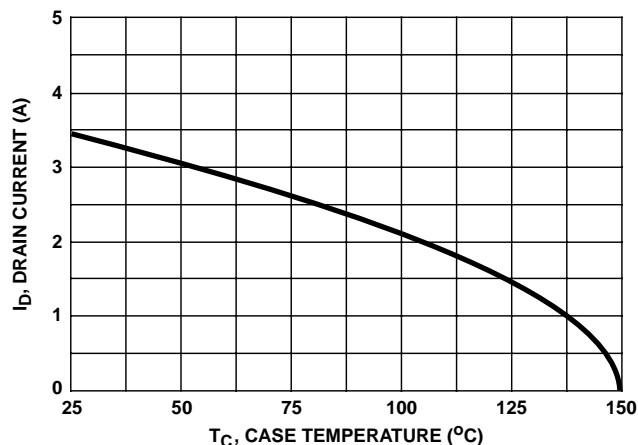


FIGURE 2. MAXIMUM CONTINUOUS DRAIN CURRENT vs CASE TEMPERATURE

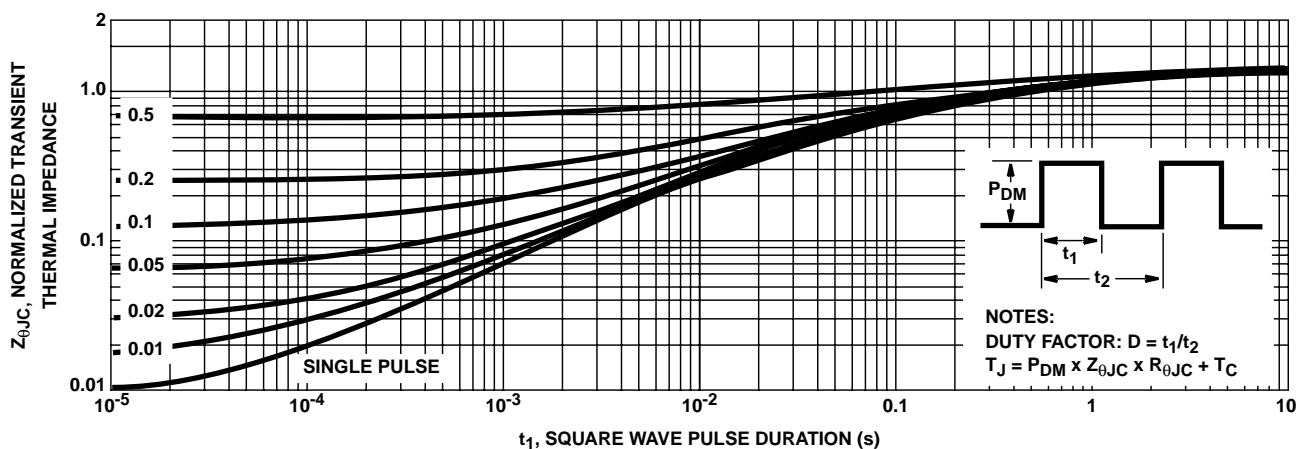


FIGURE 3. NORMALIZED MAXIMUM TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

Typical Performance Curves (Continued)

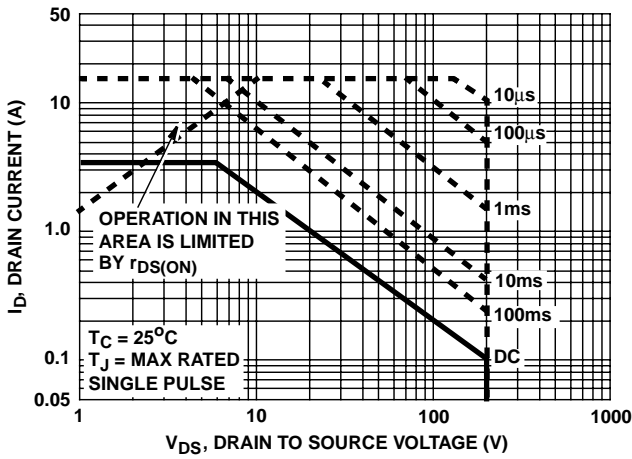


FIGURE 4. FORWARD BIAS SAFE OPERATING AREA

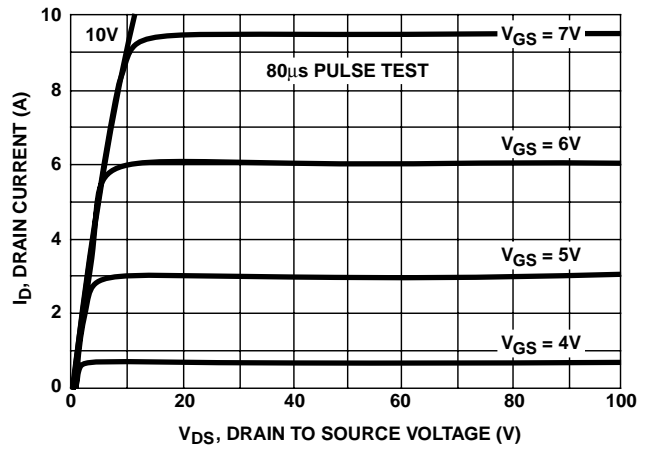


FIGURE 5. OUTPUT CHARACTERISTICS

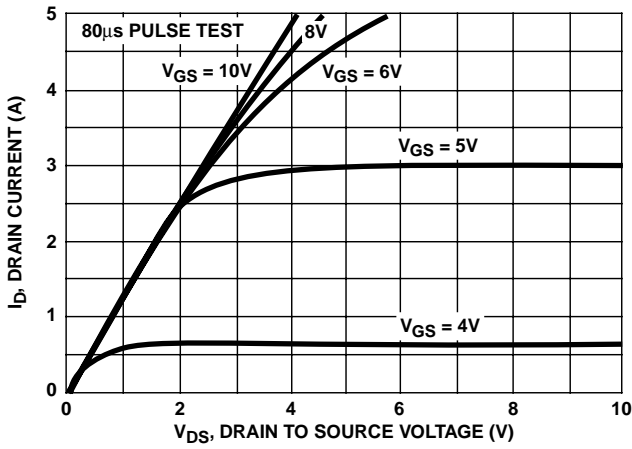


FIGURE 6. SATURATION CHARACTERISTICS

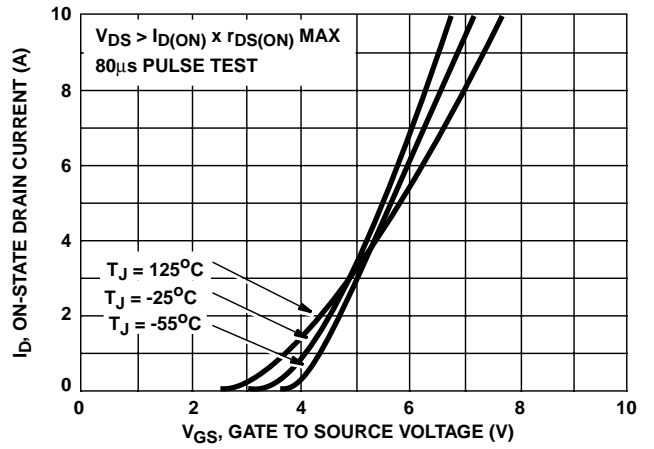
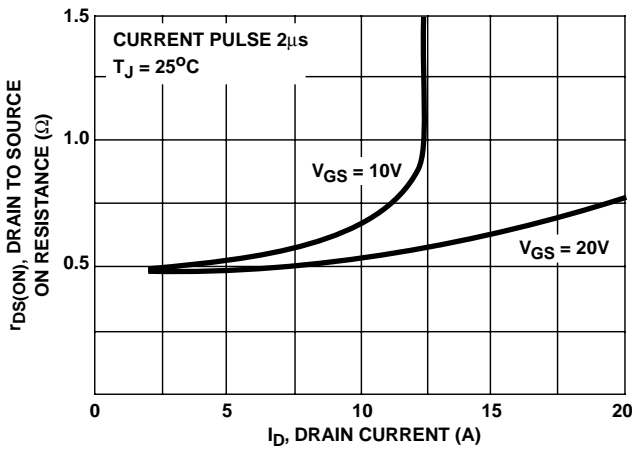


FIGURE 7. TRANSFER CHARACTERISTICS



NOTE: Heating effect of 2µs pulse is minimal.

FIGURE 8. DRAIN TO SOURCE ON RESISTANCE vs GATE VOLTAGE AND DRAIN CURRENT

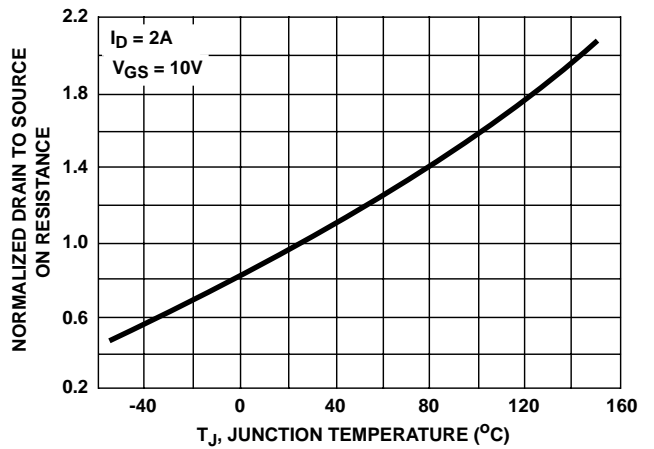


FIGURE 9. NORMALIZED DRAIN TO SOURCE ON RESISTANCE vs JUNCTION TEMPERATURE

Typical Performance Curves (Continued)

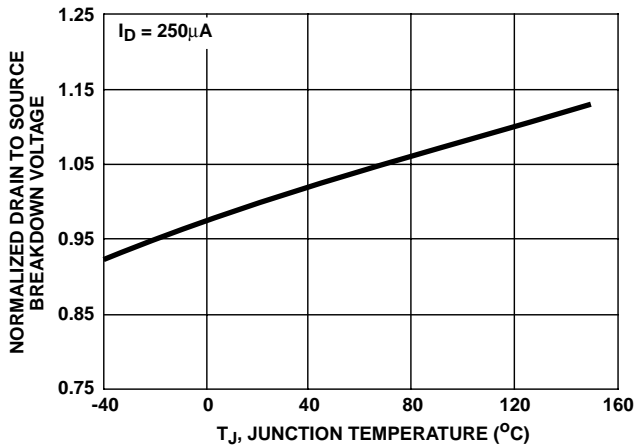


FIGURE 10. NORMALIZED DRAIN TO SOURCE BREAKDOWN VOLTAGE vs JUNCTION TEMPERATURE

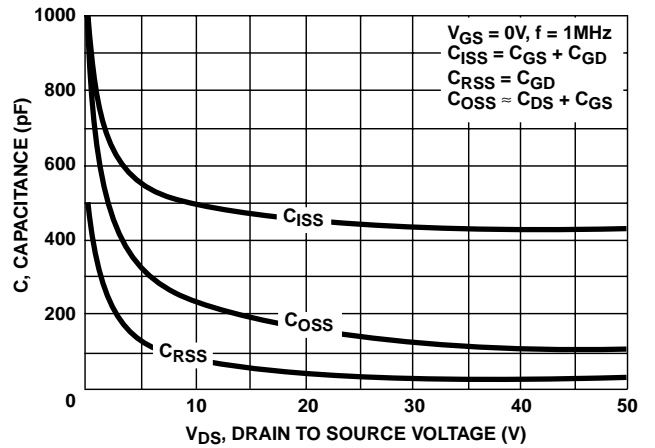


FIGURE 11. CAPACITANCE vs DRAIN TO SOURCE VOLTAGE

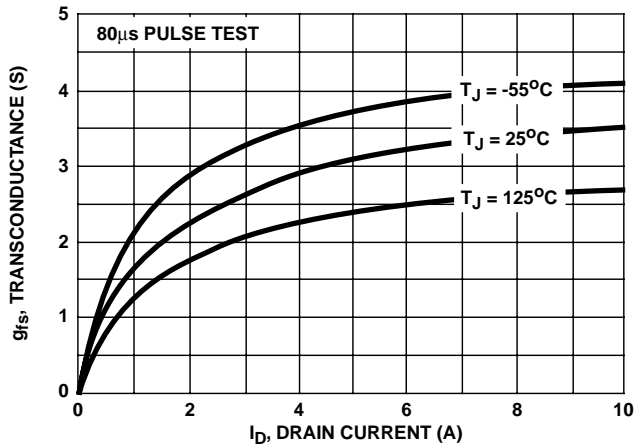


FIGURE 12. TRANSCONDUCTANCE vs DRAIN CURRENT

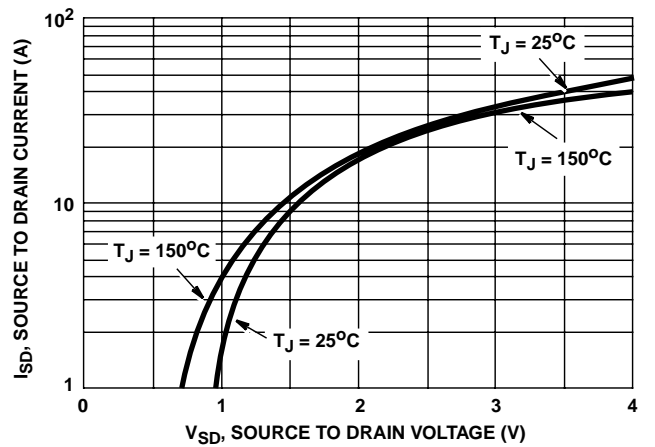


FIGURE 13. SOURCE TO DRAIN DIODE VOLTAGE

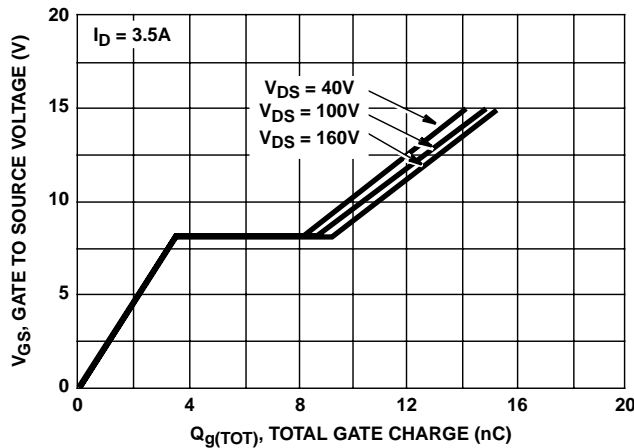


FIGURE 14. GATE TO SOURCE VOLTAGE vs GATE CHARGE

Test Circuits and Waveforms

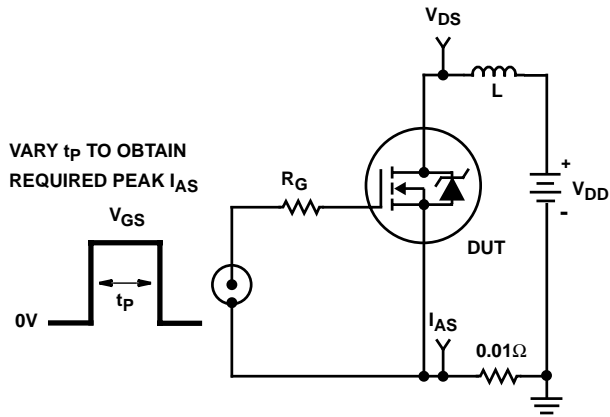


FIGURE 15. UNCLAMPED ENERGY TEST CIRCUIT

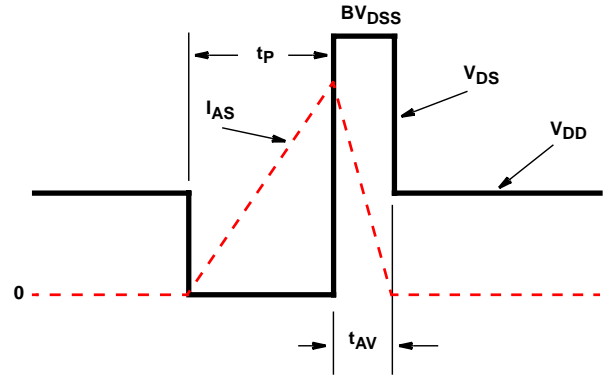


FIGURE 16. UNCLAMPED ENERGY WAVEFORMS

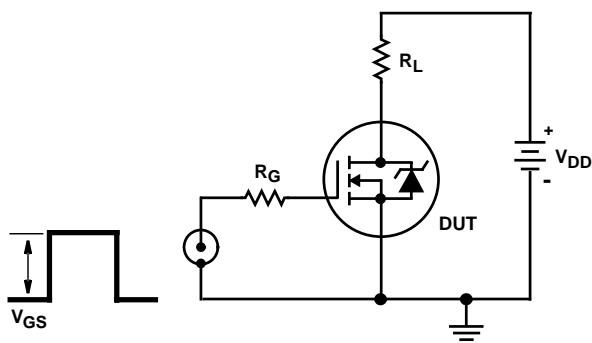


FIGURE 17. SWITCHING TIME TEST CIRCUIT

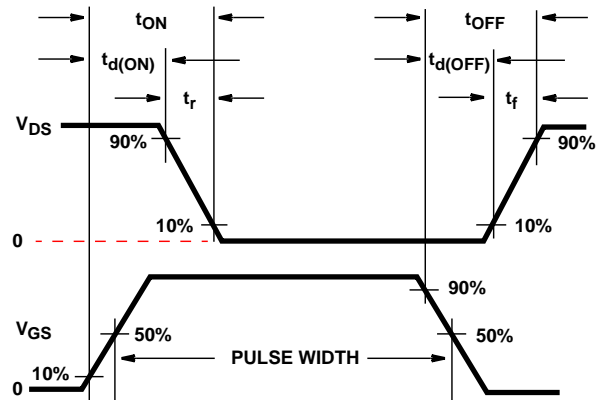


FIGURE 18. RESISTIVE SWITCHING WAVEFORMS

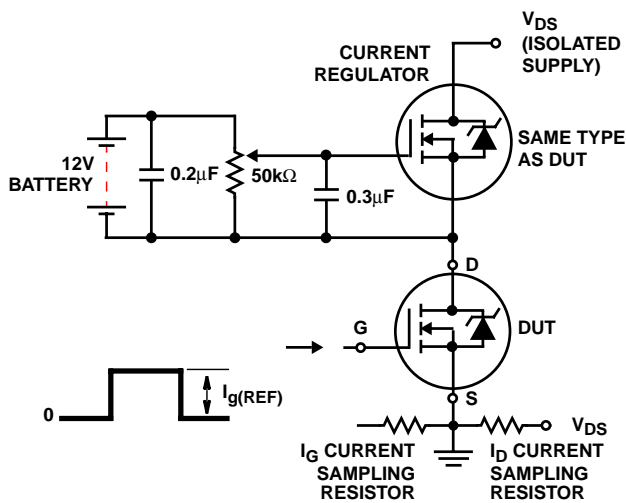


FIGURE 19. GATE CHARGE TEST CIRCUIT

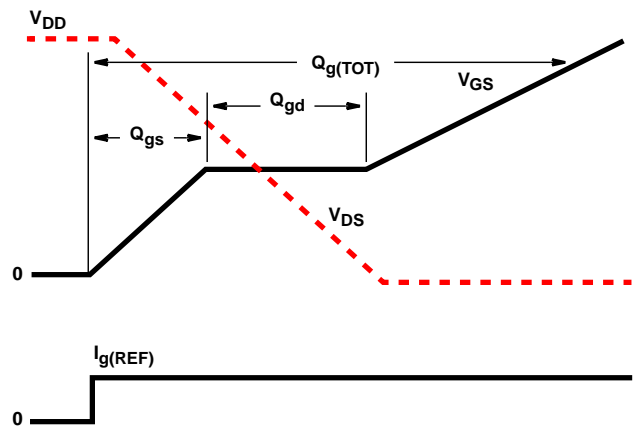


FIGURE 20. GATE CHARGE WAVEFORM

All Intersil semiconductor products are manufactured, assembled and tested under **ISO9000** quality systems certification.

Intersil semiconductor products are sold by description only. Intersil Corporation reserves the right to make changes in circuit design and/or specifications at any time without notice. Accordingly, the reader is cautioned to verify that data sheets are current before placing orders. Information furnished by Intersil is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Intersil or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Intersil or its subsidiaries.

For information regarding Intersil Corporation and its products, see web site <http://www.intersil.com>

Sales Office Headquarters

NORTH AMERICA

Intersil Corporation
P. O. Box 883, Mail Stop 53-204
Melbourne, FL 32902
TEL: (407) 724-7000
FAX: (407) 724-7240

EUROPE

Intersil SA
Mercure Center
100, Rue de la Fusee
1130 Brussels, Belgium
TEL: (32) 2.724.2111
FAX: (32) 2.724.22.05

ASIA

Intersil (Taiwan) Ltd.
7F-6, No. 101 Fu Hsing North Road
Taipei, Taiwan
Republic of China
TEL: (886) 2 2716 9310
FAX: (886) 2 2715 3029

Puente de diodos

Single Phase Rectifier Bridge, 1.9 A



2KBB

FEATURES

- Suitable for printed circuit board mounting
- Leads on standard 2.54 mm (0.1") grid
- Compact construction
- High surge current capability
- Polarized package
- Equivalent to standard DIN parts
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912


RoHS
COMPLIANT

PRODUCT SUMMARY

I_O	1.9 A
V_{RRM}	50 V to 1000 V
Package	2KBB
Circuit	Single phase bridge

DESCRIPTION

A 1.9 A single phase diode bridge rectifier assembly consisting of four silicon diodes in a plastic encapsulation, intended for general applications in industrial and consumer equipment.

MAJOR RATINGS AND CHARACTERISTICS

SYMBOL	CHARACTERISTICS	VALUES	UNITS
I_O		1.9	A
	T_C	45	°C
I_{FSM}	50 Hz	50	A
	60 Hz	52	
I^2t	50 Hz	17.7	A ² s
	60 Hz	16.1	
V_{RRM}		100 to 1000	V
T_J		-40 to 150	°C

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

VOLTAGE RATINGS AND APPLICATION DATA

CROSS REFERENCE		V_{RRM}, V_{RSM} MAXIMUM PEAK REVERSE VOLTAGE $T_J = 15\text{ °C}$ (V)	I_{RM} TYPICAL PEAK REVERSE CURRENT PER DIODE AT RATED V_{RRM} (μ A)		APPLICATION DATA (SEE FIGURE 3)		
PART NUMBER	DIN CODE		$T_J = 25\text{ °C}$	$T_J = 150\text{ °C}$	V_{RMS} MAXIMUM RECOMMENDE D AC SUPPLY VOLTAGE (V)	C_{MAX} MAXIMUM LOAD CAPACITANCE (μ F)	R_{MIN} MINIMUM SOURCE RESISTANCE (Ω)
VS-2KBB05	B20C1500	50	10	500	20	7000	0.3
VS-2KBB10	B40C1500	100	10	500	40	5000	0.5
VS-2KBB20	B80C1500	200	10	500	80	3300	0.8
VS-2KBB40	B125C1500	400	10	500	125	1600	1.5
VS-2KBB60	B250C1500	600	10	500	250	1200	2.5
VS-2KBB80	B380C1500	800	10	500	380	800	3.0
VS-2KBB100	B500C1500	1000	10	500	500	600	5.0

Note

- For PIN configuration - ~ ~ ~ + add "R" to end of part number, e.g. 2KBB05R (see also dimensions for details - link at the end of datasheet)

FORWARD CONDUCTION					
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		VALUES	UNITS
Maximum DC output current	I_O	$T_C = 45\text{ }^\circ\text{C}$, resistive and inductive load		1.9	A
		$T_C = 45\text{ }^\circ\text{C}$, capacitive load		1.5	
Maximum peak one cycle, non-repetitive surge current	I_{FSM}	$t = 6\text{ ms}$	Following any rated load condition, and with rated V_{RRM} applied following surge	50	A
		$t = 5\text{ ms}$		52	
Maximum I^2t for fusing, initial $T_J = T_J$ maximum	I^2t	$t = 10\text{ ms}$	Rated V_{RRM} applied following surge, initial $T_J = 150\text{ }^\circ\text{C}$	12.5	A^2s
		$t = 8.3\text{ ms}$		11.3	
		$t = 10\text{ ms}$		17.7	
		$t = 8.3\text{ ms}$		16.1	
Maximum $I^2\sqrt{t}$ capability for fusing	$I^2\sqrt{t}^{(1)}$	$t = 0.1\text{ to }10\text{ ms}$, V_{RRM} following surge = 0		177	$\text{A}^2\sqrt{\text{s}}$
Maximum peak forward voltage per diode	V_{FM}	$I_O = 1.9\text{ A}$ (3.0 A_{pk})		1.1	V
Operating frequency range	f			40 to 2000	Hz

Note

(1) I^2t for time $t_x = I^2\sqrt{t} \times \sqrt{t_x}$

THERMAL AND MECHANICAL SPECIFICATIONS			
PARAMETER	SYMBOL	VALUES	UNITS
Operating junction and storage temperature range	T_J, T_{Stg}	-40 to 150	$^\circ\text{C}$
Approximate weight		4	g
		0.14	oz.

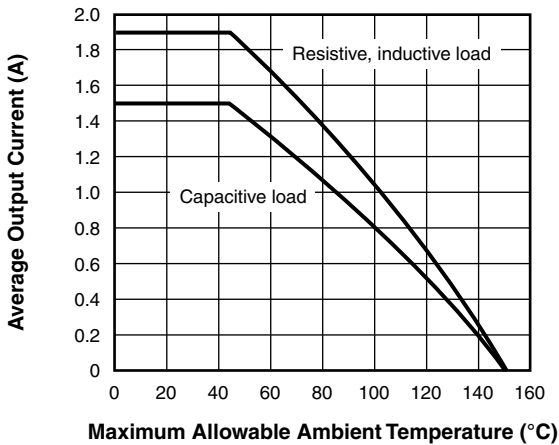


Fig. 1 - Average (DC) Output Current vs. Maximum Allowable Ambient Temperature

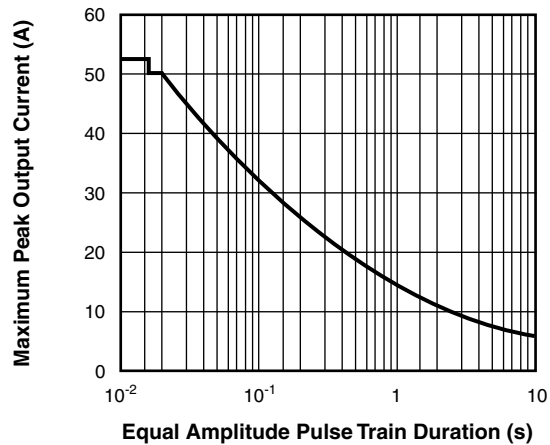


Fig. 2 - Maximum Non-Repetitive Surge Current vs. Pulse Train Duration ($f = 50\text{ Hz}$)

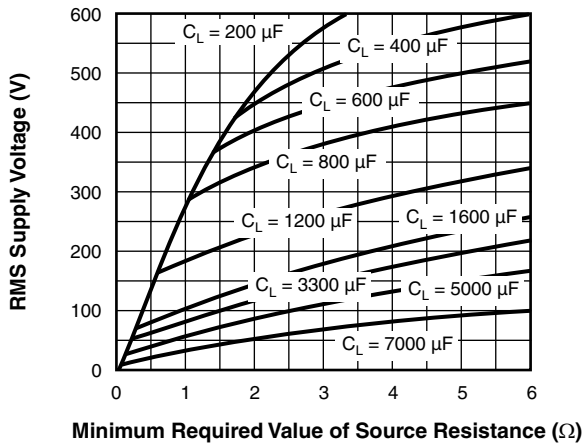


Fig. 3 - Minimum Required Source Resistance vs. RMS Supply Voltage and Load Capacitance

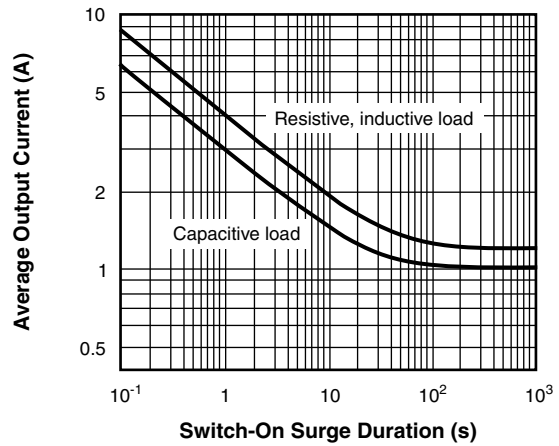
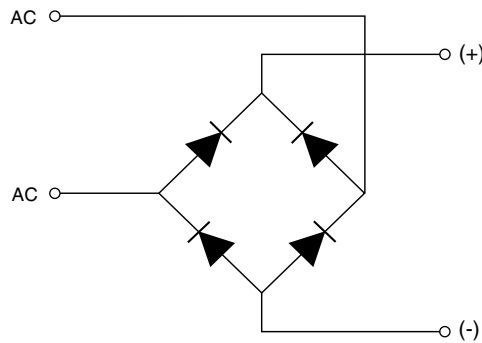


Fig. 4 - Maximum Switch-On Surge Current vs. Surge Duration

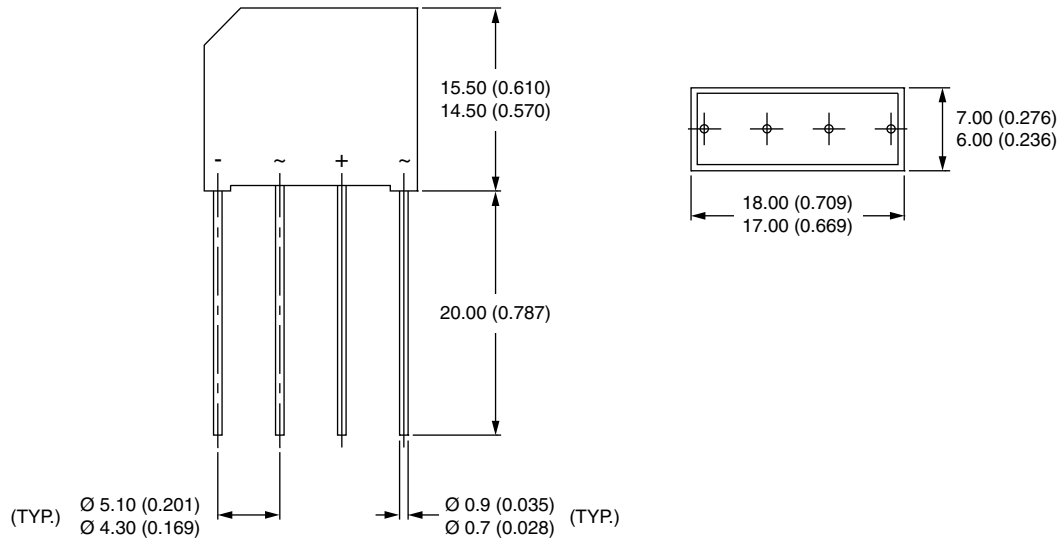
CIRCUIT CONFIGURATION



LINKS TO RELATED DOCUMENTS	
Dimensions	www.vishay.com/doc?95328

2KBB

DIMENSIONS in millimeters (inches)



Note

- For PIN configuration - ~ ~ + add "R" to end of part number



Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and/or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

Material Category Policy

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as RoHS-Compliant fulfill the definitions and restrictions defined under Directive 2011/65/EU of The European Parliament and of the Council of June 8, 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (EEE) - recast, unless otherwise specified as non-compliant.

Please note that some Vishay documentation may still make reference to RoHS Directive 2002/95/EC. We confirm that all the products identified as being compliant to Directive 2002/95/EC conform to Directive 2011/65/EU.

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as Halogen-Free follow Halogen-Free requirements as per JEDEC JS709A standards. Please note that some Vishay documentation may still make reference to the IEC 61249-2-21 definition. We confirm that all the products identified as being compliant to IEC 61249-2-21 conform to JEDEC JS709A standards.

Transformador

FAIL-SAFE transformer FST



General Data

Rated input voltage 230 V / 400 V
Rated output voltage 24 V / 230 V
Rated power 100 VA / 160 VA / 250 VA
Insulation class B
Max. ambient temperature 40 °C
Protection index IP 00

Advantages

With integrated FAIL-SAFE protection
High performance per volume thanks to compact design
Excellent switch-on response thanks to reduced starting currents
May be operated at 50 - 60 Hz
Excellent corrosion resistance and low noise thanks to BLOCKIMPEX
Primary side for input voltage 230 V and 400 V
100 VA and 160 VA versions for mounting with integrated DIN rail mounting in compliance with DIN 50022

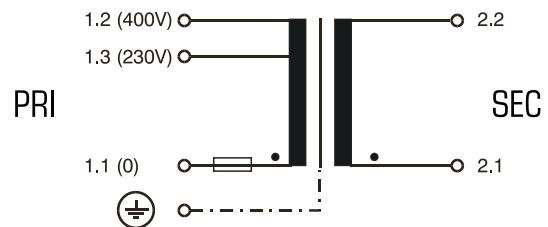
Applications

FAIL-SAFE transformer is a control transformer for electrical isolations of the input and output sides. The transformer is designed to provide control in compliance with EN 60204

FAIL-SAFE transformer as an isolating transformer for the safe electrical isolation of the input and output sides. The transformer may be used to set up protective separation as a protective measure in accordance with VDE 0100.

FAIL-SAFE transformer is a safety transformer to secure electrical isolation of the input and output sides. By limiting the output voltage, this transformer is suitable for the construction of both SELV and PELV electrical circuits.

Sample application



Standards



FAIL-SAFE control and safety transformer to: EN 61558 part 1 with part 2-2 and part 2-6

FAIL-SAFE voltage control and isolating transformer to: EN 61558 part 1 with part 2-2 and part 2-4

Approvals



ENEC 10 (VDE)



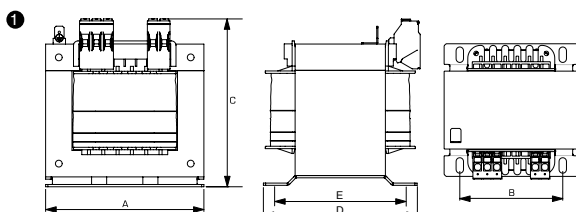
FAIL-SAFE transformer

FST



Typ	FST 100/23	FST 100/24	FST 160/23	FST 160/24	FST 250/23	FST 250/24
Electrical data						
Operating data						
Power loss	14.0 W	14.0 W	20.8 W	20.8 W	27.0 W	25.5 W
Input						
Rated input current	0,49 A / 0,28 Aac	0,49 A / 0,28 Aac	0,77 A / 0,45 Aac	0,77 A / 0,45 Aac	1,14 A / 0,65 Aac	
Rated input voltage	230 Vac / 400 Vac	230 Vac / 400 Vac	230 Vac / 400 Vac	230 Vac / 400 Vac	230 Vac / 400 Vac	230 Vac / 400 Vac
Switch-on time	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Frequency Range	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz	50-60 Hz
Output						
Rated output current	0,43 Aac	4,17 Aac	0,695 Aac	6,67 Aac	1,09 Aac	10,41 Aac
Rated output voltage	230 Vac	24 Vac	230 Vac	24 Vac	230 Vac	24 Vac
Rated power VDE (DB cos phi=1)	100 VA	100 VA	160 VA	160 VA	250 VA	250 VA
Rated power VDE (KB cos phi=0.5)	220 VA	220 VA	320 VA	320 VA	490 VA	490 VA
Vector group	li0	li0	li0	li0	li0	li0
Standards						
Classification	Control- and safety isolating transformer	Control- and safety isolating transformer	Control- and safety isolating transformer	Control- and safety isolating transformer	Control- and safety isolating transformer	Control- and safety isolating transformer
Environment						
Ambient temperature max.	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C	40 °C
Cooling method	AN	AN	AN	AN	AN	AN
Safety and protection						
Protection index	IP 00	IP 00	IP 00	IP 00	IP 00	IP 00
Safety class (prepared)	I	I	I	I	I	I
Class of Insulation System	B	B	B	B	B	B
Order numbers						
Order Number	FST 100/23	FST 100/24	FST 160/23	FST 160/24	FST 250/23	FST 250/24
Mechanical data						
Terminal and mounting						
Rail mounting	✓	✓	✓	✓		
Connections PE	Tab connector, 6.3 x 0.8 mm	Tab connector, 6.3 x 0.8 mm	Tab connector, 6.3 x 0.8 mm	Tab connector, 6.3 x 0.8 mm	Tab connector, 6.3 x 0.8 mm	Tab connector, 6.3 x 0.8 mm
Terminals Output	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²
Terminals Input	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²	Screw terminal 4 mm ²
Measures and weights						
Dimensions W x H x D	84 x 94 x 83 mm	84 x 94 x 83 mm	96 x 102 x 102 mm	96 x 102 x 102 mm	105 x 112 x 106 mm	105 x 112 x 106 mm
Core type	EI 84/43,5	EI 84/43,5	EI 96/45,7	EI 96/45,7	EI 105/60,5	EI 105/60,5
Weight	2.00 kg	2.00 kg	2.90 kg	2.90 kg	4.30 kg	4.30 kg
Dimension picture (in mm)	①	①	①	①	①	①
A	84	84	96	96	105	105
B	64	64	84	84	80.5	80.5
C	94	94	102	102	112	112
D	83	83	102	102	106	106
E	64	64	87	87	86	86

Dimension pictures



Relés

Relé 1

G6QE

PCB Power Relays

Miniature and Low Height Single-pole Power Relay with 36A Switching Current



- High switching current of 36 A@250 VAC and 10,000 operations, 30 A@250 VAC and 100,000 operations in a miniature package
- Achieved 10-kV impulse withstand voltage (between coil and contacts)
- Power consumption reduced to 12% compared with rated coil consumption by lowering the applied voltage to the coil after applying nominal voltage for 100 ms relay operation (Reduced to 35% from rated coil voltage)
- Conforms to cULus, EN and CQC

RoHS Compliant

Model Number Legend

G6QE-□□□
1 2 3

- | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------------|
| 1. Number of Poles | 2. Contact Form | 3. Enclosure rating |
| 1: 1-pole | A: SPST-NO (1a) | None: Flux protection |

Application Examples

- Home appliances
- FA equipment
- Industrial machinery

G6QE

Ordering Information

Terminal Shape	Classification	Contact Form	Enclosure rating	Model	Rated coil voltage	Minimum packing unit
PCB terminals	Standard	SPST-NO (1a)	Flux protection	G6QE-1A	5 VDC 12 VDC 24 VDC	50pcs/tray

Note. When ordering, add the rated coil voltage to the model number.

Example: G6QE-1A DC12_

However, the notation of the coil voltage on the product case as well as on the packing will be marked as □□VDC.

Ratings

● Coil

Rated Voltage	Rated current (mA)	Coil resistance (Ω)	Must operate voltage (V)	Must release voltage (V)	Max. voltage (V)	Power consumption (mW)
			% of rated voltage			
5 VDC	280	17.9	70% max.	5 to 23%	140% (at 23°C)	Approx. 1400 Approx. 172 *
12 VDC	116.7	102.9				
24 VDC	58.3	411.4				

Note 1. The rated current and resistance are measured at a coil temperature of 23°C with a tolerance of ±10%.

Note 2. The operating characteristics are measured at a coil temperature of 23°C.

Note 3. The maximum permissible voltage is the maximum value of the fluctuation range for the Relay coil operating power supply and was measured at an ambient temperature of 23°C.

* Power consumption with Holding Voltage is approx.172 mW (when applying Holding Voltage at 35%). Please confirm the detail in page 3 Coil Voltage Reduction (Holding Voltage).

● Contacts

Contact type	Single
Contact material	Ag Alloy (Cd free)
Rated load	36 A at 250 VAC (Resistive Load) 32 A at 250 VAC (Resistive Load) 30 A at 250 VAC (Resistive Load)
Rated carry current	36 A
Max. switching voltage	AC 277 V
Max. switching current	AC: 36 A

Characteristics

Contact resistance *1	100 m Ω max.	
Operate time	20 ms max.	
Release time	10 ms max.	
Insulation resistance *2	1000 MΩ min.	
Dielectric strength	Between coil and contacts	4,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min
	Between contacts of the same polarity	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min
Insulation distance	Between coil and contacts	Clearance: 3.2 mm, Creepage: 6.4 mm
Impulse withstand voltage	Between coil and contacts	10 kV (1.2 x 50 μs)
Vibration resistance	Destruction	10 to 55 to 10 Hz, 0.75 mm single amplitude (1.5 mm double amplitude)
	Malfunction	10 to 55 to 10 Hz, 0.75 mm single amplitude (1.5 mm double amplitude)
Shock resistance	Destruction	1,000 m/s ²
	Malfunction	200 m/s ²
Durability	Mechanical	1,000,000 operations min. (at 18,000 operations/h)
	Electrical	100,000 operations min. (30 A, 250 VAC, resistive load) 50,000 operations min. (32 A, 250 VAC, resistive load) 10,000 operations min. (36 A, 250 VAC, resistive load) (ON for 1 s and OFF for 9 s)
Failure rate (P level) (reference value) *3	100 mA at 5 VDC	
Coil holding voltage *4	35% to 80% of rated coil voltage (contact carrying current 32 A, at 85 °C)	
	35% to 50% of rated coil voltage (contact carrying current 36 A, at 85 °C)	
Ambient operating temperature	-40°C to +60°C (when applying Rated Coil Voltage) -40°C to +85°C (contact carrying current 32 A, when applying Holding Voltage at 35% to 80%) (contact carrying current 36 A, when applying Holding Voltage at 35% to 50%) (with no icing or condensation)	
Ambient operating humidity	5% to 85%	
Weight	Approx. 17 g	

Note. The values given above are initial values.

*1. Measurement conditions:
5 VDC, 1 A, voltage drop method.

*2. Measurement conditions:
The insulation resistance was measured with a 500 VDC megohmmeter at the same locations as the dielectric strength was measured.

*3. This value was measured at a switching frequency of 120 operations/min.

*4. Power consumption with Holding Voltage is approx.172 mW (when applying Holding Voltage at 35%). Please confirm the detail in page 3 Coil Voltage Reduction (Holding Voltage).

Actual Load Life (Reference Values)

250 VAC Capacitive load

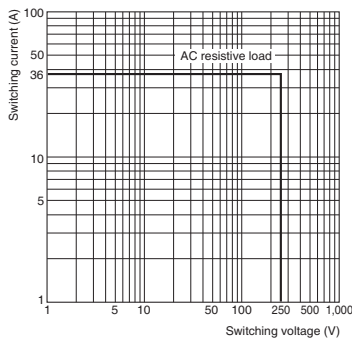
Inrush: 42 A (0-p), Steady: 30A, Break: 2.5 A

150,000 operations min. (Ambient temperature: 23°C)

Engineering Data

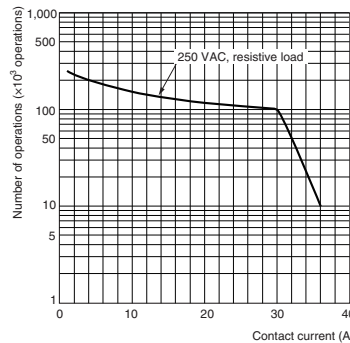
●Maximum Switching Capacity

G6QE-1A



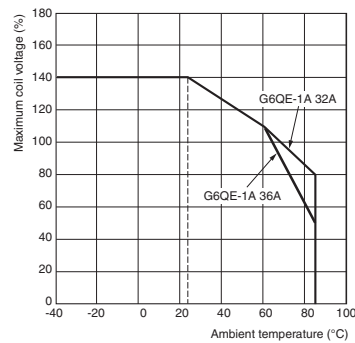
●Durability

G6QE-1A



●Ambient Temperature vs. Maximum Coil Voltage

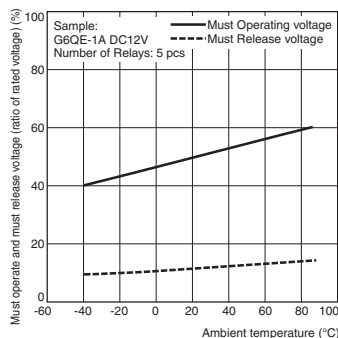
G6QE-1A



Connecting Method:
Mounted 3 Relays horizontally based on EN Standards
Installation Interval: 50 mm

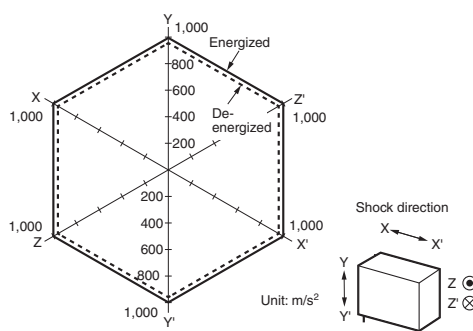
●Ambient Temperature vs. Maximum Operate or Must Release Voltage

G6QE-1A



●Shock Malfunction

G6QE-1A

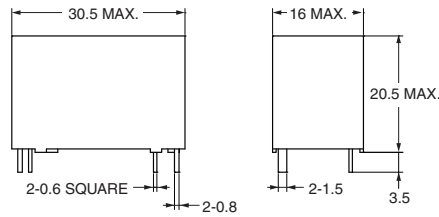


Conditions: Shock is applied in ±X, ±Y, and ±Z directions three times each with and without energizing the Relays to check the number of contact malfunctions.

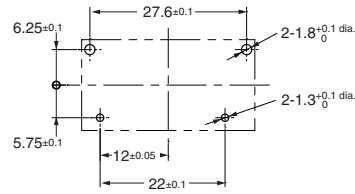
Standard: 200 m/s²

Dimensions

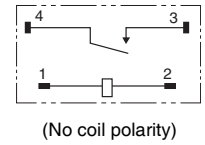
G6QE-1A



PCB Mounting Holes (BOTTOM VIEW)



Terminal Arrangement/ Internal Connections (BOTTOM VIEW)



Approved Standards

The approval rating values for overseas standards are different from the performance values determined individually confirm the values before use.

UL/C-UL (CSA) Recognized (File No. E41515)

Model	Coil ratings	Contact ratings	Number of test operations
G6QE-1A	5 to 24 VDC	36 A 277 VAC (Resistive) 85°C	10,000
G6QE-1A	5 to 24 VDC	32 A 277 VAC (Resistive) 40°C	50,000
G6QE-1A	5 to 24 VDC	30 A 277 VAC (Resistive) 40°C	100,000

CQC certified: (Certificate No. CQC18002192007)

Model	Coil ratings	Contact ratings	Number of test operations
G6QE-1A	5, 12, 24 VDC	36 A 277 VAC (Resistive) 85°C	10,000
G6QE-1A	5, 12, 24 VDC	32 A 277 VAC (Resistive) 40°C	50,000
G6QE-1A	5, 12, 24 VDC	30 A 277 VAC (Resistive) 40°C	100,000

EN/IEC, TÜV Certified: (Certificate No. R50407379)

Model	Coil ratings	Contact ratings	Number of test operations
G6QE-1A	5, 12, 24 VDC	36 A 277 VAC (cosφ=1) 85°C	10,000
G6QE-1A	5, 12, 24 VDC	32 A 277 VAC (cosφ=1) 40°C	50,000
G6QE-1A	5, 12, 24 VDC	30 A 277 VAC (cosφ=1) 40°C	100,000

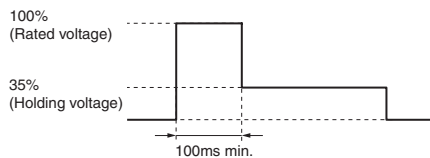
Precautions

- Please refer to "PCB Relays Common Precautions" for correct use.

Correct Use

●Coil Voltage Reduction (Holding Voltage) after Relay Operation

- If the coil voltage is reduced to the holding voltage after Relay operation, first apply the rated voltage to the coil for at least 100 ms, as shown below.
- A voltage of at least 35% of the rated voltage is required for the coil holding voltage. Do not allow voltage fluctuations to cause the coil holding voltage to fall below this level.



	Applied coil voltage	Coil resistance*	Power consumption
Rated voltage	100%	17.9Ω (5 VDC)	Approx.1400 mW
Holding voltage	35%	102.9Ω (12 VDC)	
		411.4Ω (24 VDC)	

* The coil resistance were measured at a coil temperature of 23°C with tolerances of ± 10%.

●Other Precautions

- This Relay is suitable for power load switching of air-conditioning compressors and power supplies, etc. Do not use this Relay to switch micro loads less than 100 mA, such as in signal applications.

Please check each region's Terms & Conditions by region website.

OMRON Corporation

Electronic and Mechanical Components Company

Regional Contact

Americas

<https://www.components.omron.com/>

Asia-Pacific

<https://ecb.omron.com.sg/>

Korea

<https://www.omron-ecb.co.kr/>

Europe

<http://components.omron.eu/>

China

<https://www.ecb.omron.com.cn/>

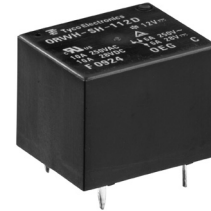
Japan

<https://www.omron.co.jp/ecb/>

Relé 2

Miniature PCB Relay ORWH

- Compact relay with 1 Form A and 1 Form C contact arrangement
- 10A switching capacity
- Flux proof or sealed type available
- 6kV dielectric strength type available



Typical applications
Appliances, HVAC, emergency lighting



Approvals

UL E82292, TUV R50138967
Technical data of approved types on request

Contact Data

Contact arrangement	1 form A, 1 NO 1 form C, 1 CO
Rated voltage	28VDC, 277VAC
Max. switching voltage	28VDC, 277VAC
Rated current	10A
Contact material	AgZnO, AgCdO, AgNi
Min. recommended contact load	100mA, 5VDC
Frequency of operation	600 ops./h
Operate/release time max.	10ms/5ms
Electrical endurance	AgZnO: form A, 10A, 250VAC, res., +85°C, Class B or F only 100x10 ³ ops. AgCdO: form A, 10A, 250VAC, res., +85°C, Class B or F only 50x10 ³ ops. AgNi: form A, 10A, 250VAC, res., +85°C, Class B or F only 50x10 ³ ops.
Contact ratings, form A/form B	10A/6A 250VAC resistive 10A/6A 28VDC resistive
Mechanical endurance, DC coil	10x10 ⁶ operations

Coil Data

Coil voltage range	3 to 48VDC
Operative range, IEC 61810	2
Coil insulation system according UL	Class A, B, F

Coil versions, DC coil

Coil code	Rated voltage VDC	Operate voltage VDC	Release voltage VDC	Coil resistance Ω±10 %	Rated coil power mW
003	3	2.1	0.3	25	360
005	5	3.5	0.5	70.0	360
006	6	4.2	0.6	100	360
009	9	6.3	0.9	225	360
012	12	8.4	1.2	400	360
024	24	16.8	2.4	1600	360
048	48	33.6	4.8	6400	360

All figures are given for coil without pre-energization, at ambient temperature +23°C

Insulation Data

Initial dielectric strength	
between open contacts	750V _{rms}
between contact and coil	1500V _{rms}
Clearance/creepage	
between open contacts	>1.6mm
between contact and coil	>3.2mm
Clearance/creepage	
between open contacts, standard type	>1.6mm
for 6kV dielectrial strength type	>4mm
between contact and coil, standard type	>3.2mm
for 6kV dielectrial strength type	>4mm

Other Data

Material compliance:	EU RoHS/ELV, China RoHS, REACH, Halogen content refer to the Product Compliance Support Center at www.te.com/customer-support/rohssupportcenter	
Ambient temperature	-30°C to +70°C	
Category of environmental protection	IEC 61810	
	RTII - dust protected	RTIII - wash tight
Weight	9.5g	
Resistance to soldering heat THT	IEC 60068-2-20	
	RTII: 270°C/10s	RTIII: 260°C/5s
Packaging/unit	tube/25, carton box/1000	

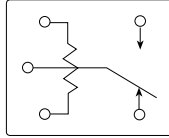
Accessories

Product Code	Description
27E1064	Socket, rated 10A at 300VAC. UL Recognized for US and Canada. Designed to fit same suggested board layout as relay.

Miniature PCB Relay ORWH (Continued)

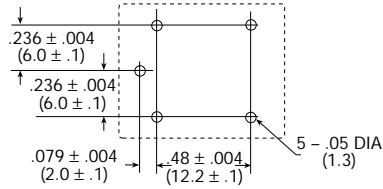
Terminal assignment

Bottom view on solder pins

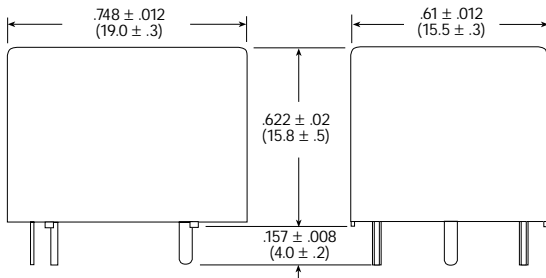


PCB layout

Bottom view on solder pins



Dimensions



TERMINAL DIMENSIONS:
COIL: 0.024 (0.6) DIA.
LOAD: 0.12 x 0.35 (0.3 x 0.9)

Product code structure	Typical product code										ORWH	-SH	-1	12	D	M	1	F	WG	,000					
Type	ORWH Miniature PCB Relay ORWH																								
Category of protection	SS Flux proof					SH Wash tight																			
Number of poles	1 1 pole																								
Coil voltage	Coil code: please refer to coil versions table (e.g. 12 = 12VDC)																								
Coil version	D Standard					H High temperature type																			
Contact arrangement	Blank 1 form C, 1 CO					M 1 form A, 1 NO																			
Contact material	Blank AgCdo					1 AgZnO					3 AgNi					5 AgZnO + Au plating					7 AgNi + Au plating				
Insulation system designation	Blank Class 105 (A)					B Class 120 (B)					F F = Class 155 (F)														
Option material	Blank Standard					H Insulation plate use type																			
Suffix	WG For domestic appliances (IEC 60335-1, 4 Edition);																								
Suffix	,000 Standard																								

Miniature PCB Relay ORWH (Continued)

Product code	Enclosure	Coil	Coil	Arrangement	Cont.mat.	Insulation	Option	Part number
ORWH-SH-105D1F,000	Wash tight	5VDC	Standard	1Form C, 1CO	AgZnO	Class F	Standard type	1-1721150-0
ORWH-SH-105H3F,000			High temp		AgNi			1-1721956-1
ORWH-SH-105HM3F,000				1Form A, 1NO				1-1721958-1
ORWH-SH-106D1F,000		6VDC	Standard	1Form C, 1CO	AgZnO			1-1721150-1
ORWH-SH-106DM1F,000								1Form A, 1NO
ORWH-SH-109H3F,000		9VDC	High temp	1Form C, 1CO	AgNi			1-1721956-3
ORWH-SH-112D1F,000		12VDC	Standard		AgZnO			1-1721150-3
ORWH-SH-112DM1F,000								1-1721153-3
ORWH-SH-112H3F,000			High temp		AgNi			1-1721956-4
ORWH-SH-112H3FH,000							Insulation pl.	1-1721948-4
ORWH-SH-112HM3F,000				1Form A, 1NO			Standard type	1-1721958-4
ORWH-SH-118H3F,000		18VDC		1Form C, 1CO				1-1721956-5
ORWH-SH-124D1F,000		24VDC	Standard		AgZnO			1-1721150-5
ORWH-SH-124DM1F,000				1Form A, 1NO				1-1721153-5
ORWH-SH-124H3F,000			High temp	1Form C, 1CO	AgNi			1-1721956-7
ORWH-SH-124HM3F,000				1Form A, 1NO				1-1721958-7
ORWH-SH-148D1F,000		48VDC	Standard	1Form C, 1CO	AgZnO			1-1721150-6
ORWH-SH-148DM1F,000				1Form A, 1NO				1-1721153-6
ORWH-SS-105D1F,000	Flux proof	5VDC		1Form C, 1CO				0-1721150-2
ORWH-SS-106D1F,000		6VDC						0-1721150-3
ORWH-SS-109D1F,000		9VDC						0-1721150-4
ORWH-SS-112D1F,000		12VDC						0-1721150-5
ORWH-SS-112DM1F,000				1Form A, 1NO				0-1721153-5
ORWH-SS-112H3F,000			High temp	1Form C, 1CO	AgNi			0-1721956-5
ORWH-SS-112HM3F,000				1Form A, 1NO				0-1721958-5
ORWH-SS-118H3F,000		18VDC		1Form C, 1CO				0-1721956-6
ORWH-SS-124D1F,000		24VDC	Standard		AgZnO			0-1721150-7
ORWH-SS-124DM1F,000				1Form A, 1NO				0-1721153-7
ORWH-SS-124H3F,000			High temp	1Form C, 1CO	AgNi			0-1721956-8
ORWH-SS-124H3FH,000							Insulation pl.	0-1721948-8
ORWH-SS-148D1F,000		48VDC	Standard		AgZnO		Standard type	0-1721150-8
ORWH-SS-148DM1F,000				1Form A, 1NO				0-1721153-8

Relé 3

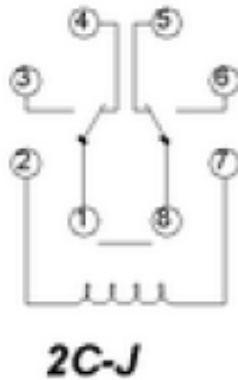


ENGLISH

Datasheet

DPDT Socket Mount Non-Latching Relay, 10 A, 12V dc

RS Stock number 0348756



Features

Octal style industrial control relay

Large capacity 10 A of general purpose relay

SPDT, DPDT, 3PDT contact arrangement

BTA1 general purpose relays are available in a wide choice of AC or DC voltages with Indicator Lamp and Push to test button

Puerta AND



High Speed CMOS Logic – 74HC08

Quad 2-Input AND Gate in bare die form

Rev 1.0
07/02/19

Description

The 74HC08 quad 2-input AND gate is fabricated on a .35µm CMOS process combining high speed LSTTL performance with CMOS low power. The device consists of four independent 2-input AND gates with standard push-pull outputs and performs the Boolean function $Y = A \bullet B$ or $Y = A + B$. Device inputs are compatible with standard CMOS outputs; with pull-up resistors, they are compatible with LSTTL outputs. All inputs are protected against ESD and excess voltage transients. The die size is significantly smaller than industry peers due to its re-design and production using a more advanced CMOS process.

Features:

- Output Drive Capability: 10 LSTTL Loads
- Low Input Current: 1µA
- Outputs directly interface CMOS, NMOS and TTL
- Operating Voltage Range: 2V to 6V
- Function compatible with 74LS08
- High Noise Immunity CMOS process.

Ordering Information

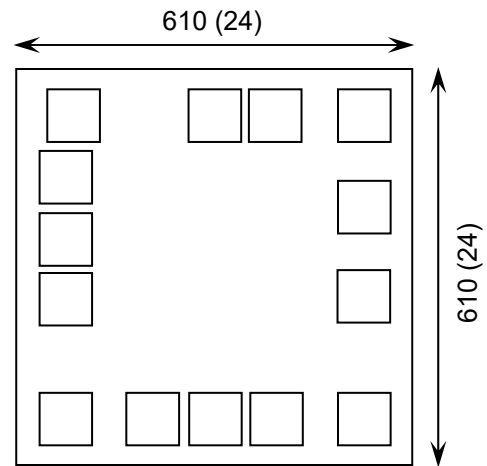
The following part suffixes apply:

- No suffix - MIL-STD-883 /2010B Visual Inspection

For High Reliability versions of this product please see

[54HC08](#)

Die Dimensions in µm (mils)



Supply Formats:

- Default – Die in Waffle Pack (400 per tray capacity)
- Sawn Wafer on Tape – On request
- Unsawn Wafer – On request
- Die Thickness <=> 350µm(14 Mils) – On request
- Assembled into Ceramic Package – On request

Mechanical Specification

Die Size (Unsawn)	610 x 610 24 x 24	µm mils
Minimum Bond Pad Size	85 x 85 3.35 x 3.35	µm mils
Die Thickness	350 (±20) 13.78 (±0.79)	µm mils
Top Metal Composition	Al 1%Si 1.1µm	
Back Metal Composition	N/A – Bare Si	

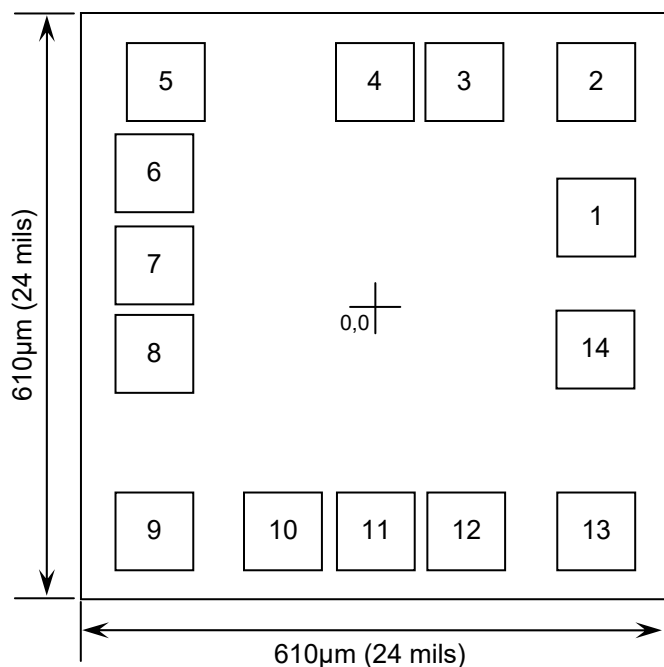




High Speed CMOS Logic – 74HC08

Rev 1.0
07/02/19

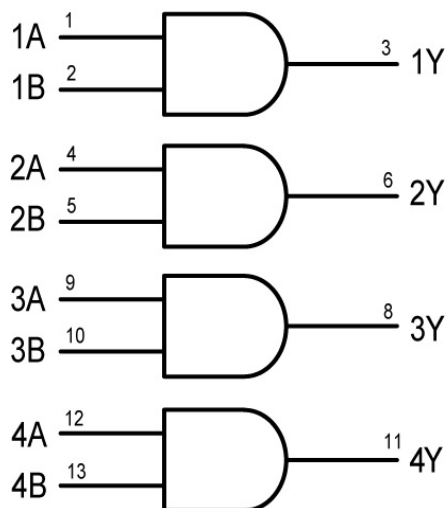
Pad Layout and Functions



PAD	FUNCTION	COORDINATES (µm)	
		X	Y
1	1A	230	95
2	1B	230	230
3	1Y	95	230
4	2A	0	230
5	2B	-220	230
6	2Y	-230	140
7	GND	-230	45
8	3Y	-230	-52
9	3A	-230	-230
10	3B	-95	-230
11	4Y	0	-230
12	4A	95	-230
13	4B	230	-230
14	V _{CC}	230	-45

CONNECT CHIP BACK TO V_{CC} OR FLOAT

Logic Diagram



Function Table

INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = High level (steady state)
L = Low level (steady state)





High Speed CMOS Logic – 74HC08

Rev 1.0

07/02/19

Absolute Maximum Ratings¹

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
DC Supply Voltage (Referenced to GND)	V_{CC}	-0.5 to +7.0	V
DC Input Voltage (Referenced to GND)	V_{IN}	-0.5 to $V_{CC} + 0.5$	V
DC Output Voltage (Referenced to GND)	V_{OUT}	-0.5 to $V_{CC} + 0.5$	V
DC Input Current	I_{IN}	± 20	mA
DC Output Current, per pad	I_{OUT}	± 25	mA
DC Supply Current, V_{CC} or GND, per pad	I_{CC}	± 50	mA
Power Dissipation in Still Air ²	P_D	750	mW
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 to 150	°C

1. Operation above the absolute maximum rating may cause device failure. Operation at the absolute maximum ratings, for extended periods, may reduce device reliability. 2. Measured in plastic DIP package, results in die form are dependent on die attach and assembly method.

Recommended Operating Conditions³ (Voltages referenced to GND)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	MAX	UNITS	
Supply Voltage	V_{CC}	2	6	V	
DC Input or Output Voltage	V_{IN}, V_{OUT}	0	V_{CC}	V	
Operating Temperature Range	T_J	-40	+85	°C	
Input Rise or Fall Times	t_r, t_f	$V_{CC} = 2V$	0	1000	ns
		$V_{CC} = 4.5V$	0	500	
		$V_{CC} = 6.0V$	0	400	

3. This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{IN} and V_{OUT} should be constrained to the range $GND \leq (V_{IN} \text{ or } V_{OUT}) \leq V_{CC}$. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either GND or V_{CC}). Unused outputs must be left open.

DC Electrical Characteristics (Voltages Referenced to GND)

PARAMETER	SYMBOL	V_{CC}	CONDITIONS	LIMITS			UNITS
				25°C	85°C	FULL RANGE ⁴	
Minimum High-Level Input Voltage	V_{IH}	2.0V	$V_{OUT} = 0.1V \text{ or } V_{CC} - 0.1V$ $ I_{OUT} \leq 20\mu A$	1.5	1.5	1.5	V
		3.0V		2.1	2.1	2.1	
		4.5V		3.15	3.15	3.15	
		6.0V		4.2	4.2	4.2	
Maximum Low-Level Input Voltage	V_{IL}	2.0V	$V_{OUT} = 0.1V \text{ or } V_{CC} - 0.1V$ $ I_{OUT} \leq 20\mu A$	0.5	0.5	0.5	V
		3.0V		0.9	0.9	0.9	
		4.5V		1.35	1.35	1.35	
		6.0V		1.8	1.8	1.8	





High Speed CMOS Logic – 74HC08

Rev 1.0

07/02/19

DC Electrical Characteristics Continued (Voltages Referenced to GND)

PARAMETER	SYMBOL	V _{CC}	CONDITIONS	LIMITS			UNITS	
				25°C	85°C	FULL RANGE ⁴		
Minimum High-Level Output Voltage	V _{OH}	2.0V	V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 20μA	1.9	1.9	1.9	V	
		4.5V		4.4	4.4	4.4		
		6.0V		5.9	5.9	5.9		
		3.0V	V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 2.4mA	2.48	2.34	2.20	V	
		4.5V		V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 4.0mA	3.98	3.84		3.70
		6.0V		V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 5.2mA	5.48	5.34		5.20
Maximum Low-Level Output Voltage	V _{OL}	2.0V	V _{IN} = V _{IL} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 20μA	0.1	0.1	0.1	V	
		4.5V		0.1	0.1	0.1		
		6.0V		0.1	0.1	0.1		
		3.0V	V _{IN} = V _{IL} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 2.4mA	0.26	0.33	0.40	V	
		4.5V		V _{IN} = V _{IL} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 4.0mA	0.26	0.33		0.40
		6.0V		V _{IN} = V _{IL} or V _{IL} I _{OUT} ≤ 5.2mA	0.26	0.33		0.40
Maximum Input Leakage Current	I _{IN}	6.0V	V _{IN} = V _{CC} or GND	±0.1	±1.0	±1.0	μA	
Maximum Quiescent Supply Leakage Current	I _{CC}	6.0V	V _{IN} = V _{CC} or GND I _{OUT} = 0μA	1	10	40	μA	

4. -40°C ≤ T_J ≤ +85°C

AC Electrical Characteristics⁵

PARAMETER	SYMBOL	V _{CC}	CONDITIONS	LIMITS			UNITS
				25°C	85°C	FULL RANGE ⁴	
Maximum Propagation Delay, Input A or B to Output Y (Figure 1,2)	t _{PLH} , t _{PHL}	2.0V	C _L = 50pF, Input t _r = t _f = 6ns	75	95	110	ns
		3.0V		30	40	55	
		4.5V		15	19	22	
		6.0V		13	16	19	
Maximum Output Rise and Fall Time, Any Output (Figure 1,2)	t _{TLH} , t _{THL}	2.0V	C _L = 50pF, Input t _r = t _f = 6ns	75	95	110	ns
		3.0V		27	32	36	
		4.5V		15	19	22	
		6.0V		13	16	19	

5. Not production tested in die form, characterized by chip design and tested in package.





High Speed CMOS Logic – 74HC08

Rev 1.0
24/11/17

AC Electrical Characteristics Continued⁵

PARAMETER	SYMBOL	V _{CC}	CONDITIONS	LIMITS			UNITS
				25°C	85°C	FULL RANGE ⁴	
Maximum Input Capacitance	C _{IN}	-	-	10	10	10	pF
Power Dissipation Capacitance Per Gate ⁶	C _{PD}	-	T _J = 25°C, V _{CC} = 5.0V	TYPICAL			pF
				20			

6. Used to determine the no-load dynamic power consumption: $P_D = C_{PD} V_{CC}^2 f + I_{CC} V_{CC}$.

Switching Waveform

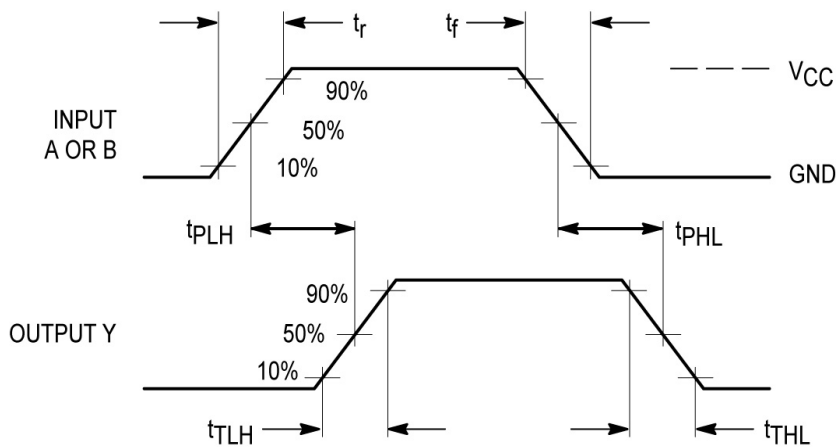
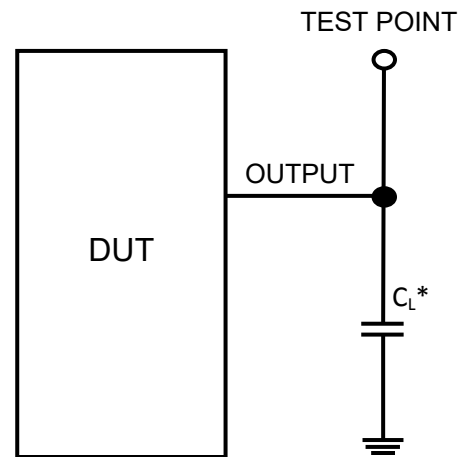


Figure 1 – Propagation Delay & Output Transition Time

Test Circuit



* Includes all probe and jig capacitance

Figure 2

DISCLAIMER: The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics. With respect to any examples or hints given herein, any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the device, Silicon Supplies Ltd hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind.

LIFE SUPPORT POLICY: Silicon Supplies Ltd components may be used in life support devices or systems only with the express written approval of Silicon Supplies Ltd, if a failure of such components can reasonably be expected to cause the failure of that life support device or system or to affect the safety or effectiveness of that device or system. Life support devices or systems are intended to be implanted in the human body or to support and/or maintain and sustain and/or protect human life. If they fail, it is reasonable to assume that the health of the user or other persons may be endangered.



Condensador

Aluminum Electrolytic Capacitors Power Ultra Miniature Snap-In


**RoHS
COMPLIANT**

FEATURES

- Up to 500 V
- Useful life: 5000 h at 85 °C
- Polarized aluminum electrolytic capacitors, non-solid electrolyte
- Large types, very small dimensions, cylindrical aluminum case, insulated with a blue sleeve
- Keyed polarity version available
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

APPLICATIONS

- General purpose, industrial and audio/video systems
- Smoothing and filtering
- Standard and switched mode power supplies
- Energy storage in pulse systems

MARKING

The capacitors are marked (where possible) with the following information:

- Rated capacitance (in μF)
- Tolerance on rated capacitance, code letter in accordance with IEC 60062 (M for $\pm 20\%$)
- Rated voltage (in V)
- Date code (YYMM or in 2 digits according to IEC 60062)
- Name of manufacturer
- Code for factory of origin
- “-” sign to identify the negative terminal, visible from the top and side of the capacitor
- Code number, last 8 digits 157 xxxxx
- Climatic category in accordance with IEC 60068

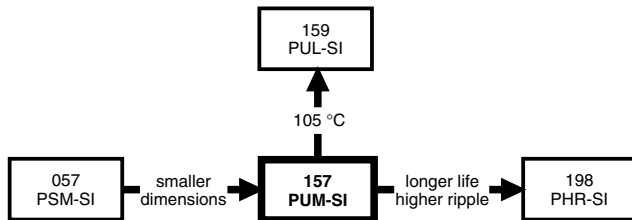


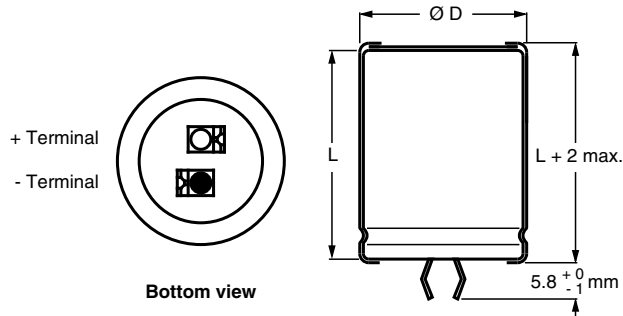
Fig. 1

QUICK REFERENCE DATA	
DESCRIPTION	VALUE
Nominal case sizes (\varnothing D x L in mm)	22 x 25 to 35 x 60
Rated capacitance range (E6/E12 series), C_R	56 μF to 2200 μF
Tolerance on C_R	$\pm 20\%$
Rated voltage range, U_R	200 V, 250 V, 400 V, 450 V 500 V
Category temperature range	-25 °C to +85 °C
Endurance test at 85 °C	3000 h
Load life at 85 °C	3000 h
Useful life at 85 °C	5000 h
Useful life at 40 °C, 1.4 x I_R applied	90 000 h
Shelf life at 0 V, 85 °C	1000 h
Max. RMS value of ripple voltage	12 V n/a
Based on sectional specification	IEC 60384-4 / EN130300
Climatic category IEC 60038	25/085/56

SELECTION CHART FOR C_R , U_R , AND RELEVANT NOMINAL CASE SIZES (\varnothing D x L in mm)					
C_R (μF)	U_R (V)				
	200	250	400	450	500
47	-	-	-	-	22 x 25
56	-	-	-	22 x 25	-
68	-	-	22 x 25	22 x 30	22 x 30
	-	-	-	-	25 x 25
82	-	-	22 x 25	22 x 30	-
	-	-	-	25 x 25	-
100	-	-	22 x 30	22 x 35	22 x 35
	-	-	-	25 x 30	25 x 30
	-	-	-	-	30 x 25



SELECTION CHART FOR C _R , U _R , AND RELEVANT NOMINAL CASE SIZES (∅ D x L in mm)					
C _R (μF)	U _R (V)				
	200	250	400	450	500
120	-	-	22 x 30	22 x 40	22 x 40
	-	-	-	25 x 30	25 x 35
	-	-	-	30 x 25	-
150	-	-	22 x 35	25 x 35	25 x 40
	-	-	25 x 30	25 x 40	30 x 30
	-	-	-	30 x 30	-
180	-	-	22 x 40	25 x 40	25 x 45
	-	-	25 x 35	30 x 35	30 x 35
	-	-	-	35 x 25	-
220	-	22 x 30	25 x 40	25 x 50	30 x 40
	-	-	30 x 30	30 x 40	35 x 30
	-	-	35 x 25	35 x 30	-
270	22 x 25	22 x 30	25 x 45	30 x 45	30 x 45
	-	25 x 25	30 x 35	35 x 35	35 x 35
	-	-	35 x 30	-	-
330	22 x 30	22 x 35	30 x 40	30 x 50	30 x 50
	-	25 x 30	35 x 30	35 x 40	35 x 40
390	22 x 30	22 x 40	30 x 45	35 x 45	35 x 45
	-	30 x 25	35 x 35	-	-
470	22 x 35	25 x 35	30 x 50	35 x 50	35 x 50
	25 x 30	30 x 30	35 x 40	-	-
560	22 x 40	25 x 40	35 x 45	-	35 x 60
	25 x 35	30 x 30	-	-	-
	30 x 25	35 x 25	-	-	-
680	25 x 40	25 x 45	35 x 50	35 x 60	-
	30 x 30	30 x 35	-	-	-
	35 x 25	35 x 30	-	-	-
820	25 x 45	30 x 40	35 x 60	-	-
	30 x 35	35 x 35	-	-	-
	35 x 30	-	-	-	-
1000	30 x 40	30 x 45	-	-	-
	35 x 30	35 x 40	-	-	-
1200	30 x 45	35 x 45	-	-	-
	35 x 35	-	-	-	-
1500	30 x 50	35 x 50	-	-	-
	35 x 40	-	-	-	-
1800	35 x 45	-	-	-	-
2200	35 x 50	-	-	-	-

DIMENSIONS in millimeters AND AVAILABLE FORMS
TWO TERMINAL SNAP-IN


The minus terminal can be marked with a black dot or with an imprinted “-” sign.

Fig. 2 - Two terminal snap-in

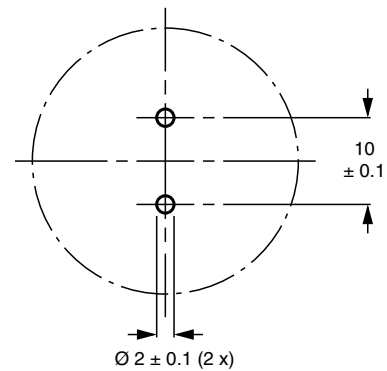
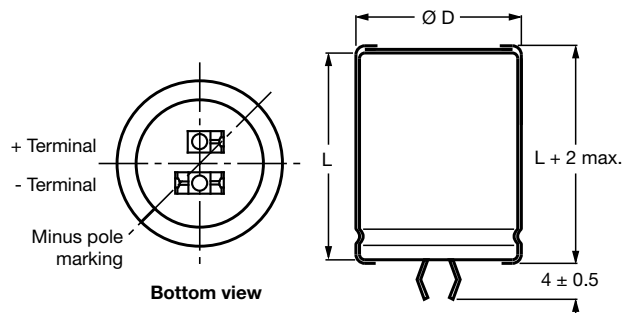
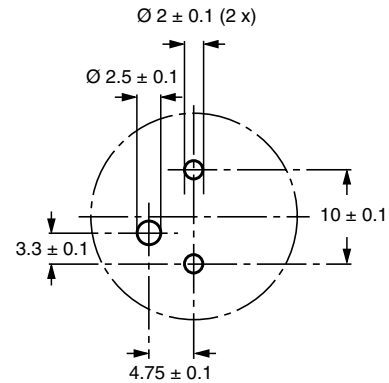


Fig. 3 - Mounting hole diagram

THREE TERMINAL SNAP-IN


The negative terminal has **TWO** pins which are **BOTH** electrically connected.

Fig. 4 - Three terminal snap-in



The 10 mm spacing of the 2 pin snap-in is used as the base layout and a third hole is added. The third hole is closer to the negative primary hole so that polarization is always maintained, together with added mechanical stability.

Fig. 5 - Mounting hole diagram

Table 1

DIMENSIONS in millimeters, MASS AND PACKAGING QUANTITIES				
NOMINAL CASE SIZE Ø D x L	Ø D_{max.}	L_{max.}	MASS (g)	PACKAGING QUANTITIES (units per box)
22 x 25	23	27	≈ 12	100
22 x 30	23	32	≈ 16	100
22 x 35	23	37	≈ 20	100
22 x 40	23	42	≈ 23	100
25 x 25	26	27	≈ 20	100
25 x 30	26	32	≈ 22	100
25 x 35	26	37	≈ 24	100
25 x 40	26	42	≈ 27	100
25 x 45	26	47	≈ 32	100
25 x 50	26	52	≈ 38	100



DIMENSIONS in millimeters, MASS AND PACKAGING QUANTITIES				
NOMINAL CASE SIZE Ø D x L	Ø D_{max.}	L_{max.}	MASS (g)	PACKAGING QUANTITIES (units per box)
30 x 25	31	27	≈ 25	100
30 x 30	31	32	≈ 30	100
30 x 35	31	37	≈ 35	100
30 x 40	31	42	≈ 40	100
30 x 45	31	47	≈ 45	100
30 x 50	31	52	≈ 50	100
35 x 25	36	27	≈ 33	50
35 x 30	36	32	≈ 40	50
35 x 35	36	37	≈ 48	50
35 x 40	36	42	≈ 55	50
35 x 45	36	47	≈ 63	50
35 x 50	36	52	≈ 72	50
35 x 60	36	62	≈ 82	50

ELECTRICAL DATA	
SYMBOL	DESCRIPTION
C _R	Rated capacitance at 100 Hz/120 Hz
I _R	Rated RMS ripple current at 120 Hz, 85 °C
I _{L5}	Max. leakage current after 5 min at U _R
ESR	Typ./max. equivalent series resistance at 100 Hz ⁽¹⁾
Z	Typ./max. impedance at 10 kHz

Notes

- ⁽¹⁾ ESR at 120 Hz is approximately 0.95 x ESR 100 Hz
- Unless otherwise specified, all electrical values in Table 2 apply at T_{amb} = 20 °C, P = 86 kPa to 106 kPa, RH = 45 % to 75 %

ORDERING EXAMPLE

Electrolytic capacitor 157 series
 1000 µF/200 V; ± 20 %
 Nominal case size: Ø 30 x 40 mm
 2-terminal snap-in:
 Ordering code: MAL2 157 52102 E3
 Former 12NC: 2222 157 52102

3-terminal snap-in:
 Ordering code: MAL2 157 72102 E3
 Former 12NC: 2222 157 72102



ELECTRICAL DATA AND ORDERING INFORMATION										
U _R (V)	C _R 100 Hz (μF)	NOMINAL CASE SIZE Ø D x L (mm)	I _R 120 Hz 85 °C (A)	I _{L5} 5 min (mA)	TYP. ESR 100 Hz ⁽¹⁾ (mΩ)	MAX. ESR 100 Hz ⁽¹⁾ (mΩ)	TYP. Z 10 kHz (mΩ)	MAX. Z 10 kHz (mΩ)	ORDERING CODE MAL2157.....	
									2-TERM.	3-TERM.
500	47	22 x 25	0.68	0.24	2834	3540	2095	2930	59479E3	79479E3
	68	22 x 30	0.85	0.34	1961	2450	1451	2030	59689E3	79689E3
	68	25 x 25	0.86	0.34	1979	2470	1469	2060	49689E3	29689E3
	100	22 x 35	1.07	0.50	1339	1670	992	1390	59101E3	79101E3
	100	25 x 30	1.08	0.50	1349	1690	1003	1400	49101E3	29101E3
	100	30 x 25	1.13	0.50	1375	1720	1030	1440	39101E3	19101E3
	120	22 x 40	1.24	0.60	1117	1400	828	1160	59121E3	79121E3
	120	25 x 35	1.23	0.60	1122	1400	833	1170	49121E3	29121E3
	150	25 x 40	1.43	0.75	901	1130	670	940	59151E3	79151E3
	150	30 x 30	1.42	0.75	922	1150	693	970	49151E3	29151E3
	180	25 x 45	1.65	0.90	752	940	560	780	59181E3	79181E3
	180	30 x 35	1.61	0.90	765	960	573	800	49181E3	29181E3
	220	30 x 40	1.84	1.10	629	790	472	660	59221E3	79221E3
	220	35 x 30	1.83	1.10	660	830	505	710	49221E3	29221E3
	270	30 x 45	2.11	1.35	515	640	387	540	59271E3	79271E3
	270	35 x 35	2.09	1.35	534	670	408	570	49271E3	29271E3
	330	30 x 50	2.40	1.65	426	530	322	450	59331E3	79331E3
	330	35 x 40	2.36	1.65	441	550	337	470	49331E3	29331E3
	390	35 x 45	2.63	1.95	374	470	286	400	59391E3	79391E3
	470	35 x 50	2.92	2.35	316	400	244	340	59471E3	79471E3
560	35 x 60	3.40	2.80	262	330	201	280	59561E3	79561E3	

Note

⁽¹⁾ ESR at 120 Hz is approximately 0.95 x ESR 100 Hz

ADDITIONAL ELECTRICAL DATA		
PARAMETER	CONDITIONS	VALUE
Voltage		
Surge voltage	≥ 400 V versions	U _s = 1.1 x U _R
	≤ 250 V versions	U _s = 1.15 x U _R
Reverse voltage		≤ 1 V
Current		
Leakage current	After 5 min at U _R	I _{L5} ≤ 0.01 C _R x U _R
Inductance		
Equivalent series inductance (ESL)	All case sizes	Typ. 19 nH
		Max. 25 nH



RIPPLE CURRENT AND USEFUL LIFE

MGA453

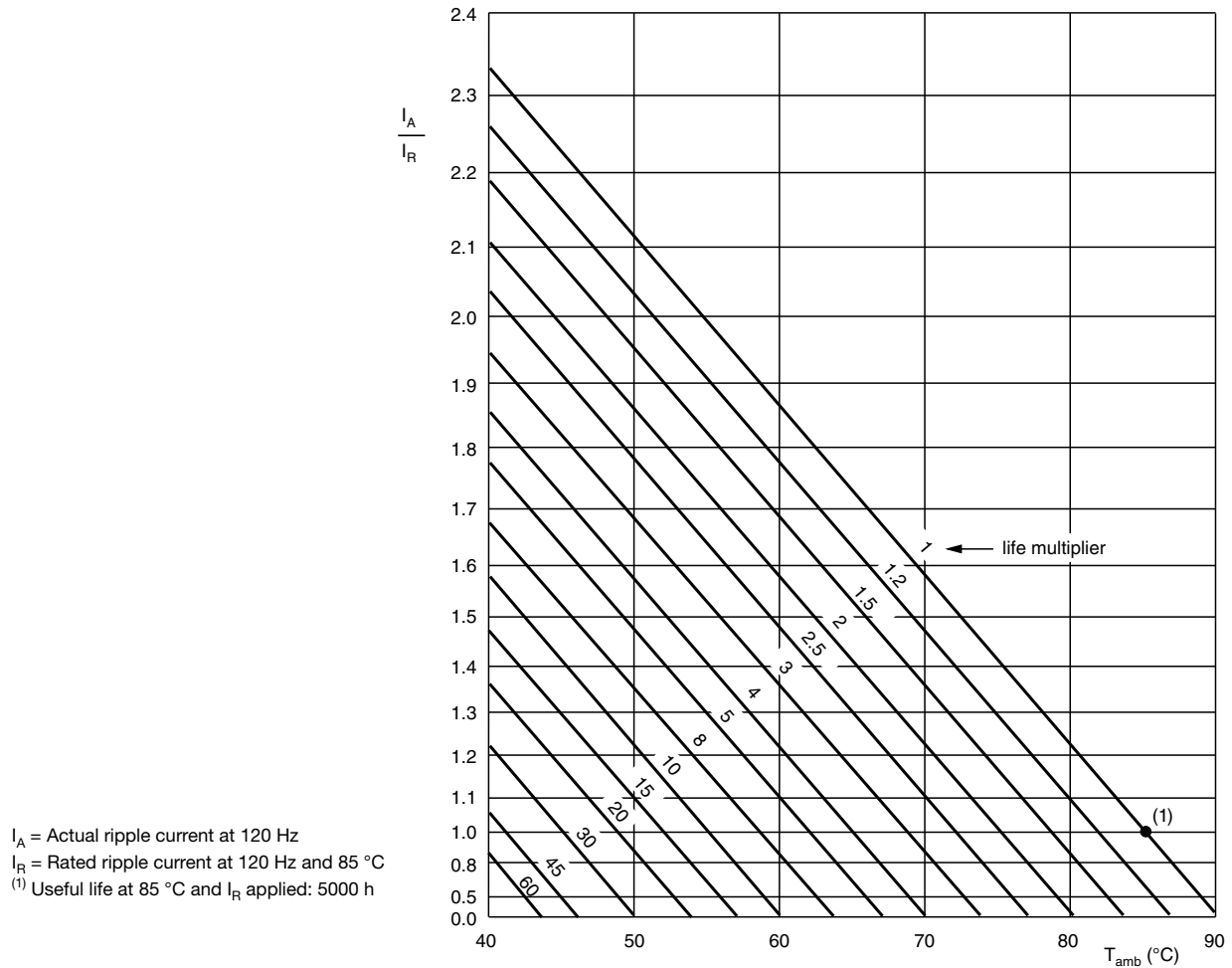


Fig. 6 - Multiplier of useful life as a function of ambient temperature and ripple current load

Table 3

MULTIPLIER OF RIPPLE CURRENT (I_R) AS A FUNCTION OF FREQUENCY	
FREQUENCY (Hz)	I_R MULTIPLIER
50	0.90
100	0.95
120	1.00
200	1.15
1000	1.30
≥ 10 000	1.40



Table 4

TEST PROCEDURES AND REQUIREMENTS			
TEST		PROCEDURE (quick reference)	REQUIREMENTS
NAME OF TEST	REFERENCE		
Endurance	IEC 60384-4/ EN130300 subclause 4.13	$T_{amb} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$; U_R applied; 3000 h	$\Delta C/C: \pm 10\%$ $ESR \leq 2 \times \text{spec. limit}$ $I_{L5} \leq \text{spec. limit}$
Load life		$T_{amb} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$; U_R and I_R applied; 3000 h	$\Delta C/C: \pm 20\%$ $ESR \leq 2 \times \text{spec. limit}$ $I_{L5} \leq \text{spec. limit}$
Useful life	CECC 30301 subclause 1.8.1	$T_{amb} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$; U_R and I_R applied; 5000 h	$\Delta C/C: \pm 30\%$ $ESR \leq 3 \times \text{spec. limit}$ $I_{L5} \leq \text{spec. limit}$ no short or open circuit, no visible damage total failure percentage: $\leq 3\%$
Shelf life (storage at high temperature)	IEC 60384-4/ EN130300 subclause 4.17	$T_{amb} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$; no voltage applied; 1000 h After test: U_R to be applied for 30 min, 24 h to 48 h before measurement	$\Delta C/C: \pm 15\%$ $ESR \leq 1.5 \times \text{spec. limit}$ $I_{L5} \leq 1 \times \text{spec. limit}$



Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and/or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

Material Category Policy

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as RoHS-Compliant fulfill the definitions and restrictions defined under Directive 2011/65/EU of The European Parliament and of the Council of June 8, 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (EEE) - recast, unless otherwise specified as non-compliant.

Please note that some Vishay documentation may still make reference to RoHS Directive 2002/95/EC. We confirm that all the products identified as being compliant to Directive 2002/95/EC conform to Directive 2011/65/EU.

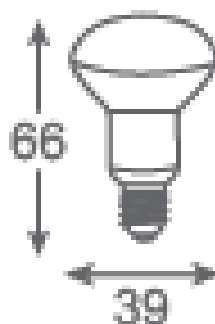
Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as Halogen-Free follow Halogen-Free requirements as per JEDEC JS709A standards. Please note that some Vishay documentation may still make reference to the IEC 61249-2-21 definition. We confirm that all the products identified as being compliant to IEC 61249-2-21 conform to JEDEC JS709A standards.

Bombilla LED 3w

Code : 180687 / Reference : LE 2705 WW
E14 R39 LED 230V 3W 830 220lm



R39



TECHNICAL DATAS	
Type	R39 Multi-led
Base	E14
Voltage (V)	230V
Power (W)	3W
Color Temperature (°K)	3000°K
Lumens (lm)	220lm
Angle (°)	120°
Diameter (mm)	39mm
Length (mm)	66mm
Energy Class	A++

Resistencias

R1.2 y R2.2 (33Ω)

Datasheet

RS50 Aluminium Housed Resistors



Product details:

Manufactured in line with the requirements of MIL 18546 and IEC 115, designed for direct heatsink mounting with thermal compound to achieve maximum performance

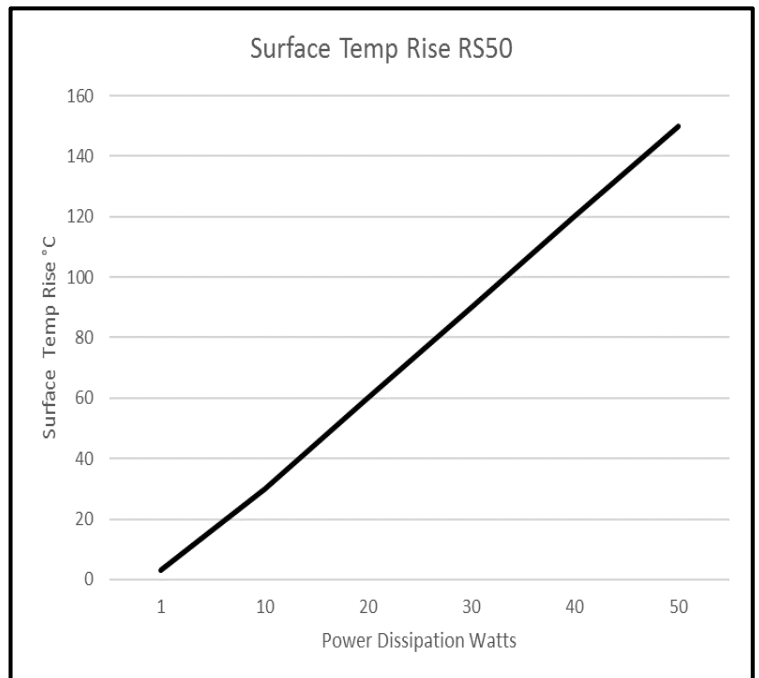
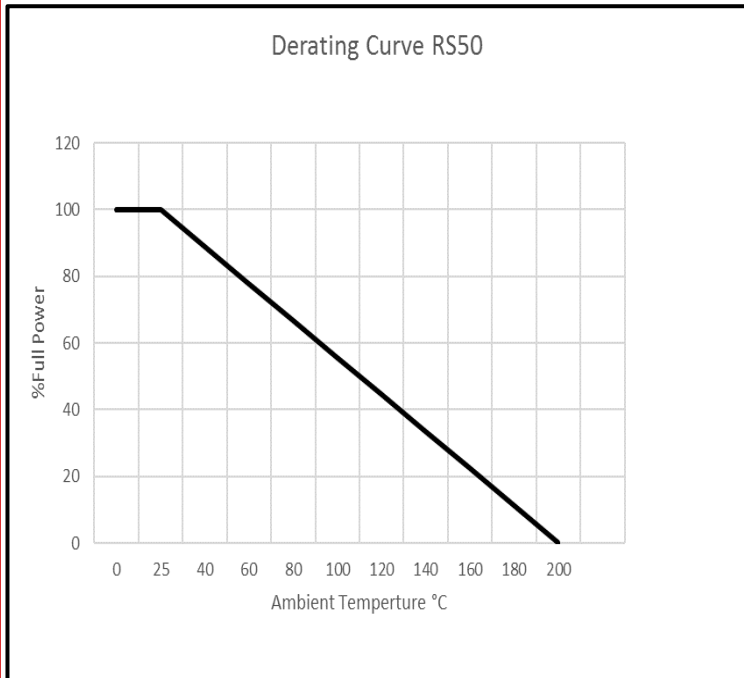
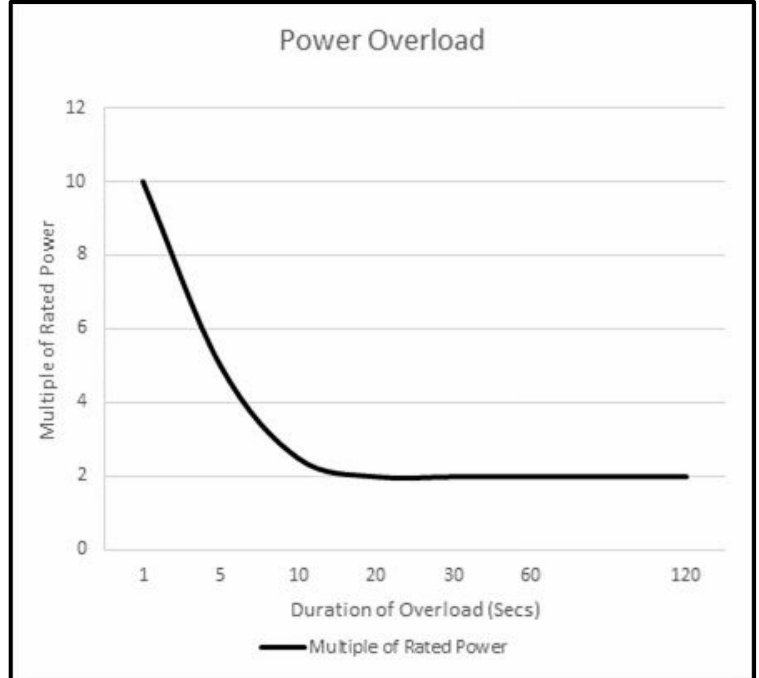
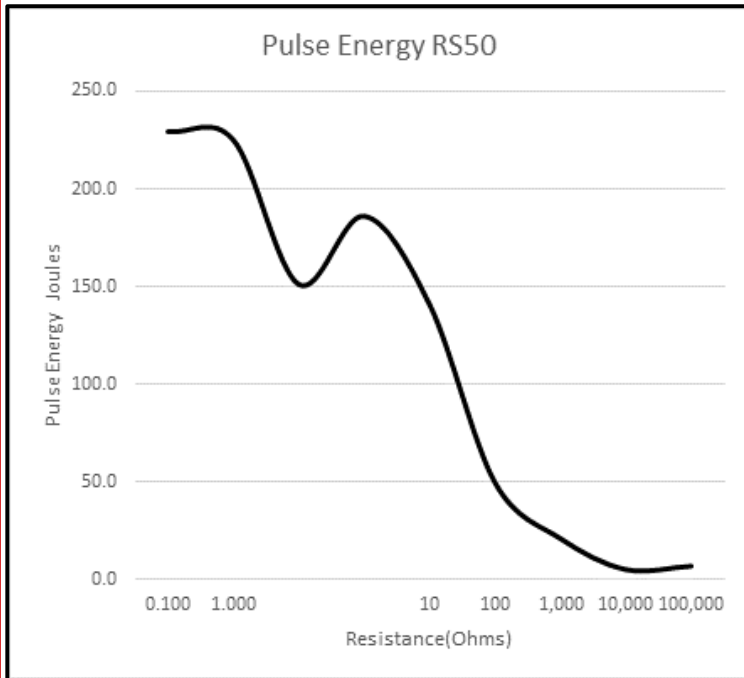
- High Power to volume
- Wound to maximise High Pulse Capability
- Values from R005 to 100K
- Custom designs welcome
- RoHS Compliant

Heat dissipation:

Whilst the use of proprietary heat sinks with lower thermal resistances is acceptable, uprating is not recommended. For maximum heat transfer it is recommended that a heat sink compound be applied between the resistor base and heat sink chassis mounting surface. It is essential that the maximum hot spot temperature of 200°C is not exceeded, therefore, the resistor must be mounted on a heat sink of correct thermal resistance for the power being dissipated.



Temp. Rise & Power Dissipation

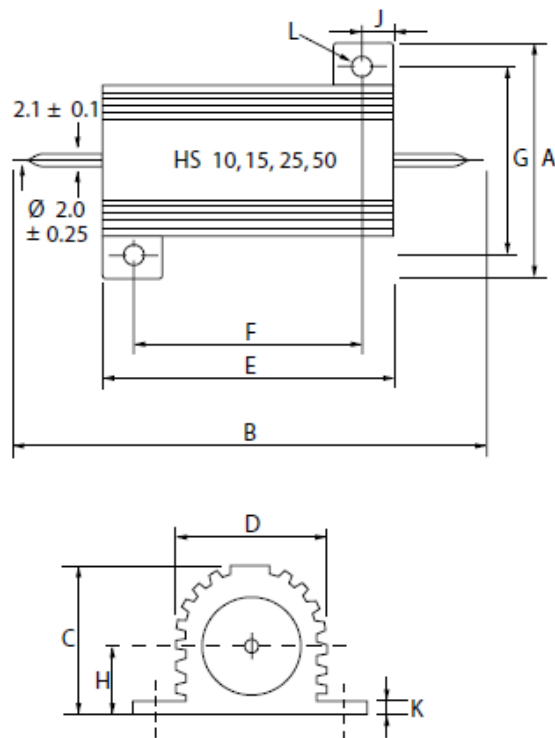




Specifications:

Style MIL-R 18546	RE 75
Power rating on std. heatsink @25°C	50
Watts with no heatsink @25°C	14
Resistance range	R01-86K
Limiting element voltage	1250
Voltage proof AC Peak	3500
Voltage proof AC rms.	2500
Approx weight gms	32
Typical surface rise 56 mount	3.0
Standard heatsink	535cm ²
	1mm

RS10-RS300 Standard:



Dimensions (mm):

Size	A Max	B Max	C Max	D Max	E Max	F ± 0.3	G ± 0.3	H Max	J Max	K Max	L ± 0.25
5650	28.0	72.5	14.8	14.2	49.1	39.7	21.4	8.4	5.2	2.6	3.2

R2.4 (10 Ω)

Datasheet

RS Pro RS Series Axial Carbon Resistor 10Ω ±5% 2W -500

→ +350ppm/°C

RS Stock No: 707-8782



Product Details

RS Pro axial carbon resistor with ±5% tolerance, provides 10 Ω resistance and is power rated at 2 W. The temperature coefficient of resistance is in the range -500 to +350 ppm/°C. Carbon film axial leaded resistor offers excellent long-term stability. It features standard solder-plated copper leads. Applications include automotive, telecommunication and medical equipment. A comprehensive range of high stability carbon film resistors are qualified and tested to the requirements of IEC 115 and IEC 115-2. The ruggedized welded cap and lead method of manufacture provides a considerable strength and resistance to damage. The coating materials and the colour bands are epoxy resin and are highly resistant to solvents, abrasion and chipping. Improvements in materials and processing have allowed the rated power to be improved. Excellent stability against changes in load conditions or moisture levels, with a low noise level and high reliability make these carbon film resistors suitable for a wide range of applications. Rated at 70°C in free air mounted horizontally.

Features and Benefits

- Available in resistances from 1 Ω to 9.1 mΩ
- Resistor body: 2.3 mm diameter, 6.3 mm length
- Long-term stability
- Solder plated copper leads

**Specifications:**

Case Style	Ceramic
Diameter	4.5 mm
Dimensions	4.5 (dia.) x 11.5 mm
Lead Diameter	0.78 mm
Length	11.5 mm
Maximum Operating Temperature	+155°C
Maximum Temperature Coefficient	+350 ppm/°C
Minimum Operating Temperature	-55°C
Minimum Temperature Coefficient	-500 ppm/°C
Power Rating	2 W
Resistance	10 Ω
Technology	Carbon Film
Temperature Coefficient	-500 to +350 ppm/°C
Termination Style	Axial
Tolerance	±5%
Maximum Overload Voltage	1000 V
Lead Length	35 mm
Maximum Operating Voltage	500 V

Carbon Film Leaded Resistor - RS Series



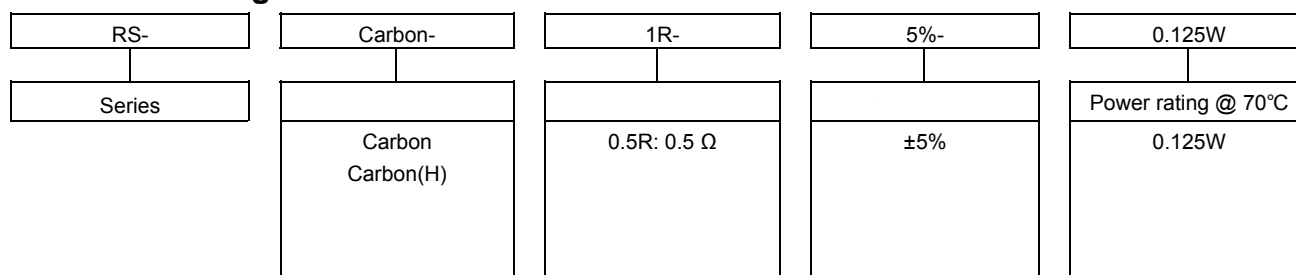
①	Ceramic Rod	④	Non-flame Paint With Sol Vent-proof
②	Tinned Iron Caps	⑤	Colour Code
③	Carbon Film	⑥	Lead Wire

■Dimensions

Unit: mm

Type	L	D	H	d	Weight (g) (1000pcs)
Carbon 0.125W	3.3+0.4/-0.2	1.8±0.3	29.3±2.0	0.452.3±0.03	92
Carbon 0.25W	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 0.5W (H)	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 1W (H)	9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.65±0.03	352
Carbon 2W (H)	11.5±1.0	4.5±0.5	35±2.0	0.78±0.03	775

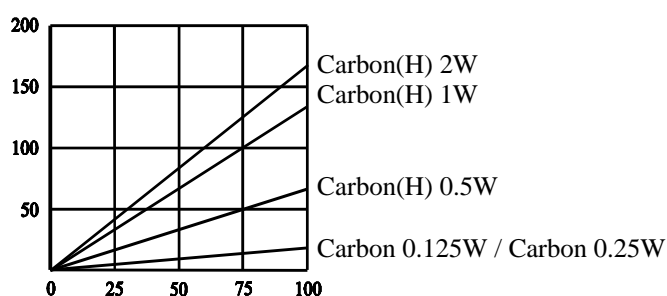
■Part Numbering



Derating Curve



Hop-Spot Temperature



Environmental Characteristics

Item	Requirement	Test Method
Short Time Overload	$\pm(0.75\%+0.05\Omega)$	JIS-C-5201-1 5.5 RCWV*2.5 or Max. overload voltage for 5 seconds
Insulation Resistance	> 1000M Ω	JIS-C-5201-1 5.6 Apply 100V _{DC} for 1 minute
Endurance	$\pm(3\%+0.05\Omega)$	JIS-C-5201-1 7.10 70 \pm 2°C, Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Damp Heat with Load	<input type="checkbox"/> 100K Ω \pm 3% <input type="checkbox"/> 100K Ω \pm 5%	JIS-C-5201-1 7.9 40 \pm 2°C, 90~95% R.H. Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Solderability	90% min. Coverage	JIS-C-5201-1 6.5 245 \pm 5°C for 3 seconds
Dielectric Withstanding Voltage	By Type	JIS-C-5201-1 5.7 Apply Max. Overload Voltage for 1 minute
Temperature Coefficient	< 100K Ω +350ppm~-500ppm 100K Ω ~1M Ω -0ppm~-700ppm > 1 M Ω -0ppm~-1500ppm	Resistance value at room temperature and room Temperature+100°C
Pulse Overload	$\pm(1\%+0.05\Omega)$	JIS-C-5201-1 5.8 4 times RCWV for 10000 cycles with 1 second "ON" and 25 seconds "OFF"
Resistance To Solvent	No deterioration of coatings and markings	JIS-C-5201-1 6.9 Trichroethane for 1 min. with ultrasonic
Terminal Strength	Tensile: <input type="checkbox"/> 2.5 kg	Direct Load for 10 seconds In the direction off the terminal leads

- **Rated Continuous Working Voltage(RCWV) = $\sqrt{P \cdot R}$**
- **Storage Temperature: 25 \pm 3°C; Humidity < 80%RH**

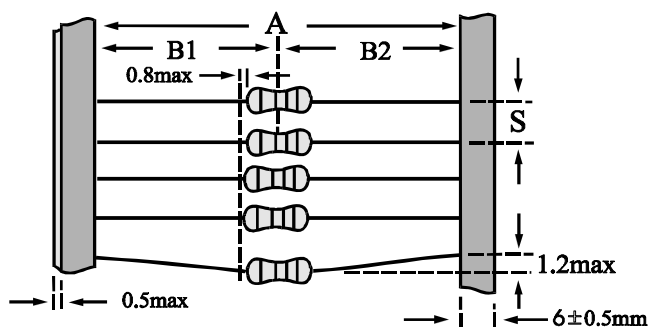
■ **Electrical Specifications**

Item Type	Power Rating at 70°C	Operating Temp. Range	Max. Working Voltage	Max. Overload Voltage	Dielectric Withstanding Voltage	Resistance Range
						±5%
Carbon	0.125W	-55 ~ +155°C	150V	300V	300V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon	0.25W		250V	500V	500V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	0.5W		300V	500V	500V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon(H)	1W		400V	800V	800V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	2W		500V	1000V	1000V	0.1Ω - 10MΩ

■ **Taping/Packing Specifications**

Packing Methods (Ammo)

Unit: mm



Packaging Type	Packing Methods		
	A	B1-B2	S
Carbon 0.125W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.25W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.5W (H)	52+1/-0	1.2	5
Carbon 1W (H)	52+1/-0	1.5	5
Carbon 2W (H)	52+1/-0	1.5	10

Ammo Packing



Unit: mm

Packaging Type	Packing Methods			Ammo Packing			
	A	B1-B2	S	A	B	C	Qty
Carbon 0.125W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.25W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.5W (H)	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 1W (H)	73+1/-0	1.5	5	103	82	265	1,000
Carbon 2W (H)	73+1/-0	1.5	10	103	96	265	1,000

■ Marking & Resistance Tolerance



±5%	E-24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Color	Digit	Multiplier	Tolerance	
-	-	-	-	-
-	-	10 ⁻²	-	-
-	-	10 ⁻¹	±5.0%	J
0	0	10 ⁰	-	-
1	1	10 ¹	-	-
2	2	10 ²	-	-
3	3	10 ³	-	-
4	4	10 ⁴	-	-
5	5	10 ⁵	-	-
6	6	10 ⁶	-	-
7	7	10 ⁷	-	-
8	8	10 ⁸	-	-
9	9	10 ⁹	-	-

R2.5 (1.8Ω) y R2.6(1.5Ω)

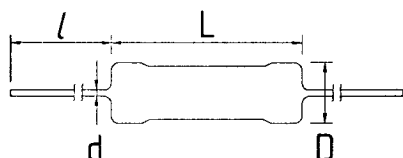
214-0734 = ROX1S 1R0 5%
214-0740 = ROX1S 1R2 5%
214-0756 = ROX1S 1R5 5%
214-0762 = ROX1S 1R8 5%
214-0778 = ROX1S 2R2 5%
214-0784 = ROX1S 2R7 5%
214-0807 = ROX1S 3R3 5%
214-0813 = ROX1S 3R9 5%
214-0829 = ROX1S 4R7 5%
214-0835 = ROX1S 5R6 5%
214-0841 = ROX1S 6R8 5%
214-0863 = ROX1S 8R2 5%
214-0879 = ROX1S 10R 5%
214-0885 = ROX1S 12R 5%
214-0891 = ROX1S 15R 5%
214-0908 = ROX1S 18R 5%
214-0920 = ROX1S 22R 5%
214-0936 = ROX1S 27R 5%
214-0942 = ROX1S 33R 5%
214-0958 = ROX1S 39R 5%
214-0964 = ROX1SJ47R
214-0970 = ROX1SJ56R
214-0986 = ROX1SJ68R
214-0992 = ROX1SJ82R
214-1002 = ROX1SJ100R
214-1018 = ROX1SJ120R
214-1024 = ROX1SJ150R
214-1030 = ROX1SJ180R
214-1046 = ROX1SJ220R
214-1052 = ROX1SJ270R
214-1068 = ROX1SJ330R
214-1074 = ROX1SJ390R
214-1096 = ROX1SJ470R
214-1103 = ROX1SJ560R
214-1119 = ROX1SJ680R
214-1125 = ROX1SJ820R
214-1131 = ROX1SJ1K0
214-1153 = ROX1SJ1K2
214-1169 = ROX1SJ1K5
214-1175 = ROX1SJ1K8
214-1181 = ROX1SJ2K2
214-1197 = ROX1SJ2K7
214-1210 = ROX1SJ3K3
214-1226 = ROX1SJ3K9
214-1232 = ROX1SJ4K7
214-1248 = ROX1SJ5K6
214-1254 = ROX1SJ6K8
214-1260 = ROX1SJ8K2
214-1276 = ROX1SJ10K
214-1282 = ROX1SJ12K
214-1298 = ROX1SJ15K
214-1305 = ROX1SJ18K
214-1311 = ROX1SJ22K
214-1327 = ROX1SJ27K
214-1333 = ROX1SJ33K
214-1349 = ROX1SJ39K
214-1355 = ROX1SJ47K
214-1377 = ROX1SJ56K
214-1383 = ROX1SJ68K
214-1399 = ROX1SJ82K
214-1406 = ROX1SJ100K
214-1412 = ROX1SJ120K
214-1434 = ROX1SJ150K
214-1440 = ROX1SJ180K
214-1456 = ROX1SJ220K
214-1462 = ROX1SJ270K
214-1478 = ROX1SJ330K
214-1484 = ROX1SJ390K
214-1490 = ROX1SJ470K
214-1507 = ROX1SJ560K
214-1513 = ROX1SJ680K
214-1529 = ROX1SJ820K
214-1535 = ROX1SJ1M0
214-1541 = ROX2SJ1R0
214-1557 = ROX2SJ1R2
214-1563 = ROX2SJ1R5
214-1579 = ROX2SJ1R8
214-1591 = ROX2SJ2R2
214-1608 = ROX2SJ2R7
214-1614 = ROX2SJ3R3
214-1620 = ROX2SJ3R9
214-1636 = ROX2SJ4R7
214-1658 = ROX2SJ5R6
214-1664 = ROX2SJ6R8
214-1670 = ROX2SJ8R2
214-1686 = ROX2SJ10R
214-1692 = ROX2SJ12R
214-1715 = ROX2SJ15R
214-1721 = ROX2SJ18R
214-1737 = ROX2SJ22R
214-1743 = ROX2SJ27R
214-1759 = ROX2SJ33R
214-1765 = ROX2SJ39R
214-1771 = ROX2SJ47R
214-1787 = ROX2SJ56R
214-1793 = ROX2SJ68R
214-1800 = ROX2SJ82R
214-1816 = ROX2SJ100R
214-1822 = ROX2SJ120R
214-1838 = ROX2SJ150R
214-1844 = ROX2SJ180R
214-1850 = ROX2SJ220R
214-1872 = ROX2SJ270R
214-1888 = ROX2SJ330R
214-1894 = ROX2SJ390R
214-1901 = ROX2SJ470R
214-1917 = ROX2SJ560R
214-1939 = ROX2SJ680R
214-1945 = ROX2SJ820R
214-1951 = ROX2SJ1K0
214-1967 = ROX2SJ1K2
214-1973 = ROX2SJ1K5
214-1989 = ROX2SJ1K8
214-1995 = ROX2SJ2K2
214-2005 = ROX2SJ2K7
214-2011 = ROX2SJ3K3
214-2027 = ROX2SJ3K9
214-2033 = ROX2SJ4K7
214-2049 = ROX2SJ5K6
214-2055 = ROX2SJ6K8
214-2061 = ROX2SJ8K2
214-2077 = ROX2SJ10K
214-2083 = ROX2SJ12K
214-2106 = ROX2SJ15K
214-2112 = ROX2SJ18K
214-2128 = ROX2SJ22K
214-2134 = ROX2SJ27K
214-2140 = ROX2SJ33K
214-2162 = ROX2SJ39K
214-2178 = ROX2SJ47K
214-2184 = ROX2SJ56K
214-2190 = ROX2SJ68K
214-2207 = ROX2SJ82K
214-2229 = ROX2SJ100K
214-2235 = ROX2SJ120K
214-2241 = ROX2SJ150K
214-2257 = ROX2SJ180K
214-2263 = ROX2SJ220K
214-2279 = ROX2SJ270K
214-2285 = ROX2SJ330K
214-2291 = ROX2SJ390K
214-2308 = ROX2SJ470K
214-2314 = ROX2SJ560K
214-2320 = ROX2SJ680K
214-2336 = ROX2SJ820K
214-2342 = ROX2SJ1M0
214-2768 = ROX2SJ1K0
214-2358 = ROX3SJ1R0
214-2364 = ROX3SJ1R2
214-2386 = ROX3SJ1R5
214-2392 = ROX3SJ1R8
214-2409 = ROX3SJ2R2
214-2415 = ROX3SJ2R7
214-2421 = ROX3SJ3R3
214-2443 = ROX3SJ3R9
214-2459 = ROX3SJ4R7
214-2465 = ROX3SJ5R6
214-2471 = ROX3SJ6R8
214-2487 = ROX3SJ8R2
214-2493 = ROX3SJ10R
214-2500 = ROX3SJ12R
214-2516 = ROX3SJ15R
214-2522 = ROX3SJ18R
214-2538 = ROX3SJ22R
214-2544 = ROX3SJ27R
214-2550 = ROX3SJ33R
214-2566 = ROX3SJ39R
214-2572 = ROX3SJ47R
214-2588 = ROX3SJ56R
214-2601 = ROX3SJ68R
214-2617 = ROX3SJ82R
214-2623 = ROX3SJ100R
214-2639 = ROX3SJ120R
214-2645 = ROX3SJ150R
214-2667 = ROX3SJ180R
214-2673 = ROX3SJ220R
214-2689 = ROX3SJ270R
214-2695 = ROX3SJ330R
214-2702 = ROX3SJ390R
214-2724 = ROX3SJ470R
214-2730 = ROX3SJ560R
214-2746 = ROX3SJ680R
214-2752 = ROX3SJ820R
214-2774 = ROX3SJ1K2
214-2780 = ROX3SJ1K5
214-2796 = ROX3SJ1K8
214-2803 = ROX3SJ2K2
214-2819 = ROX3SJ2K7
214-2825 = ROX3SJ3K3
214-2831 = ROX3SJ3K9
214-2847 = ROX3SJ4K7
214-2853 = ROX3SJ5K6
214-2869 = ROX3SJ6K8
214-2881 = ROX3SJ8K2
214-2897 = ROX3SJ10K
214-2904 = ROX3SJ12K
214-2910 = ROX3SJ15K
214-2926 = ROX3SJ18K
214-2948 = ROX3SJ22K
214-2954 = ROX3SJ27K
214-2960 = ROX3SJ33K
214-2976 = ROX3SJ39K
214-2982 = ROX3SJ47K
214-2998 = ROX3SJ56K
214-3014 = ROX3SJ68K
214-3020 = ROX3SJ82K
214-3036 = ROX3SJ100K
214-3042 = ROX3SJ120K
214-3058 = ROX3SJ150K
214-3064 = ROX3SJ180K
214-3070 = ROX3SJ220K
214-3086 = ROX3SJ270K
214-3092 = ROX3SJ330K
214-3109 = ROX3SJ390K
214-3115 = ROX3SJ470K
214-3121 = ROX3SJ560K
214-3137 = ROX3SJ680K
214-3143 = ROX3SJ820K
214-3159 = ROX3SJ1M0



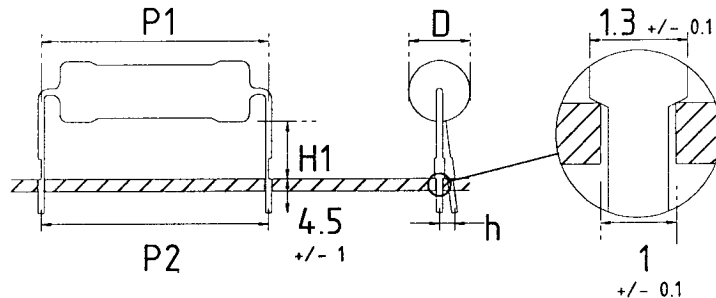
Series **ROX**

FLAME PROOF POWER METAL OXIDE FILM RESISTORS

OUTLINE DIAGRAM



Dimension 'l' refers to loose packaged product only.



DIMENSIONS

Standard Range Leaded

Style	L ± 1	D ± 0.5	d nom	l min
ROX05	9	3 ± 0.5	0.7	25
ROX1	11	4 ± 0.5	0.7	25
ROX2	16	6 ± 1	0.8	35

Standard Range Pre-formed

P1 ± 0.5	P2 ± 2	H1	h max
12.5	12.5	7.5 ± 1.5	2.0
15	15	7.5 ± 1.5	2.0
20	20	7.5 ± 2.0	3.0

"S" Range Leaded

Style	L ± 1	D ± 0.5	d nom	l min
ROX05S	6.5	2.3	0.6	25
ROX1SS	6.5	2.3	0.6	25
ROX1S	9	3	0.7	25
ROX2S	11	4	0.8	25
ROX3S	15	5.5	0.8	35
ROX5S	25 ± 2	8.5 ± 1	0.8	35

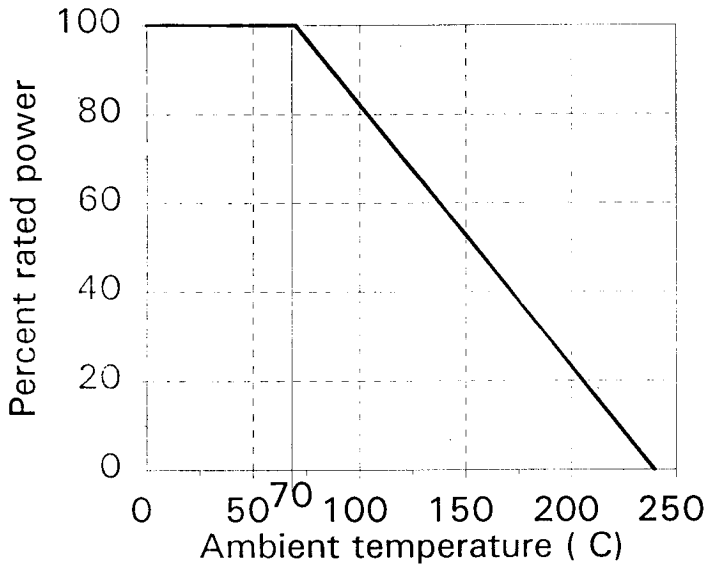
"S" Range Pre-formed

P1 ± 0.5	P2 ± 2	H1	h max
10	10	7.5 ± 1.5	2.0
10	10	7.5 ± 1.5	2.0
12.5	12.5	7.5 ± 0.5	2.0
15	15	7.5 ± 1.5	2.9
20	20	7.5 ± 2.0	3.0
30	30	7.5 ± 2.0	3.0

RATINGS AND CHARACTERISTICS

	Units	ROX05	ROX1	ROX2	ROX05S	ROX1SS	ROX1S	ROX2S	ROX3S	ROX5S
Rated power @ 70 °C	Watts	0.5	1	2	0.5	1	1	2	3	5
Resistance range	ohms	0.1 - 75k	0.1 - 100	0.1 - 120	0.1 - 22k	1 - 200R	0.1 - 68k	0.1 - 68k	0.1 - 100	0.1 - 100
Tolerance	%	2% 5%								
Selection Series		E24								
Limiting Element Voltage	Volts	250	350	350	250	350	350	350	350	500
Maximum Overload voltage	Volts	400	600	600	400	400	600	600	600	800
Max Intermittent overload voltage	Volts	500	750	750	500	500	750	750	750	1500
Temperature coefficient	ppm/°C	± 300								
Operating Temperature Range	°C	-55 to +235								
Climatic category		55/235/56								
Dielectric strength	Volts	250	350	350	250	350	350	350	350	500
Insulation resistance	M ohms	1,000 Mohms								

DERATING CURVE
ROX05 - ROX5S



TECHNOLOGY AND SUGGESTED APPLICATIONS

The resistive element comprises a metal oxide film deposited on a ceramic former. The element is protected by a flameproof coating which will withstand overload conditions without flame or mechanical damage. They are recommended for use in applications such as line protection etc..

MOUNTING

The resistors are suitable for processing on automatic insertion equipment and cutting and bending machines.

MARKING

The resistors are marked with a four band colour code in accordance with IEC 62.

ORDERING INFORMATION

Orders for these components should include the following information :-

Type, tolerance and value
e.g. ROX3S 5% 1k0

For preformed components add suffix "BL"
e.g. ROX3S 5% 1k0 BL

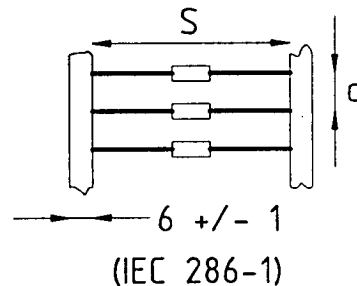
PERFORMANCE CHARACTERISTICS

The evaluation of the performance characteristics is carried out with reference to IECQ Specifications QC 400 000 and QC 400 100

Long term tests ± (5% + 0.1ohm)		Short term tests ± (1% + 0.05ohm)	
Test ref		Test ref	
4.23	Climatic sequence	4.13	Overload
4.24	Damp heat, steady state	4.16	Robustness of terminations
4.25.1	Endurance at 70 °C	4.18	Resistance to soldering heat
4.25.3	Endurance at 200 °C	4.19	Rapid change of temperature
		4.22	Vibration

CROSS REFERENCE & PACKAGING

New style reference	Previous style reference	Quantity per ammo pack	Std. tape spacing * S ± 1	Component spacing c ± 0.5
ROX05	ROX0410	2,000	52	5
ROX1	ROX0512	1,000	52	5
ROX2	ROX0717	1,000	63	10
ROX05S	ROX0410S	2,000	52	5
ROX1SS	N/A	2,000	52	5
ROX1S	ROX0512S	2,000	52	5
ROX2S	ROX0717S	1,000	52	5
ROX3S	ROX0515	1,000	63	10
ROX5S	ROX0942S	500	63	10



* Other tape spacings available on request
Other packaging styles are available on request

DS401/4



Italia House, Pass Street, Oldham,
Gtr. Manchester, OL9 6HZ England.
Telephone: 0161-624 0261 Fax: 0161-624 5109

Croster Electronics Ltd. reserve the right
to change specifications without notice



R2.3 (82 Ω)



ENGLISH

Datasheet

RS Pro RS Series Axial Through Hole Fixed Resistor 82Ω

±5% 0.25W -500 → +350ppm/°C

RS Stock No: **739-7373**



Product Details

RS Pro axial carbon resistor with $\pm 5\%$ tolerance, provides $82\ \Omega$ resistance and is power rated at $0.25\ \text{W}$. The temperature coefficient of resistance is in the range -500 to $+350\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$. Carbon film axial leaded resistor offers excellent long-term stability. It features standard solder-plated copper leads. Applications include automotive, telecommunication and medical equipment. A comprehensive range of high stability carbon film resistors are qualified and tested to the requirements of IEC 115 and IEC 115-2. The ruggedized welded cap and lead method of manufacture provides a considerable strength and resistance to damage. The coating materials and the colour bands are epoxy resin and are highly resistant to solvents, abrasion and chipping. Improvements in materials and processing have allowed the rated power to be improved. Excellent stability against changes in load conditions or moisture levels, with a low noise level and high reliability make these carbon film resistors suitable for a wide range of applications. Rated at 70°C in free air mounted horizontally.

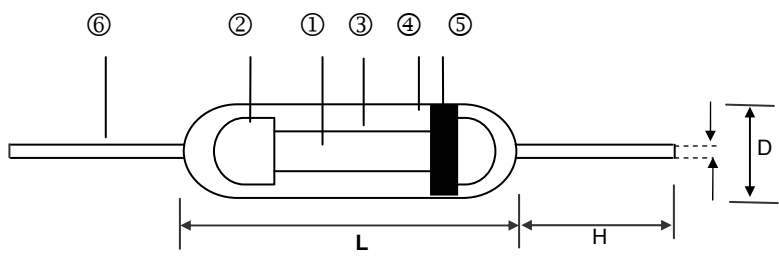
Features and Benefits

- Available in resistances from $1\ \Omega$ to $9.1\ \text{m}\Omega$
- Resistor body: $2.3\ \text{mm}$ diameter, $6.3\ \text{mm}$ length
- Long-term stability
- Solder plated copper leads

Specifications:

Case Style	Ceramic
Diameter	2.3 mm
Dimensions	2.3 (dia.) x 6.3 mm
Lead Diameter	0.55 mm
Length	6.3 mm
Maximum Operating Temperature	+155°C
Maximum Temperature Coefficient	+350 ppm/°C
Minimum Operating Temperature	-55°C
Minimum Temperature Coefficient	-500 ppm/°C
Package/Case	Ammo Pack
Power Rating	0.25 W
Resistance	82 Ω
Technology	Carbon Film
Temperature Coefficient	-500 to +350 ppm/°C
Termination Style	Axial
Tolerance	±5%
Maximum Operating Voltage	250 V
Lead Length	28 mm
Maximum Overload Voltage	500 V

Carbon Film Leaded Resistor - RS Series



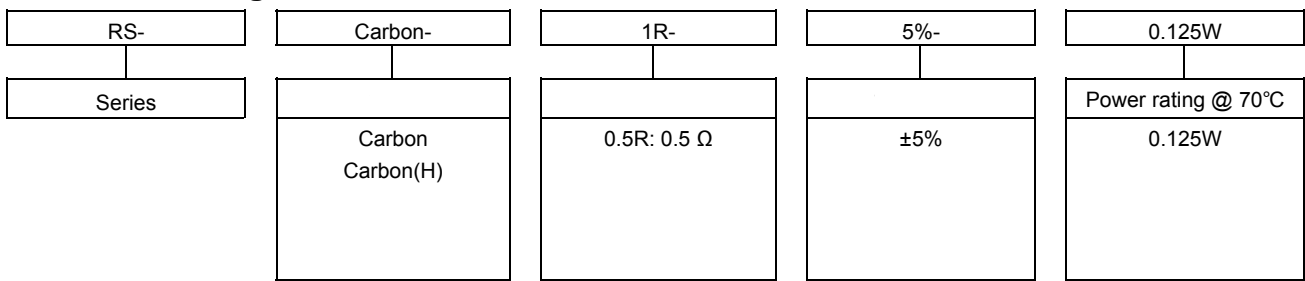
①	Ceramic Rod	④	Non-flame Paint With Sol Vent-proof
②	Tinned Iron Caps	⑤	Colour Code
③	Carbon Film	⑥	Lead Wire

■Dimensions

Unit: mm

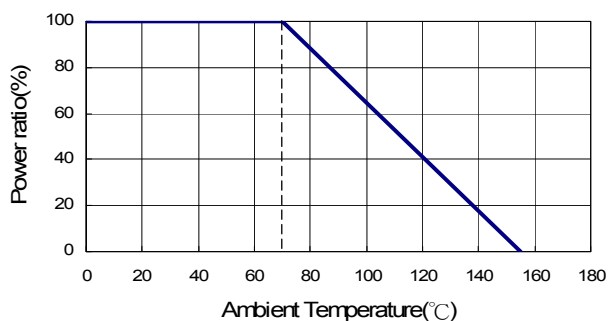
Type	L	D	H	d	Weight (g) (1000pcs)
Carbon 0.125W	3.3+0.4/-0.2	1.8±0.3	29.3±2.0	0.452.3±0.03	92
Carbon 0.25W	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 0.5W (H)	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 1W (H)	9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.65±0.03	352
Carbon 2W (H)	11.5±1.0	4.5±0.5	35±2.0	0.78±0.03	775

■Part Numbering

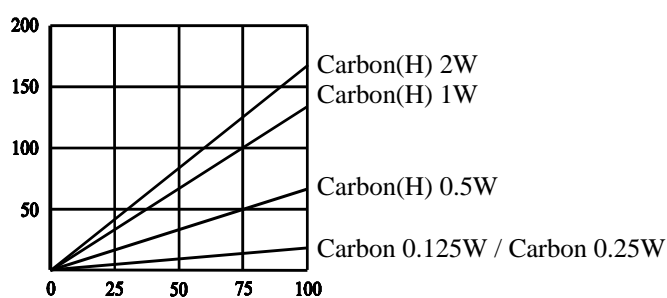




Derating Curve



Hop-Spot Temperature



Environmental Characteristics

Item	Requirement	Test Method
Short Time Overload	±(0.75%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 5.5 RCWV*2.5 or Max. overload voltage for 5 seconds
Insulation Resistance	> 1000MΩ	JIS-C-5201-1 5.6 Apply 100V _{DC} for 1 minute
Endurance	±(3%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 7.10 70±2°C, Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Damp Heat with Load	□ 100KΩ±3% □ 100KΩ±5%	JIS-C-5201-1 7.9 40±2°C, 90~95% R.H. Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Solderability	90% min. Coverage	JIS-C-5201-1 6.5 245±5°C for 3 seconds
Dielectric Withstanding Voltage	By Type	JIS-C-5201-1 5.7 Apply Max. Overload Voltage for 1 minute
Temperature Coefficient	< 100KΩ +350ppm~-500ppm 100KΩ~1MΩ -0ppm~-700ppm > 1 MΩ -0ppm~-1500ppm	Resistance value at room temperature and room Temperature+100°C
Pulse Overload	±(1%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 5.8 4 times RCWV for 10000 cycles with 1 second "ON" and 25 seconds "OFF"
Resistance To Solvent	No deterioration of coatings and markings	JIS-C-5201-1 6.9 Trichroethane for 1 min. with ultrasonic
Terminal Strength	Tensile: □ 2.5 kg	Direct Load for 10 seconds In the direction off the terminal leads

- Rated Continuous Working Voltage(RCWV) = √P*R
- Storage Temperature: 25±3°C; Humidity < 80%RH

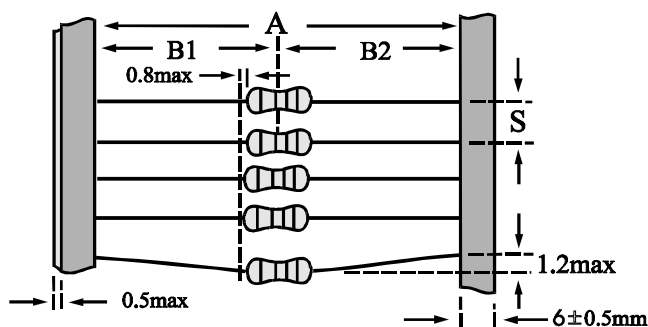
Electrical Specifications

Type \ Item	Power Rating at 70°C	Operating Temp. Range	Max. Working Voltage	Max. Overload Voltage	Dielectric Withstanding Voltage	Resistance Range
						±5%
Carbon	0.125W	-55 ~ +155°C	150V	300V	300V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon	0.25W		250V	500V	500V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	0.5W		300V	500V	500V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon(H)	1W		400V	800V	800V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	2W		500V	1000V	1000V	0.1Ω - 10MΩ

Taping/Packing Specifications

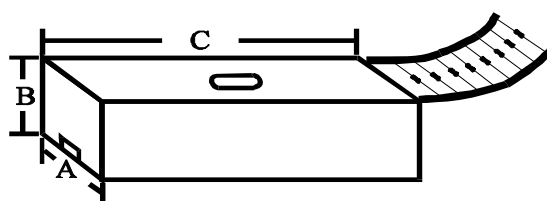
Packing Methods (Ammo)

Unit: mm



Packaging \ Type	Packing Methods		
	A	B1-B2	S
Carbon 0.125W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.25W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.5W (H)	52+1/-0	1.2	5
Carbon 1W (H)	52+1/-0	1.5	5
Carbon 2W (H)	52+1/-0	1.5	10

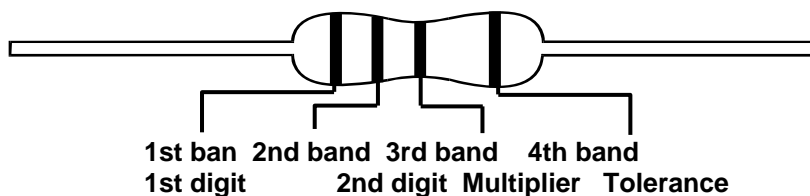
Ammo Packing



Unit: mm

Packaging \ Type	Packing Methods			Ammo Packing			
	A	B1-B2	S	A	B	C	Qty
Carbon 0.125W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.25W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.5W (H)	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 1W (H)	73+1/-0	1.5	5	103	82	265	1,000
Carbon 2W (H)	73+1/-0	1.5	10	103	96	265	1,000

■ Marking & Resistance Tolerance



±5%	E-24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

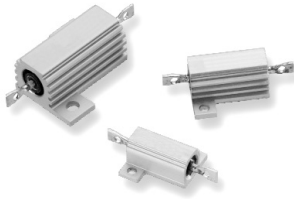
Color	Digit	Multiplier	Tolerance	
-	-	-	-	-
-	-	10^{-2}	-	-
-	-	10^{-1}	±5.0%	J
0	0	10^0	-	-
1	1	10^1	-	-
2	2	10^2	-	-
3	3	10^3	-	-
4	4	10^4	-	-
5	5	10^5	-	-
6	6	10^6	-	-
7	7	10^7	-	-
8	8	10^8	-	-
9	9	10^9	-	-

R3.1 (5.6 k Ω)

Aluminium Housed Power Resistors

Type THS Series

Type THS Series



Tyco are the leading European supplier of standard and custom designed aluminium housed resistors for general-purpose use, power supplies, power generation and the traction industry. The THS is a range of extremely stable, high quality wire wound resistors capable of dissipating high power in a limited space with relatively low surface temperature. The power is rapidly dissipated as heat through the aluminium housing to a specified heatsink. The resistors are made from quality materials for optimum reliability and stability. Tyco can test resistors to conform to relevant international, MIL or customer specifications.

Key Features

- Established product with proven reliability
 - Leading the way with over 50 years of design and manufacturing experience
- 10 Watts to 75 Watts
- Versatile product
 - Bench mark in every industry

Applications

- Braking Resistor
- Balancing Resistor
- Capacitor Charging & Discharging
- Crowbar
- Filter
- Electrical Machinery general use
- Available through Distribution

Characteristics - Electrical THS - 10 Watts to 75 Watts

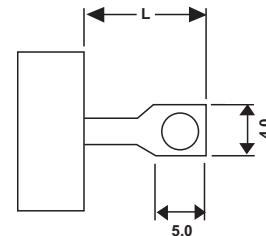
	THS10	THS15	THS25	THS50	THS75
Dissipation @ 25°C with Heatsink (Watts):	10	15	25	50	75
Without Heatsink:	5.5	8	12.5	20	40
Ohmic Value Min (Ohms):	R01	R01	R01	R01	R05
Max:	10K	15K	36K	50K	50K
Max. Working Voltage (DC or ACrms) Volts:	160	265	550	1250	1400
Dielectric Strength (AC Peak) Volts:	1400	1400	2500	2500	5000
Stability (% resistance change, 1000 hours) (%):	1	1	1	1	2
Standard Heatsink - Area (mm²):	41500	41500	53500	53500	99500
Thickness (mm):	1	1	1	1	3
Number of Mounting Holes:	2 hole	2 hole	2 hole	2 hole	4 hole

Characteristics - Electrical

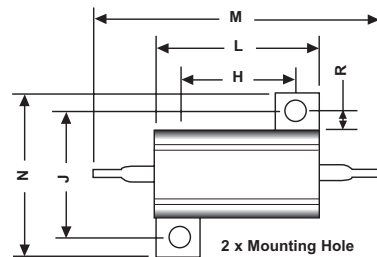
Long Term Stability:	For improvements in long-term stability, resistors must be derated as follows; for 50% of stated ΔR maximum dissipation must not exceed 70% of rating; for 25% of stated ΔR maximum, dissipation must not exceed 50% of rating
Insulation Resistance:	Dry: 10,000M Ω minimum. After moisture test: 1000M Ω minimum.
Heat Dissipation:	Although the use of proprietary heat sinks with lower thermal resistance is acceptable, up rating is not recommended. The use of proprietary heat sink compound to improve thermal conductivity is recommended for optimum performance of all sizes
Specification:	Temperature coefficient below 100R, 50ppm/ $^{\circ}$ C Temperature coefficient above 100R, 30ppm/ $^{\circ}$ C Tolerance, 5% standard

Product Specifications - THS10 - THS75

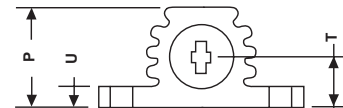
Type	L
THS10, 15	7
THS25, 50	10
THS75	8



Dimensions - THS10 - THS50



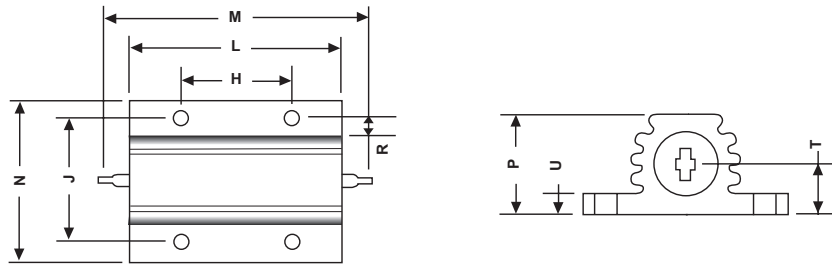
THS10 - 2.4mm THS25 - 3.3mm
THS15 - 2.4mm THS50 - 3.3mm



Type	H \pm 0.3	J \pm 0.3	L Max	M Max	N Max	P Max	R Min	T \pm 0.5	U Max
THS10	11.3	12.4	17.0	30.0	17.0	9.0	1.9	3.4	2.5
THS15	14.3	15.9	21.0	36.5	21.0	11.0	1.9	5.2	3.2
THS25	18.3	19.8	29.0	51.8	28.0	15.0	2.8	7.2	3.2
THS50	39.7	21.4	51.0	72.5	30.0	17.0	2.8	7.9	3.2

Type THS Series

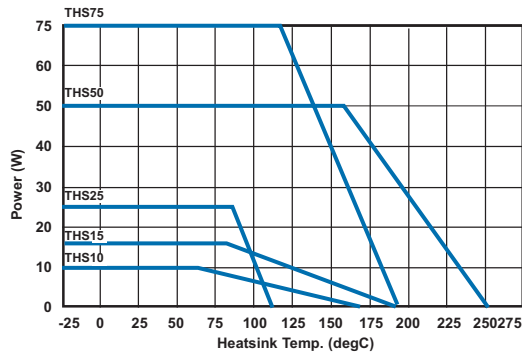
Dimensions - THS75



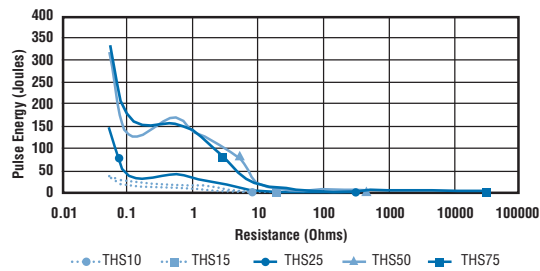
4 x Mounting Hole
HSC75 - 4.4mm

Type	H±0.3	J±0.3	K±0.2	L Max	M Max	N Max	P Max	R Min	T±0.5	U Max
THS75	29.0	37.0	4.4	49.0	71.0	47.5	26.0	5.0	11.5	3.5

Derating Curve THS10 to THS75

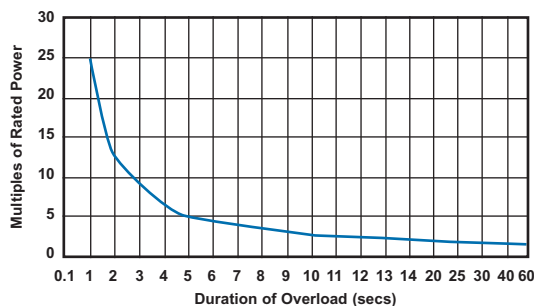


Pulse Energy THS10 to THS75



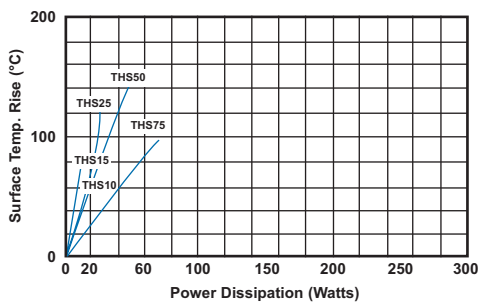
Type THS Series

Power Overload



This graph indicates the amount that the rated power (at 20°C) of the standard HS Series resistor may be increased for overloads of 100mS to 60S

Surface Temperature Rise



For resistor mounted on standard heatsink, related to power dissipation

How to Order

THS	50	680R	J
Common Part	Power Rating	Resistance Value	Tolerance
THS- Standard NTHS - Low Inductance	10 Watt = THS10 15 Watt = THS15 25 Watt = THS25 50 Watt = THS50 75 Watt = THS75	0.1ohm (100 mille ohms) R10 1ohm (1000 mille ohms) 1R0 1K (1000 ohms) 1KO	J - 5%

R4.1 y R5.2 (12 k Ω)

Key Features

High Power with Small Size for Space Saving

Excellent Long Term Stability

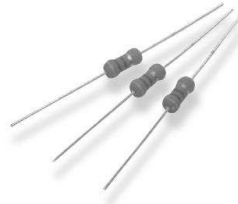
Complete Flameproof Construction

Controlled Temperature Capability

Solvent Resistant Coat and Code

Special Lead Formations Possible

Type ROX Series



The resistive element comprises a metal oxide film deposited on a ceramic former. The element is protected by a flameproof coating which will withstand overload conditions without flame or mechanical damage. They are recommended for use in applications such as line protection etc

Characteristics – Electrical

Type	Rated Power @ 70°C	Max. Working Voltage	Max. Overload Voltage	Dielectric Withstand Voltage	Resistance Range Ω	Operating Temp. Range
Normal Size	ROX025	0.25W	250V	400V	250V	0.3 ~ 50K
	ROX05	0.5W	250V	400V	250V	0.3 ~ 330K
	ROX1	1W	350V	600V	350V	0.1 ~ 470K
	ROX2	2W	350V	600V	350V	0.1 ~ 560K
	ROX3	3W	500V	800V	500V	5.0 ~ 100K
	ROX5	5W	750V	1000V	750V	5.0 ~ 150K
	ROX7	7W	750V	1000V	750V	20 ~ 150K
	ROX8	8W	750V	1000V	750V	30 ~ 200K
	ROX9	9W	750V	1000V	750V	50 ~ 200K
Small Size	ROX05S	0.5W	250V	400V	250V	0.3 ~ 50K
	ROX1S	1W	350V	600V	350V	0.1 ~ 270K
	ROX2S	2W	350V	600V	350V	0.1 ~ 470K
	ROX3S	3W	350V	600V	350V	0.3 ~ 560K
	ROX4S	4W	500V	800V	500V	5.0 ~ 100K
	ROX5SS	5W	500V	800V	500V	5.0 ~ 100K
	ROX5S	5W	500V	800V	500V	5.0 ~ 560K

Resistors shall have a rated direct-current (DC) continuous working voltage or an approximate sine-wave root-mean-square (RMS) alternating-current (AC) continuous working voltage at commercial line frequency and waveform corresponding to the power rating , as determined from the following formula :

$$RCWV = \sqrt{P \times R}$$

Where : RCWV = Rated DC or RMS AC continuous working voltage at commercial-line frequency and waveform (volt)

P = Power Rating (watt)

R = Nominal Resistance (ohm)

Rated Voltage = RCWV or Max. Working Voltage, whichever is smaller



Environmental Characteristics

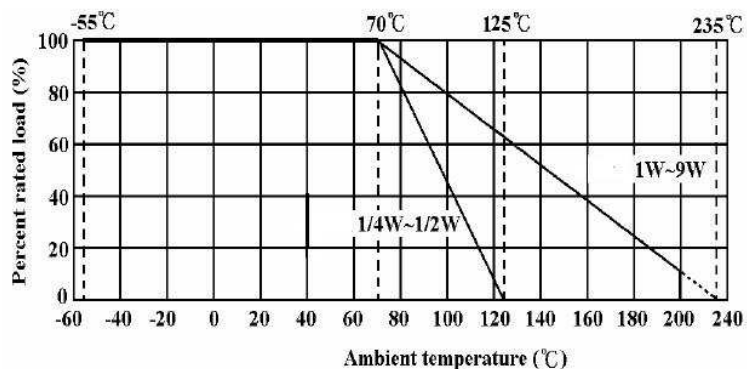
Characteristics	Specification	Test Methods (JIS C 5201-1)	
DC. Resistance	Must be within the specified tolerance	5.1 The limit of error of measuring apparatus shall not exceed allowable range or 5% of resistance tolerance	
Temperature Coefficient	Range Ω	5.2 Natural resistance change per temp. degree centigrade. $\frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)} \times 10^6 \text{ (PPM/}^\circ\text{C)}$ R ₁ : Resistance value at room temperature (t ₁) R ₂ : Resistance value at room temp. plus 100 °C (t ₂)	
	0.1 Ω ~ 12 Ω		± 200
	12.1 Ω ~ 100K		± 350
	101K ~ 1M		-700
	1.1M ~ 10M		-1500
Short time overload	Resistance change rate is Normal Size : $\pm (1\% + 0.05\Omega)$ Max. Small Size : $\pm (2\% + 0.05\Omega)$ Max. with no evidence of mechanical damage	5.5 Permanent resistance change after the application of a potential of 2.5 times RCWV or the max. overload voltage respectively specified in the above list, whichever less for 5 seconds	
Dielectric Withstanding Voltage	No evidence of flashover mechanical damage, arcing or insulation break down	5.7 Resistors shall be clamped in the trough of a 90° metallic V-block and shall be tested at AC potential respectively specified in the electrical characteristics table for 60 + 10/ -0 seconds	
Terminal Strength	No Evidence of mechanical damage	6.1 Direct load: Resistance to a 2.5 kgs direct load for 10 secs. in the direction of the longitudinal axis of the terminal leads Twist test: Terminal leads shall be bent through 90° at point of about 6mm from the body of the resistor and shall be rotated through 360° about the original axis of the bent terminal in alternating direction for a total of 3 rotations.	
Resistance to soldering heat	Resistance change rate is: $\pm (1\% + 0.05\Omega)$ Max. with no evidence of mechanical damage	6.4 Permanent resistance change when leads immersed to 3.2 mm to 4.8 mm from the body in 350°C \pm 10 °C solder for 3 \pm 0.5 seconds	
Solderability	95 % coverage Min.	6.5 The area covered with a new , smooth, clean , shiny and continuous surface free from concentrated pinholes. Test temp. of solder: 245°C \pm 3°C Dwell time in solder : 2 ~ 3 seconds	

Environmental Characteristics (continued)

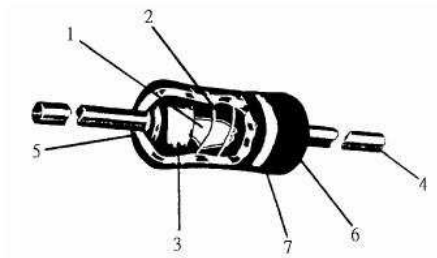
Characteristics	Specification	Test Methods (JIS C 5201-1)															
Resistance to Solvent	No deterioration of protective coatings and marking	6.9 Specimens shall be immersed in a bath of trichroethane completely for 3 minutes with ultrasonic															
Temperature cycling	Resistance change rate is: $\pm (2\% + 0.05\Omega)$ Max. with no evidence of mechanical damage	7.4 Resistance change after continuous 5 cycles for duty shown below:															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Step</th> <th>Step</th> <th>Step</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Step	Step	Step	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
		Step	Step	Step													
		1	1	1													
		2	2	2													
3	3	3															
4	4	4															
Load life in humidity	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resistance Value</th> <th>$\Delta R/R$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Less than 100KΩ</td> <td>$\pm 5\%$</td> </tr> <tr> <td>100KΩ or more</td> <td>$\pm 10\%$</td> </tr> </tbody> </table>	Resistance Value	$\Delta R/R$	Less than 100K Ω	$\pm 5\%$	100K Ω or more	$\pm 10\%$	7.9 Resistance change after 1,000 hours operating at RCWV with duty cycle of (1.5 hours "on", 0.5 hour "off") in a humidity test chamber controlled at $40\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ and 90 to 95 % relative humidity									
	Resistance Value	$\Delta R/R$															
	Less than 100K Ω	$\pm 5\%$															
100K Ω or more	$\pm 10\%$																
Load life	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resistance Value</th> <th>$\Delta R/R$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Less than 100KΩ</td> <td>$\pm 5\%$</td> </tr> <tr> <td>100KΩ or more</td> <td>$\pm 10\%$</td> </tr> </tbody> </table>	Resistance Value	$\Delta R/R$	Less than 100K Ω	$\pm 5\%$	100K Ω or more	$\pm 10\%$	7.10 Permanent resistance change after 1,000 hours operating at RCWV with duty cycle of (1.5 hours "on", 0.5 hour "off") at $70\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ ambient									
	Resistance Value	$\Delta R/R$															
	Less than 100K Ω	$\pm 5\%$															
100K Ω or more	$\pm 10\%$																
Pulse overload	Resistance change rate is: Normal Size : $\pm (2\% + 0.05\Omega)$ Max. Small Size : $\pm (5\% + 0.05\Omega)$ Max. with no evidence of mechanical damage	5.8 Resistance change after 10,000 cycles (1 second "on", 25 seconds "off") at 4 times RCWV or the max. pulse overload voltage															

Derating:

In ambient temperatures greater than $70\text{ }^\circ\text{C}$ the load shall de-rate as shown in the graph below:

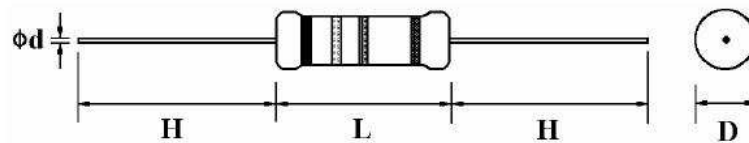


Construction:



No.	Name	Material
1	Basic Body	Rod Type Ceramics
2	Resistance Film	0.1Ω ≤ R ≤ 12Ω : CNP film 10Ω ≤ R ≤ 100kΩ : Metal oxide film R > 100kΩ : Carbon film
3	End Cap	Steel (Tin plated iron surface)
4	Lead Wire	Annealed copper wire coated with tin
5	Joint	By welding
6	Coating	Normal size: --Insulated & Non-Flame Paint (Color : Gray) Small size: --Insulated & Non-Flame Paint (Color : Sea-Blue)
7	Color Code	Non-Flame epoxy resin

Dimensions:

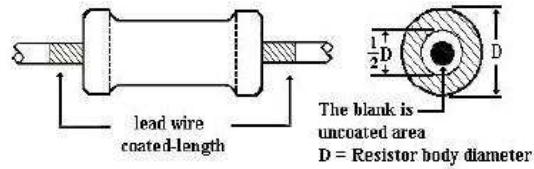


Type	Dimensions (MM)				
	D (max.)	L (max.)	d ±0.05	H ±3	
Normal Size	ROX025	2.5	7.5	0.54	28
	ROX05	3.5	10	0.54	28
	ROX1	5	12	0.70	25
	ROX2	5.5	16	0.70	28
	ROX3	6.5	17.5	0.75	28
	ROX5	8.5	26	0.75	38
	ROX7	8.5	32	0.75	38
	ROX8	8.5	41	0.75	38
	ROX9	8.5	54	0.75	38
Small Size	ROX05S	2.5	7.5	0.54	28
	ROX1S	3.5	10	0.54	28
	ROX2S	5	12	0.70	25
	ROX3S	5.5	16	0.70	28
	ROX4S	6.5	17.5	0.75	28
	ROX5SS	6.5	17.5	0.75	28
	ROX5S	8	25	0.75	38

NB. Pre-formed leads available on request.

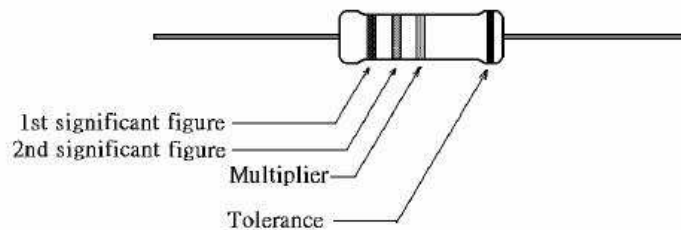
Painting method:

Welding point, terminal and lead wire, is permissible to be exposed without the outer coated cover. The extent should be within $\frac{1}{2}$ of the resistor body diameter.

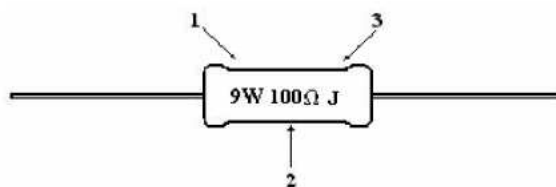


Marking:

For $\frac{1}{4}W$, $\frac{1}{2}W$, $1W$, $2W$, $3W$, $4W$, $5W$ and all of small size Resistors shall be marked with color coding. colors shall be in accordance with JIS C 0802



For $7W$, $8W$, $9W$ marking shall be in text format:



Code description and regulation

1. Wattage rating.
2. Nominal resistance value.
3. Resistance Tolerance.

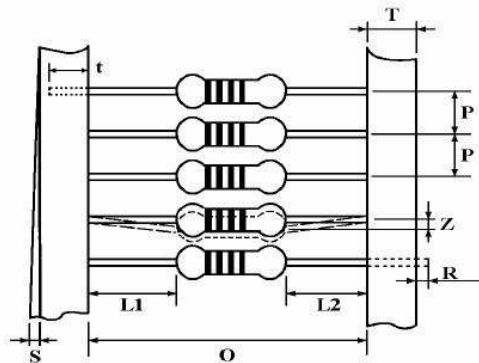
G: $\pm 2\%$

J: $\pm 5\%$

K: $\pm 10\%$

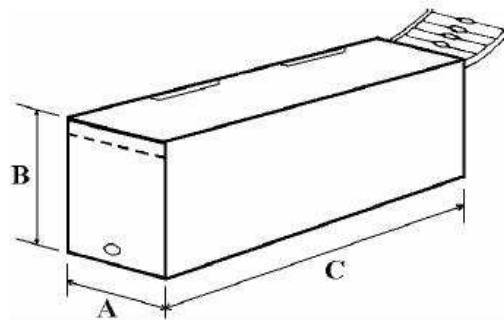
Packing Specification:

Taping:



	Type	Style	O±1	P	L1-L2	T	Z	R	t	S
Normal Size	ROX025	PT-52	52	5±0.3	1 Max	6±1	1 Max	0	4±1	0.5 max
	ROX05	PT-52	52	5±0.3	1 Max	6±1	1 Max	0	4±1	0.5 max
	ROX1	PT-52	52	5±0.3	1 Max	6±1	1 Max	0	4±1	0.5 max
	ROX2	PT-64	64	10±0.5	1 Max	6±1	1 Max	0	5±1	0.5 max
Small Size	ROX3	PT-64	64	10±0.5	1 Max	6±1	1 Max	0	5±1	0.5 max
	ROX05S	PT-52	52	5±0.3	1 Max	6±1	1 Max	0	4±1	0.5 max
	ROX1S	PT-52	52	5±0.3	1 Max	6±1	1 Max	0	4±1	0.5 max
	ROX2S	PT-52	52	5±0.3	1 Max	6±1	1 Max	0	4±1	0.5 max
	ROX3S	PT-64	64	10±0.5	1 Max	6±1	1 Max	0	5±1	0.5 max
	ROX4S	PT-64	64	10±0.5	1 Max	6±1	1 Max	0	5±1	0.5 max
	ROX5SS	PT-64	64	10±0.5	1 Max	6±1	1 Max	0	5±1	0.5 max

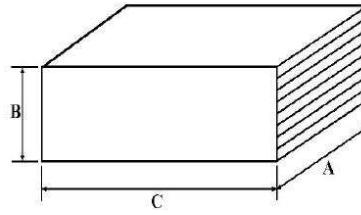
Tape in box packing (Ammopack):



Type	C ± 5	A ± 5	B ± 5	Pack Quantity
ROX025	250	75	96	5000
ROX05	260	85	70	1000
ROX1	262	86	80	1000
ROX2	262	92	108	1000
ROX3	256	92	80	500
ROX05S	250	75	96	5000
ROX1S	260	85	70	1000
ROX2S	262	86	80	1000
ROX3S	262	92	108	1000
ROX4S	256	92	80	500
ROX5SS	256	92	80	500

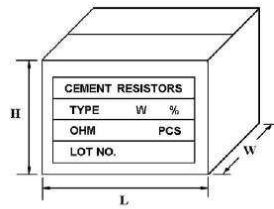
NB Certain products can be supplied reeled on request.

Plastic cases in box:

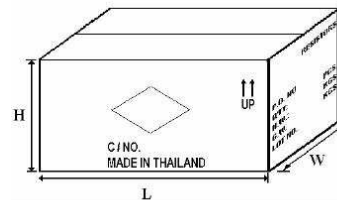


Type	C ±5	A ±5	B ±5	Quantity	
				Plastic Case	Box
ROX5S	36	20	8	100	1000
ROX5	36	20	8	100	1000

Bulk packaging (plastic bag in inner box):



Inner Box of Plastic bag.



Carton Box

Type	Qty/Bag (Pcs)	Qty/Box (Pcs)	Qty/Carton Pcs	Box size LxWxH (±5)	Carton size LxWxH (±5)	Gross wt ±2 Kgs
ROX7	8	32	1600	150 x 75 x 33	432 x 308 x 215	9.5
ROX8	8	32	1600	150 x 75 x 33	432 x 308 x 215	11.5
ROX9	10	300	1800	200 x 171 x 113	520 x 215 x 250	15

How To Order

ROX	1S	J	100K		
Common Part	Power Rating		Tolerance	Resistance Value	Special Request
ROX – Flame proof power metal oxide film resistor	Normal size	Small size	G – 2% J – 5%	R33 -0.33Ω 1R0 - 1Ω 10R - 10Ω 100R - 100Ω 1K0 – 1KΩ (1000Ω) 100K – 100KΩ (100,000Ω)	BL * – Pre-formed Leads TR - Reeled
	025 - 1/4W	05S – 1/2W			
	05 – 1/2W	1S – 1W			
	1 – 1W	2S – 2W			
	2 – 2W	3S – 3W			
	3 – 3W	4S – 4W			
	5 – 5W	5SS – 5W			
	7 – 7W	5S – 5W			
	8 – 8W				
	9 – 9W				

R4.2 (1 k Ω)

Datasheet

RS Pro RS Series Axial Carbon Resistor 1k Ω \pm 5% 1W -500

→ +350ppm/ $^{\circ}$ C

RS Stock No: 707-8669



Product Details

RS Pro axial carbon resistor with \pm 5% tolerance, provides 1 k Ω resistance and is power rated at 1 W. The temperature coefficient of resistance is in the range -500 to +350 ppm/ $^{\circ}$ C. Carbon film axial leaded resistor offers excellent long-term stability. It features standard solder-plated copper leads. Applications include automotive, telecommunication and medical equipment. A comprehensive range of high stability carbon film resistors are qualified and tested to the requirements of IEC 115 and IEC 115-2. The ruggedized welded cap and lead method of manufacture provides a considerable strength and resistance to damage. The coating materials and the colour bands are epoxy resin and are highly resistant to solvents, abrasion and chipping. Improvements in materials and processing have allowed the rated power to be improved. Excellent stability against changes in load conditions or moisture levels, with a low noise level and high reliability make these carbon film resistors suitable for a wide range of applications. Rated at 70 $^{\circ}$ C in free air mounted horizontally.

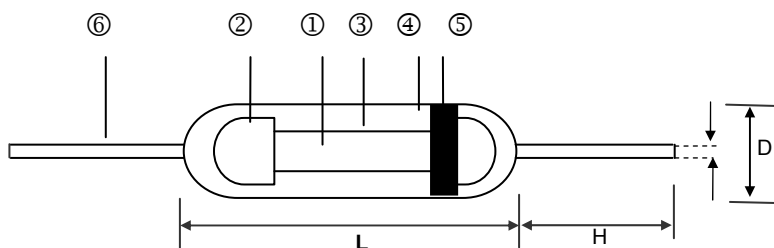
Features and Benefits

- Available in resistances from 1 Ω to 9.1 m Ω
- Resistor body: 2.3 mm diameter, 6.3 mm length
- Long-term stability
- Solder plated copper leads

**Specifications:**

Case Style	Ceramic
Diameter	3.2 mm
Dimensions	3.2 (dia.) x 9 mm
Lead Diameter	0.65 mm
Length	9 mm
Maximum Operating Temperature	+155°C
Maximum Temperature Coefficient	+350 ppm/°C
Minimum Operating Temperature	-55°C
Minimum Temperature Coefficient	-500 ppm/°C
Power Rating	1 W
Resistance	1 kΩ
Technology	Carbon Film
Temperature Coefficient	-500 to +350 ppm/°C
Termination Style	Axial
Tolerance	±5%
Lead Length	26 mm
Maximum Operating Voltage	400 V
Maximum Overload Voltage	800 V

Carbon Film Leaded Resistor - RS Series



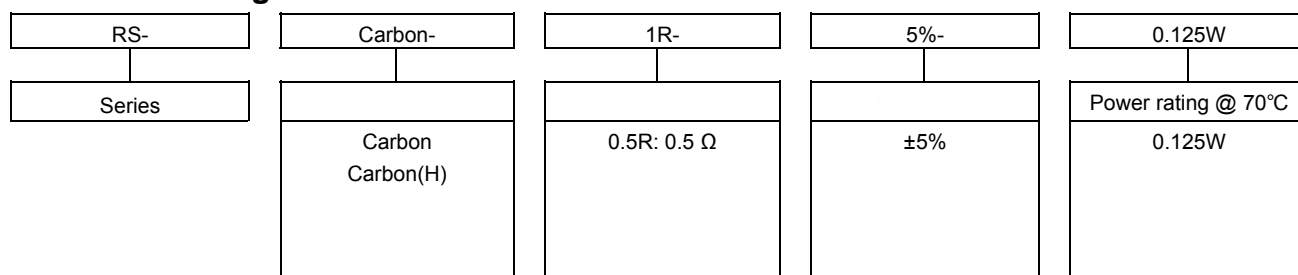
①	Ceramic Rod	④	Non-flame Paint With Sol Vent-proof
②	Tinned Iron Caps	⑤	Colour Code
③	Carbon Film	⑥	Lead Wire

■Dimensions

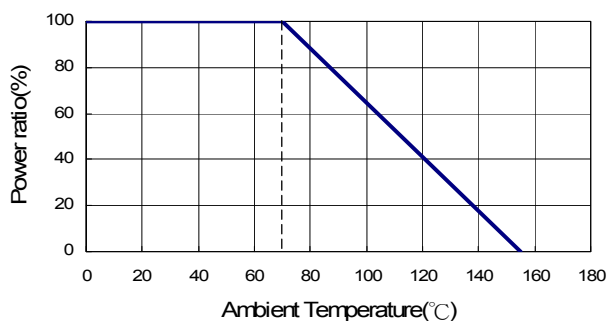
Unit: mm

Type	L	D	H	d	Weight (g) (1000pcs)
Carbon 0.125W	3.3+0.4/-0.2	1.8±0.3	29.3±2.0	0.452.3±0.03	92
Carbon 0.25W	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 0.5W (H)	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 1W (H)	9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.65±0.03	352
Carbon 2W (H)	11.5±1.0	4.5±0.5	35±2.0	0.78±0.03	775

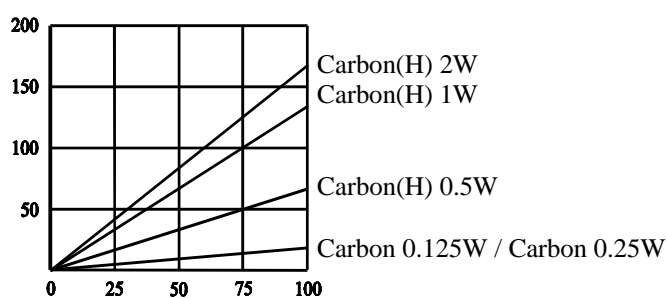
■Part Numbering



Derating Curve



Hop-Spot Temperature



Environmental Characteristics

Item	Requirement	Test Method
Short Time Overload	±(0.75%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 5.5 RCWV*2.5 or Max. overload voltage for 5 seconds
Insulation Resistance	> 1000MΩ	JIS-C-5201-1 5.6 Apply 100V _{DC} for 1 minute
Endurance	±(3%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 7.10 70±2°C, Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Damp Heat with Load	□ 100KΩ±3% □ 100KΩ±5%	JIS-C-5201-1 7.9 40±2°C, 90~95% R.H. Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Solderability	90% min. Coverage	JIS-C-5201-1 6.5 245±5°C for 3 seconds
Dielectric Withstanding Voltage	By Type	JIS-C-5201-1 5.7 Apply Max. Overload Voltage for 1 minute
Temperature Coefficient	< 100KΩ +350ppm~-500ppm 100KΩ~1MΩ -0ppm~-700ppm > 1 MΩ -0ppm~-1500ppm	Resistance value at room temperature and room Temperature+100°C
Pulse Overload	±(1%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 5.8 4 times RCWV for 10000 cycles with 1 second "ON" and 25 seconds "OFF"
Resistance To Solvent	No deterioration of coatings and markings	JIS-C-5201-1 6.9 Trichroethane for 1 min. with ultrasonic
Terminal Strength	Tensile: □ 2.5 kg	Direct Load for 10 seconds In the direction off the terminal leads

- Rated Continuous Working Voltage(RCWV) = √P*R
- Storage Temperature: 25±3°C; Humidity < 80%RH

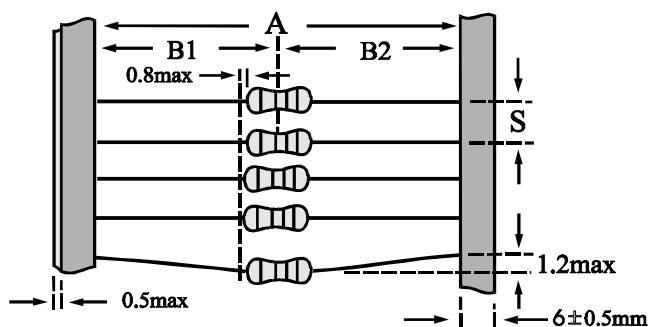
Electrical Specifications

Type \ Item	Power Rating at 70°C	Operating Temp. Range	Max. Working Voltage	Max. Overload Voltage	Dielectric Withstanding Voltage	Resistance Range
						±5%
Carbon	0.125W	-55 ~ +155°C	150V	300V	300V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon	0.25W		250V	500V	500V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	0.5W		300V	500V	500V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon(H)	1W		400V	800V	800V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	2W		500V	1000V	1000V	0.1Ω - 10MΩ

Taping/Packing Specifications

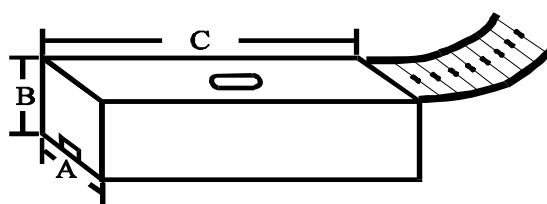
Packing Methods (Ammo)

Unit: mm



Packaging \ Type	Packing Methods		
	A	B1-B2	S
Carbon 0.125W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.25W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.5W (H)	52+1/-0	1.2	5
Carbon 1W (H)	52+1/-0	1.5	5
Carbon 2W (H)	52+1/-0	1.5	10

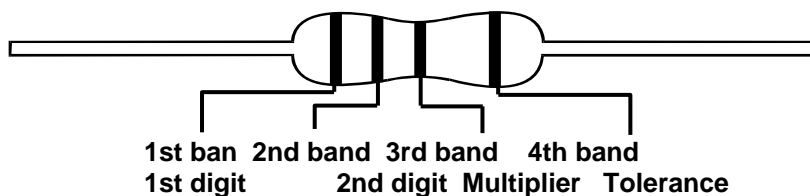
Ammo Packing



Unit: mm

Packaging \ Type	Packing Methods			Ammo Packing			
	A	B1-B2	S	A	B	C	Qty
Carbon 0.125W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.25W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.5W (H)	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 1W (H)	73+1/-0	1.5	5	103	82	265	1,000
Carbon 2W (H)	73+1/-0	1.5	10	103	96	265	1,000

■ Marking & Resistance Tolerance



±5%	E-24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Color	Digit	Multiplier	Tolerance	
-	-	-	-	-
-	-	10 ⁻²	-	-
-	-	10 ⁻¹	±5.0%	J
0	0	10 ⁰	-	-
1	1	10 ¹	-	-
2	2	10 ²	-	-
3	3	10 ³	-	-
4	4	10 ⁴	-	-
5	5	10 ⁵	-	-
6	6	10 ⁶	-	-
7	7	10 ⁷	-	-
8	8	10 ⁸	-	-
9	9	10 ⁹	-	-

R5.3 (1.5 k Ω)

Datasheet

RS Pro RS Series Axial Carbon Resistor 1.5k Ω \pm 5% 1W - 500 \rightarrow +350ppm/ $^{\circ}$ C

RS Stock No: 707-8671



Product Details

RS Pro axial carbon resistor with \pm 5% tolerance, provides 1.5 k Ω resistance and is power rated at 1 W. The temperature coefficient of resistance is in the range -500 to +350 ppm/ $^{\circ}$ C. Carbon film axial leaded resistor offers excellent long-term stability. It features standard solder-plated copper leads. Applications include automotive, telecommunication and medical equipment. A comprehensive range of high stability carbon film resistors are qualified and tested to the requirements of IEC 115 and IEC 115-2. The ruggedized welded cap and lead method of manufacture provides a considerable strength and resistance to damage. The coating materials and the colour bands are epoxy resin and are highly resistant to solvents, abrasion and chipping. Improvements in materials and processing have allowed the rated power to be improved. Excellent stability against changes in load conditions or moisture levels, with a low noise level and high reliability make these carbon film resistors suitable for a wide range of applications. Rated at 70 $^{\circ}$ C in free air mounted horizontally.

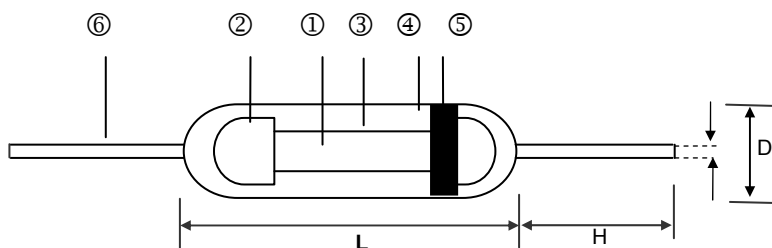
Features and Benefits

- Available in resistances from 1 Ω to 9.1 m Ω
- Resistor body: 2.3 mm diameter, 6.3 mm length
- Long-term stability
- Solder plated copper leads

**Specifications:**

Case Style	Ceramic
Diameter	3.2 mm
Dimensions	3.2 (dia.) x 9 mm
Lead Diameter	0.65 mm
Length	9 mm
Maximum Operating Temperature	+155°C
Maximum Temperature Coefficient	+350 ppm/°C
Minimum Operating Temperature	-55°C
Minimum Temperature Coefficient	-500 ppm/°C
Power Rating	1 W
Resistance	1.5 kΩ
Technology	Carbon Film
Temperature Coefficient	-500 to +350 ppm/°C
Termination Style	Axial
Tolerance	±5%
Lead Length	26 mm
Maximum Operating Voltage	400 V
Maximum Overload Voltage	800 V

Carbon Film Leaded Resistor - RS Series



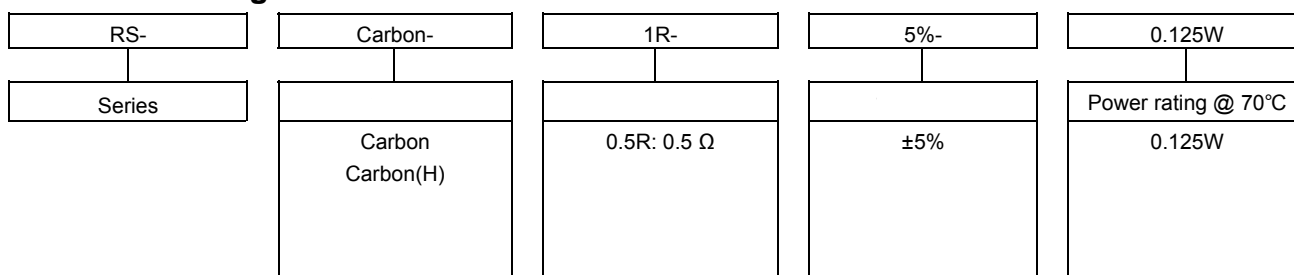
①	Ceramic Rod	④	Non-flame Paint With Sol Vent-proof
②	Tinned Iron Caps	⑤	Colour Code
③	Carbon Film	⑥	Lead Wire

■Dimensions

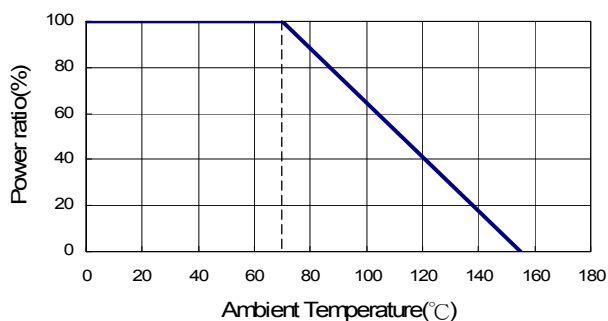
Unit: mm

Type	L	D	H	d	Weight (g) (1000pcs)
Carbon 0.125W	3.3+0.4/-0.2	1.8±0.3	29.3±2.0	0.452.3±0.03	92
Carbon 0.25W	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 0.5W (H)	6.3±0.5	2.3±0.3	28±2.0	0.55±0.03	155
Carbon 1W (H)	9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.65±0.03	352
Carbon 2W (H)	11.5±1.0	4.5±0.5	35±2.0	0.78±0.03	775

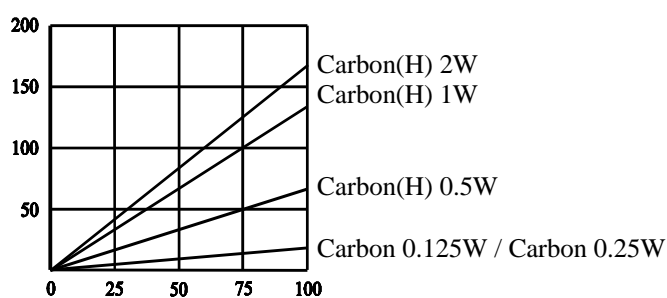
■Part Numbering



Derating Curve



Hop-Spot Temperature



Environmental Characteristics

Item	Requirement	Test Method
Short Time Overload	±(0.75%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 5.5 RCWV*2.5 or Max. overload voltage for 5 seconds
Insulation Resistance	> 1000MΩ	JIS-C-5201-1 5.6 Apply 100V _{DC} for 1 minute
Endurance	±(3%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 7.10 70±2°C, Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Damp Heat with Load	□ 100KΩ±3% □ 100KΩ±5%	JIS-C-5201-1 7.9 40±2°C, 90~95% R.H. Max. working voltage for 1000 hrs with 1.5 hrs "ON" and 0.5 hrs "OFF"
Solderability	90% min. Coverage	JIS-C-5201-1 6.5 245±5°C for 3 seconds
Dielectric Withstanding Voltage	By Type	JIS-C-5201-1 5.7 Apply Max. Overload Voltage for 1 minute
Temperature Coefficient	< 100KΩ +350ppm~-500ppm 100KΩ~1MΩ -0ppm~-700ppm > 1 MΩ -0ppm~-1500ppm	Resistance value at room temperature and room Temperature+100°C
Pulse Overload	±(1%+0.05Ω)	JIS-C-5201-1 5.8 4 times RCWV for 10000 cycles with 1 second "ON" and 25 seconds "OFF"
Resistance To Solvent	No deterioration of coatings and markings	JIS-C-5201-1 6.9 Trichroethane for 1 min. with ultrasonic
Terminal Strength	Tensile: □ 2.5 kg	Direct Load for 10 seconds In the direction off the terminal leads

- Rated Continuous Working Voltage(RCWV) = √P*R
- Storage Temperature: 25±3°C; Humidity < 80%RH

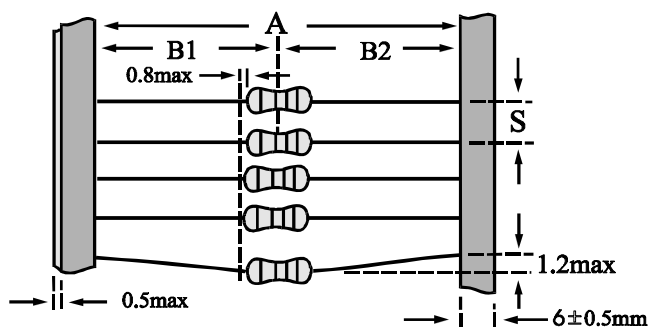
Electrical Specifications

Type \ Item	Power Rating at 70°C	Operating Temp. Range	Max. Working Voltage	Max. Overload Voltage	Dielectric Withstanding Voltage	Resistance Range
						±5%
Carbon	0.125W	-55 ~ +155°C	150V	300V	300V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon	0.25W		250V	500V	500V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	0.5W		300V	500V	500V	0.1Ω - 22MΩ
Carbon(H)	1W		400V	800V	800V	1Ω - 10MΩ
Carbon(H)	2W		500V	1000V	1000V	0.1Ω - 10MΩ

Taping/Packing Specifications

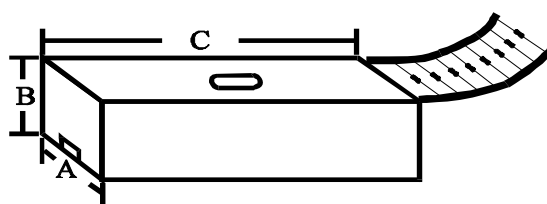
Packing Methods (Ammo)

Unit: mm



Packaging \ Type	Packing Methods		
	A	B1-B2	S
Carbon 0.125W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.25W	52+1/-0	1.2	5
Carbon 0.5W (H)	52+1/-0	1.2	5
Carbon 1W (H)	52+1/-0	1.5	5
Carbon 2W (H)	52+1/-0	1.5	10

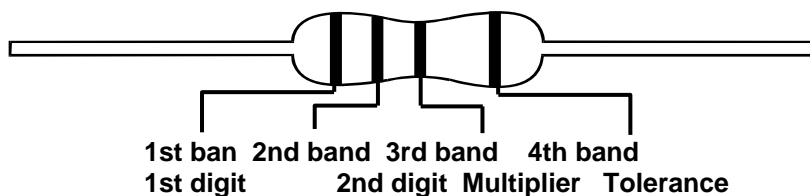
Ammo Packing



Unit: mm

Packaging \ Type	Packing Methods			Ammo Packing			
	A	B1-B2	S	A	B	C	Qty
Carbon 0.125W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.25W	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 0.5W (H)	26+1/-0	1.0	5	80	105	264	5,000
Carbon 1W (H)	73+1/-0	1.5	5	103	82	265	1,000
Carbon 2W (H)	73+1/-0	1.5	10	103	96	265	1,000

■ Marking & Resistance Tolerance



±5%	E-24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Color	Digit	Multiplier	Tolerance	
-	-	-	-	-
-	-	10 ⁻²	-	-
-	-	10 ⁻¹	±5.0%	J
0	0	10 ⁰	-	-
1	1	10 ¹	-	-
2	2	10 ²	-	-
3	3	10 ³	-	-
4	4	10 ⁴	-	-
5	5	10 ⁵	-	-
6	6	10 ⁶	-	-
7	7	10 ⁷	-	-
8	8	10 ⁸	-	-
9	9	10 ⁹	-	-

R5.1 (2.2k Ω)

Type TJT Series

Key Features

Excellent Heat transfer and small dimensions

Good Electrical Stability, reliability and mechanically very rigid

Wide Range of Resistance values available

Custom Terminations, Mounting Arrangements possible

Non Inductive version available



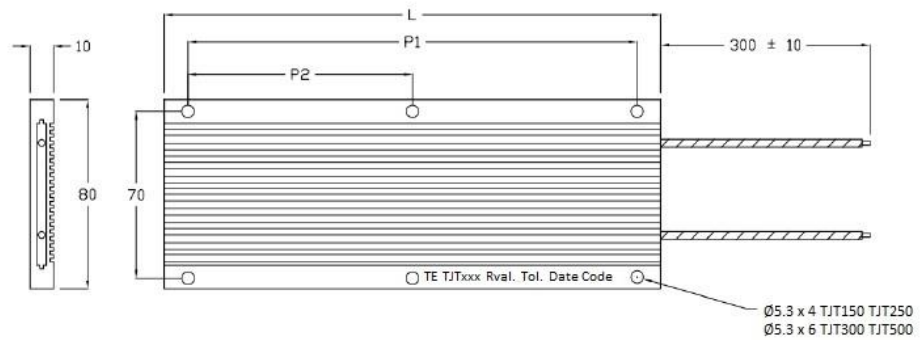
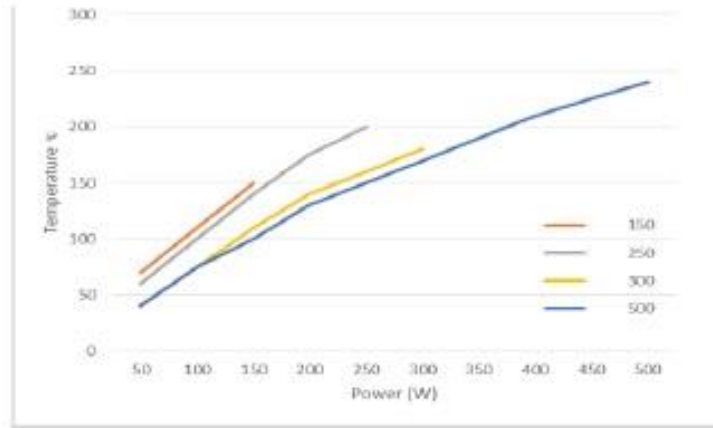
The TJT series is a range of high quality, high stability Aluminium housed low profile Power resistors designed for direct heat sink attachment. A wide range of resistance values is available in 150W to 500W when fitted to a standard heatsink

Ideal for custom terminations and mounting arrangements, the TJT series is RoHS compliant

Characteristics – Electrical

Parameter	Test	Change in R value if applicable
Tolerance		±5%
Temperature Co-efficient		< ± 260 PPM/°C
Insulation Resistance	Dry/Normal	> 500 MΩ
Change in Resistance		
- Short time overload	5x rated voltage for 5 secs	< ± (1% + 0.05Ω)
- Load Life	Rated Power (1.5Hr ON – 1.5Hr OFF) for 1000 hours	< ± 1%
Operating Temperature	From -25°C to 250°C	
Derating	Linearly from 100% at 25°C to 0 at 260°C	

Surface Temperature Vs Power



Series	Power rating on Std Heat sink (W)	Power rating in free air (W)	Resistance Range	Dielectric Strength	Standard Chassis	L max	P1	P2	
TJT150	150	75	1R0 – 1K0	1500	930	3	120	100	N/A
TJT250	250	125	1R0 - 1K5	1500	930	3	180	160	N/A
TJT300	300	150	1R0 – 1K7	1500	1600	3	210	190	85
TJT500	500	250	1R0 – 3K0	1500	1600	3	330	310	155

How To Order

TJT	150	1R0	J
Common Part	Power Rating	Resistance Value	Tolerance
TJT	150 – 150W 250 – 250W 300 – 300W 500 – 500W	1 ohm 1R0 1K ohm 1000 ohms 1K0	J – 5%