



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

TRABAJO FIN DE GRADO

Instalación fotovoltaica, convertidor Flyback

Alumno: **Lara Hernández Pastor**

Director: Marcos Pascual Molto

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Convocatoria de defensa: **SEPTIEMBRE 2018**

Resumen

En el presente proyecto trataremos una instalación solar fotovoltaica aislada, centrandó los esfuerzos en el cálculo y diseño del regulador de carga de las baterías, el cual sea de tipo "Flyback". Hablaremos de las características de la instalación así como de los elementos comerciales que la conforma, los cuales podrán ser adquiridos en cualquier tienda de suministros. El esquema de la instalación será el formado por la asociación de placas, el regulador de carga, las baterías, el inversor, el seguidor, las protecciones y los cableados de la misma.

El grueso del proyecto se centrará en el diseño del regulador de carga, el cual separaremos entre primario y secundario, al que añadiremos una red snubbel de ayuda al disparo. Los elementos serán de tipo comercial, en la medida de lo posible, recurriendo a la construcción de bobinas en caso de no poder asociar elementos que lo formen. Se diseñará el control del regulador intentando en la medida de lo posible tener un punto de acuerdo entre robustez, rapidez y estabilidad.

Índice general

| | |
|--|-----|
| Resumen | III |
| Índice general | V |
| 1 Introducción | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Motivación | 2 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.4 Factores a considerar | 3 |
| 1.5 Definición planta fotovoltaica | 6 |
| 1.6 Tecnología placas y justificación | 7 |
| 1.7 Tecnología Baterías y justificación. | 8 |
| 1.8 Seguidor | 10 |
| 1.9 Inversor | 11 |
| 1.10 Diodo Bypass. | 12 |
| 1.11 Diodo-bloqueo | 14 |
| 1.12 Material necesario. | 15 |
| 2 Memoria | 17 |
| 2.1 Cableado | 17 |
| 2.2 Tubos y canalizaciones | 18 |
| 2.3 Zanjas | 18 |
| 3 Flyback | 19 |
| 3.1 Ventajas | 19 |

| | |
|--|----|
| 3.2 Cálculos | 20 |
| 3.3 Cálculos de los elementos pertenecientes al secundario | 22 |
| 4 Control Flyback | 33 |
| 4.1 Código de matlab. | 33 |
| 4.2 Resultados obtenidos | 37 |
| 4.3 Conclusión | 37 |
| 5 Conclusiones | 41 |
| 6 Bibliografía | 43 |
| 7 Planos | 45 |
| 8 Anexos | 51 |
| 8.1 Placas | 51 |
| 8.2 Seguidor solar | 51 |
| 8.3 Batería. | 56 |
| 8.4 Inversor | 64 |
| 8.5 Diodos de protección | 69 |
| 8.6 Diodo. | 74 |
| 8.7 Interruptor | 78 |
| 8.8 Núcleo magnético. | 89 |

Capítulo 1

Introducción

En el presente capítulo se mostrarán las directrices que se seguirán para la creación del proyecto, los antecedentes, situación y objetivos que éste intentará cumplir, así como las herramientas con las que contamos para desempeñar esta tarea. El presente punto sirve como argumentación para las decisiones tomadas en los siguientes capítulos, los cuales, tratarán únicamente la solución y se centrarán en cómo llegar a ella. Se mostrarán las herramientas utilizadas para el desempeño del proceso y el enfoque con el que se usará cada una de ellas.

1.1 Antecedentes

La Energía solar es aquella que se vale de todas las formas de energía basadas en convertir la radiación solar proveniente del sol en otras formas de energía aprovechables. Siendo el sol la mayor fuente de radiación electromagnética de este sistema planetario. Cabe destacar que, España por su privilegiada situación y climatología se ve particularmente favorecida respecto al resto de países de Europa. Ya que sobre cada metro cuadrado inciden 1500KV-h de Energía. Dentro de la Energía solar nos encontramos con dos tipos:

- **Energía térmica o energía termosolar:** Consiste en el aprovechamiento de la energía procedente del sol para transferirla a un medio portador de calor, generalmente agua o aire.
- **Energía solar fotovoltaica:** La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos.

Mi proyecto se centra en la energía fotovoltaica. Esta energía la vamos a utilizar para producir electricidad, y de ahí la idea de las instalaciones fotovoltaicas, son un tipo de energía solar que hasta el momento el hombre ha sabido aprovechar.

1.1.1 *Introducción a la energía solar fotovoltaica*

La energía solar fotovoltaica transforma de manera directa la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotovoltaico. Al incidir la radiación del sol sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica (que conforman los paneles) se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica.

El panel fotovoltaico: Los módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas, que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones, que son:

- Radiación de $1000\text{W}/\text{m}^2$
- Temperatura de célula de 25°

1.1.2 *Ventajas e inconvenientes de una instalación fotovoltaica*

- **Ventajas:**

La energía solar fotovoltaica es una de las fuentes con más futuro de las energías renovables. Una de las ventajas más claras y quizás más importante es que no contamina. Otra ventaja sería que no requiere un gran mantenimiento y no produce ruido y es una fuente inagotable. Esto en cuanto ventajas ambientales. En cuanto a ventajas socioeconómicas, destacaríamos que aguantan cualquier situación climática, ya sea granizo, viento...

- **Inconvenientes:**

Un inconveniente para destacar es que su fabricación es compleja y cara, requiere en su inicio una amplia inversión. Y, por otro lado, que su producción no es constante, varía según la época del año.

1.1.3 *Desarrollo fotovoltaico en España*

El año pasado se instalaron en España 135MW de potencia fotovoltaica frente a los 55MW instalados en el año 2016 y los 35MW en el 2015. Según la unión europea fotovoltaica (UNEF). Según la publicación de "La Vanguardia" El coste de generación de la solar fotovoltaica ha caído un 73% desde el año 2017 y, en su último informe, la agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) prevé que se reduzca todavía más en los próximos años.

1.2 Motivación

La principal motivación para la realización de este proyecto es que siempre me he preguntado como un país como el nuestro en el que disponemos de sol prácticamente todo el año no hacemos el uso que deberíamos, y hacemos provecho del gran privilegio que tenemos con el clima de nuestro país.

Por otro lado, el empujón hacia este tema me viene dado por las prácticas realizadas durante este verano en la empresa "hipotep". Donde hemos hecho varios proyectos de instalaciones fotovoltaicas. Esto junto a mi interés debido a una publicación que leí en "La Vanguardia", en el que decía así el título: "El sol brilla de nuevo en el sector fotovoltaico español en el que decía: "En estos momentos, la energía solar fotovoltaica ya es competitiva sin necesidad de subvenciones", señala González Cortés. Una situación muy distinta a los años del boom de la fotovoltaica en España, que acabaron dramáticamente con la desaparición de las primas a esta renovable. El capital es muy consciente de este nuevo escenario y ya vuelve a mirar hacia España para invertir en el sector fotovoltaico nacional.

Y Por último y no menos importante, gracias a la asignatura impartida en el cuarto curso de la carrera, "Sistemas electrónicos para Energías renovables" en el que he adquirido los conocimientos básicos sobre este tema y me ha servido de gran ayuda para llevar a cabo este proyecto.

1.3 Objetivos

1. El objeto del proyecto es el dimensionado de una instalación fotovoltaica, para el abastecimiento del suministro eléctrico en su totalidad, para una vivienda habitual en un entorno rural, sin posibilidad de conexión a red.
2. Esta instalación fotovoltaica se llevará a cabo con un **convertidor Flyback**, haciendo uso de baterías y de seguidores.
3. El presente proyecto está basado en la normativa vigente.

1.4 Factores a considerar

En el siguiente punto se redactarán los factores previos a que debemos conocer para la realización de un proyecto de esta magnitud. Lo estructuraremos en normativa (desde internacional a local), así como las limitaciones que el entorno pueda presentar. Hablaremos de las limitaciones técnicas que la instalación presenta.

1.4.1 Normativa

Las leyes y normativas en las cuales se basa este proyecto son las siguientes:

- **Instalación eléctrica:**
 - Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE no 285 de 28/11/1977)
 - Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento electro-técnico de baja tensión.
- R.D. 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE nº 126, de 26/05/2007).
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones aisladas publicado por el IDAE.

- Seguridad y salud:
 - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales.
 - R.D. 1627/97 del 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de construcción.
- Reales decretos:
 - R.D. 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
 - R.D 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Modificado por REAL DECRETO 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
 - R.D 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
 - R.D 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
 - R.D 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Y posteriores modificaciones.
 - R.D 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
 - R.D. 1316/1989, del Mo de Relaciones con las Cortes y de la secretaria del Gobierno. 27/10/1989 Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

1.4.2 Situación geográfica

La vivienda se encuentra en la provincia de Alicante, en concreto en Teulada, lo que llaman la marina alta, calle "Camí de la Pajarera 2^a". Con las siguientes coordenadas, UTM X (m): 772.300 Y(m): 4.289.947 USO 30.

1.4.3 Limitaciones de diseño

En el presente punto mostraremos las limitaciones que este proyecto presenta, desde el punto de vista técnico y ambiental, así como las posibles soluciones que podemos plantear.

1.4.4 Limitaciones técnicas

Para la instalación del proyecto debemos tener en cuenta la alimentación de los seguidores fotovoltaicos, ya que esta potencia habrá que sumarla a la de la vivienda para realizar el dimensionamiento de la instalación de forma adecuada. Otra limitación técnica es el dimensionamiento de las baterías para mantener la instalación en servicio en días nublados consecutivos.

El dimensionamiento de las placas vendrá limitado por el tiempo de carga de las baterías, ya que cuanto menor tiempo estimemos para la carga mayor número de placas necesitaremos instalar, y mayor coste nos supondrá el diseño del regulador, el diseño de los seguidores, el espacio de terreno dedicado a la instalación

Para vivienda habitual, la capacidad de la batería tiene que tener la autonomía suficiente para cubrir la demanda de consumo durante 3 o 4 días para cubrir los peores días del invierno.

Las protecciones en continua (fusibles) van en función del amperaje que circule por el cable a proteger, y esto en función de las placas.

Los diodos de protección de las placas.

El seguidor proporciona la potencia máxima de las placas en todo momento, por lo que no debemos calcular el ángulo óptimo de inclinación de las placas para el ángulo de incidencia de los rayos solares.

Hay que tener en cuenta que la potencia de la instalación no es únicamente la de la casa, sino que a esta habrá que añadirle la potencia de los seguidores solares.

1.4.5 Limitaciones ambientales

Las horas de sol al año, la irradiancia por mes o por días

Irradiación solar en España

Como ya hemos mencionado anteriormente España es un país idóneo para la energía solar fotovoltaica. En la figura 1.1, encontramos la irradiación solar en España.

Seguidamente, en la figura 1.2, encontramos los valores diarios de radiación solar en Alicante, que es donde vamos a llevar a cabo nuestro proyecto y por tanto donde nos interesa saber con qué valores trabajamos.

Una de las limitaciones ambientales son los días consecutivos de sombra, ya que es un factor importante para el dimensionamiento de las placas.

Si fuese una zona con alta probabilidad de nieve pondríamos un cristal de protección, pero no es nuestro caso en absoluto ya que en esta zona hace más de 25 años que no nieva.

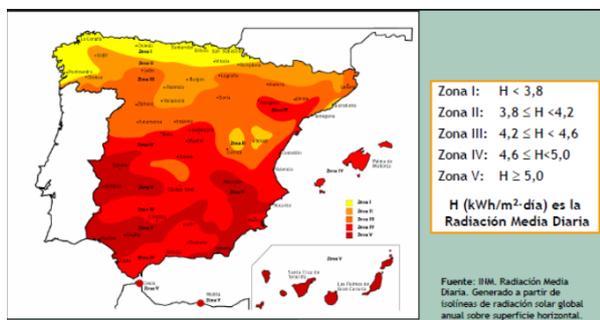
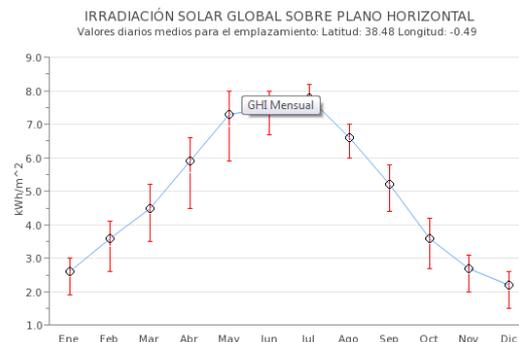


Figura 1.1: Irradiación en España



| (kWh/m ²) | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Percentil 75 | 3.0 | 4.1 | 5.2 | 6.6 | 8.0 | 8.0 | 8.2 | 7.0 | 5.8 | 4.2 | 3.1 | 2.6 |
| Valor medio | 2.6 | 3.6 | 4.5 | 5.9 | 7.3 | 7.5 | 7.8 | 6.6 | 5.2 | 3.6 | 2.7 | 2.2 |
| Percentil 25 | 1.9 | 2.6 | 3.5 | 4.5 | 5.9 | 6.7 | 7.3 | 6.0 | 4.4 | 2.7 | 2.0 | 1.5 |

Figura 1.2: Funcionamiento anormal, descarga de baterías

Media de lluvias en Alicante

A continuación os muestro la media de lluvias durante el año en la zona donde se va a realizar nuestra instalación. Como podemos observar el mes con días lluviosos mas alto es el mes de octubre con 4,1 días y el mes más bajo el de julio con 0,7 días. Las conexiones irán en cajas estancas (IP68) y resistentes a golpes (IK10), para prevenir la corrosión por la humedad se añadirá un ánodo de sacrificio de zinc que habrá que tener en cuenta en el mantenimiento periódico de la instalación.

1.5 Definición planta fotovoltaica

Como ya hemos mencionado anteriormente, disponemos de una vivienda en la cual se va a llevar a cabo una instalación fotovoltaica aislada. Debido a que está en una zona rural donde no es posible la conexión a red. Esta instalación fotovoltaica constará de 24 paneles para cubrir la demanda energética de la vivienda.

Los 24 módulos serán de la marca EURENER, siendo dichos paneles de silicio policristalino y con una potencia pico de 250W cada uno.

Estos paneles están verificados según el fabricante célula a célula, lo que da un grado de confianza muy alto en dichos paneles.

Además de que la dureza de dichas placas es muy elevada debido a que lo recubre un cristal templado de 4mm de grosor.

Es importante que nos fijemos en los años de garantía, en nuestro caso el fabricante nos ofrece 25años de durabilidad.

Hay que tener presente que, para llevar a cabo un diseño correcto de nuestra instalación, se debe buscar el punto de funcionamiento óptimo.

En caso de no alcanzar dicho punto el rendimiento será considerablemente reducido y por tanto la producción.

Las características eléctricas se adjuntan en la sección 8.1 de esta memoria.

1.5.1 Conexión entre módulos

La conexión entre cada uno de los módulos se realizará mediante unas cajas de registro situadas en la parte posterior de los paneles. En estas cajas de registro se encuentran los bornes de conexión mediante los cuales se realizan las conexiones serie o paralelo de los módulos.

Los 24 paneles necesarios para cubrir las necesidades energéticas se clasificarán de la siguiente manera:

- 3 paneles conectados en serie
- 8 filas conectadas en paralelo

Esta información la podremos observar en el Capítulo 7

1.5.2 Diodos

Una parte importante que destacar son los diodos de una instalación fotovoltaica. Estos serán la protección eléctrica de las placas ante zonas de sombra y de corrientes inversas. Encontramos dos tipos de diodos de protección:

- **Diodos de bloqueo:** impiden que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar. Evitan además que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo cuando en uno de ellos se produce una sombra.
- **Diodos de bypass:** protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales. Deben ser utilizados en dispositivos en serie, generalmente no son necesarios en sistemas que funcionan a 24V o menos.

Por lo tanto, mientras los diodos de bloqueo evitan que el grupo de paneles en serie absorba el flujo de corriente de otro grupo conectado a él en paralelo, los diodos bypass impiden que cada módulo individualmente absorba corriente de otro de los módulos del grupo, si en uno o más módulos se produce una sombra.

1.6 Tecnología placas y justificación

En este apartado vamos a explicar las diferentes tecnologías que existen en el mercado de las placas solares, así como el material del que están compuestos y las diferentes características que presentan para seguidamente hacer nuestra selección. En las características que presentan comentaremos brevemente sus ventajas e inconvenientes.

1.6.1 Materiales

Las placas más usadas son aquellas que contienen silicio, son las siguientes:

- Cristalinas
 - Monocristalinas: un único cristal de silicio
 - Policristalinas: formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
 - Amorfas: El silicio no se ha cristalizado.
- Por otro lado tenemos también:
 - Arseniuro de galio
 - Metilamonio
 - Iodo
 - Plomo
 - Telurio de cadmio
 - Diseleniuro índico de cobre

1.6.2 Placas fotovoltaicas elegidas

Hemos citado en la sección 1.5 que las placas son de la marca EURENER, de silicio policristalino cada una de 250w. He elegido EURENER porque me da mucha fiabilidad, porque es una marca española y soy partidaria de colaborar con las marcas de nuestro país. Además de que ya han sido utilizadas en varios proyectos de los cuales tengo constancia y han dado buen resultado. Nos fijamos también en los años de garantía que nos ofrecen, en estas placas de EURENER contamos con 25 años de garantía. Sus módulos fotovoltaicos poseen las certificaciones más rigurosas. A la resistencia de la instalación se suma que cuidan el mínimo detalle para que además tenga una estética lo cual también interesa al cliente.

La elección de policristalino viene dada por la combinación de la eficiencia del módulo que en nuestro caso es de un 16 % junto con el precio de este.

1.7 Tecnología Baterías y justificación

1.7.1 Materiales de las baterías

- **Ácido plomo:** Pueden suministrar unas intensidades de corriente relativamente grandes, lo que las hacen ideales para los motores de arranque.
- **Níquel cadmio:** Batería recargable de uso doméstico e industrial. Cada vez se usan menos ya que el cadmio es altamente contaminante y también por su efecto memoria. Sin

embargo poseen unas ventajas sobre el NiMH como por ejemplo los ciclos de carga que oscilan entre los 1000 y los 1500 ciclos.

- **Níquel-metal hidruro(NiMH):** Es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de oxihidrógeno de níquel, como en la batería de níquel cadmio pero cuyo cátodo es de una aleación de hidrurometálico. Esto permite eliminar el cadmio, que es muy caro y, además, representa un peligro para el medio ambiente como ya hemos mencionado. Posee una mayor capacidad de carga y un menor efecto memoria.
- **Gel:** Tienen una mayor vida útil garantizando un número alto de ciclos de carga y descarga. No requieren de mantenimiento y son más seguras ya que si esta batería se rompe no hay posibilidad de derrame de líquido.
- **Litio:** Ocupan poco espacio, pesan poco y no emiten gases. Por tanto se pueden poner en cualquier sitio, el tiempo de carga es el más rápido. Se pueden realizar descargas totales sin verse su vida útil intensamente afectada.
- **Estacionarias:** Estas baterías tienen una larga vida útil, son perfectas para instalaciones que requieren un consumo diario y durante largos periodos de tiempo. Estas baterías están compuestas por 6 vasos de 2V cada uno, pueden acumular grandes cantidades de energía, podemos encontrarlas de diferentes capacidades.
- **Plomo-Ácido:** Pueden suministrar unas intensidades de corriente relativamente grandes, lo que las hacen ideales para los motores de arranque. Reciben el nombre de baterías de plomo "ácido" porque utilizan como electro-lito una disolución de ácido sulfúrico.

1.7.2 Baterías elegidas

Para obtener 3 días de autonomía en los meses de más radiación, es necesaria una capacidad de 1410 Ah. El modelo propuesto de batería que se va a usar es de la marca "NVSL020190WC0FB", tal y como podemos observar en sección 8.3. Son baterías estacionarias traslucidas de 12 vasos de 2V, su capacidad es de 1410 Ah, la ha sido obtenida para una temperatura e 250°C.

Después de un análisis hemos visto que la mejor elección esta en las baterías estacionarias teniendo en cuenta siempre la relación calidad/precio. Aunque el precio inicial sea ligeramente más elevado, la vida útil es mucho mayor y por consiguiente a la larga más económico.

1.7.3 Calculo de baterías

Debido a que la tensión de entrada de las placas es de 37,83V, tal y como se cita en la sección 8.1, y que se conectan 3 de estas placas en serie, tal y como se cita en sección 1.5, se deberan conectar en serie un mínimo de 5 baterías en serie. Esto lo podemos observar en la siguiente expresión matemática:

$$3 \cdot 37,83 \leq 5 \cdot 24 \rightarrow V_{placas} \leq V_{baterias} \rightarrow 113,49 \leq 120$$

Por otro lado debemos atender a los días de "guarda" máximos sin sol previstos en la zona de la instalación para mantener un suministro normal de funcionamiento. Como esta instalación prevé un crecimiento elevado ya que se comenzó dimensionando para el enganche de vecinos en

un futuro no muy lejano, se ha optado por instalar 5 filas en paralelo. Esto hace una capacidad máxima de carga de:

$$5 \cdot 1410Ah = 7050Ah$$

Esto nos facilita un tiempo bastante amplio de "guarda" para una vivienda normal, teniendo en cuenta que este tipo de baterías deben mantener al menos un 20% de batería para no reducir su vida útil.

1.8 Seguidor

1.8.1 Características

En las instalaciones fotovoltaicas para evitar el cálculo de inclinación existe la posibilidad de implementar un dispositivo capaz de aumentar la captación de la radiación solar y por lo tanto de aumentar la energía suministrada por la instalación. Este dispositivo del que hablamos es el seguidor solar, cuyo objetivo es como ya hemos mencionado el aumento de la captación de la radiación solar para lo cual necesita una superficie de captación que debe permanecer perpendicular a los rayos del sol durante el día y dentro de su rango de movimiento.

Los seguidores solares se clasifican según el tipo de movimiento que realicen en:

- Seguidor de un solo eje: La rotación para el ejercicio de captación se realiza sobre un solo eje, el cual puede ser horizontal, vertical u oblicuo. Este tipo de seguimiento tiene como ventaja que presenta un grado de complejidad bajo y su coste es menor que otro tipo de seguidores. Como desventaja tenemos que el ser de un solo eje no puede hacer un seguimiento completo del sol.
- Seguidor de dos ejes: El panel se mueve en dos ejes de forma que siempre se encuentra perpendicular al sol captando de esta forma la máxima energía posible. Con un sistema de seguimiento fiable se puede mejorar de forma notable la captación solar respecto a sistemas sin seguidor. Como ventaja que el rendimiento es mucho mayor pero cabe destacar que aumenta su precio.

1.8.2 Seguidor seleccionado

El seguidor seleccionado ha sido el "DEGERtracker D80", un sistema de seguimiento de dos ejes con una capacidad máxima de 31 módulos. La velocidad de viento de cálculo de 130Km/h , más que suficiente para la zona en la que nos encontramos.

En la figura 1.3, encontramos una imagen del seguidor seleccionado.



Figura 1.3: Imagen del seguidor seleccionado para la instalación

1.9 Inversor

1.9.1 Características

El inversor es aquel que se encarga de convertir la energía procedente de las placas solares, la cual toma valores continuos en el tiempo (corriente continua), en energía eléctrica alterna, apta para el uso común de las instalaciones y los receptores. Es por ello que los niveles de tensión de salida de este equipo deberán ser acordes a la normativa española, la cual citamos en la subsección 1.4.1. Las principales características son:

- **Nivel de tensión:** 230VAC
- **Tipo de onda:** sinusoidal
 - Sinusoidal pura
 - Onda adaptada

Otra de las características más importantes del inversor que debe cumplir es la de tener la misma tensión de entrada que la salida de las baterías, ya que esta conexión será directa sin ningún elemento que adapte los niveles. Por ese motivo la potencia del inversor ha de ser mayor o igual a la potencia almacenada por las baterías, recomendando siempre trabajar al 80 % de la potencia máxima, manteniendo así un margen de seguridad para impedir que el inversor se pueda degradar.

1.9.2 Inversor seleccionado

De acuerdo con la estimación de la demanda efectuada para la vivienda, serán suficientes con un inversor de 9Kw, que alimentará a la vivienda en caso de requerir más demanda, la cual será suministrada desde las baterías. El inversor propuesto para la instalación es "sunny tripower 9000TL".

Dicho elemento cuenta con ventilación forzada para evitar sobrecalentamiento y daños ocasionados por este tipo de fallo. Esta ventilación forzada permite el uso del inversor durante un periodo de tiempo prolongado y aumenta la vida útil del aparato. Al ser un equipo de onda senoidal permite su utilización sin las limitaciones y problemas de acoplamiento con las cargas e interferencias que presentan los no senoidales.

En caso de necesitar mas potencia para un futuro aumento de la instalación podrá conectarse en paralelo con el inversor uno nuevo que aumente la potencia manteniendo las características. En el siguiente enlace se encontrara mas información sobre las características del inversor.

1.10 Diodo Bypass

1.10.1 Características

Como se comenzó citando en la subsección 1.5.2, el diodo de bypass sigue para proteger de sombras a los paneles fotovoltaicos y su función principal es proteger la integridad del propio panel del que forma parte. Suelen encontrarse en la parte trasera de los paneles en las cajas de conexionado. El principio fundamental de esta protección es impedir que las células que conforman el panel fotovoltaico trabajen cerca de la zona de avalancha. Si atendemos al esquema de una célula solar fotovoltaica (figura 1.4), observamos que se trata de una fuente de corriente (I_L), un diodo que impide la circulación en sentido inverso, y unas resistencias propias del semiconductor.

Si ahora pasamos a conectar varias paneles juntos, como en el caso de nuestra instalación, obtendremos un esquema parecido al mostrado en la figura 1.5, donde podemos observar el funcionamiento de las placas conectadas entre sí. Si analizásemos ahora el comportamiento de una placa con sombra podremos ver que la corriente del resto de placas circula por las resistencia R_p y R_s , produciendo un calentamiento excesivo de las células, y el envejecimiento prematuro de las placas, incluso la destrucción de las mismas. Por ese motivo se ha decidido instalar un diodo de "BYPASS" que facilite un camino alternativo a la corriente en caso de que una placa quede oscurecida.

1.10.2 Diodo seleccionado

El diodo seleccionado ha sido el mostrado en la sección 8.5, atendiendo principalmente a un criterio de corriente y tensión, siendo aceptable por presentar una resistencia en conducción baja con el fin de facilitar así el camino a la conducción por fuera de la placa solar oscurecida. Se instalará un diodo por panel tal y como se ve en los planos adjuntos en este proyecto en el Capítulo 7, en especial en el plano titulado "Esquema general eléctrico de conexión".

Por otro lado cabe destacar que este diodo aguanta suficiente tensión como para instalarlo como diodo de bloqueo en esta instalación, tal y como se explicara en la sección 1.11.

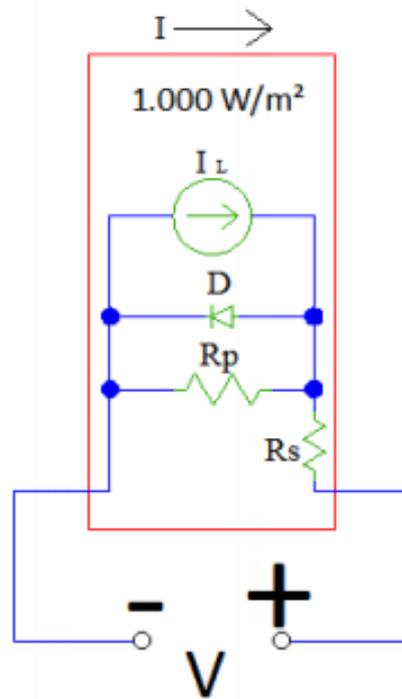


Figura 1.4: Esquema simplificado de una célula solar fotovoltaica

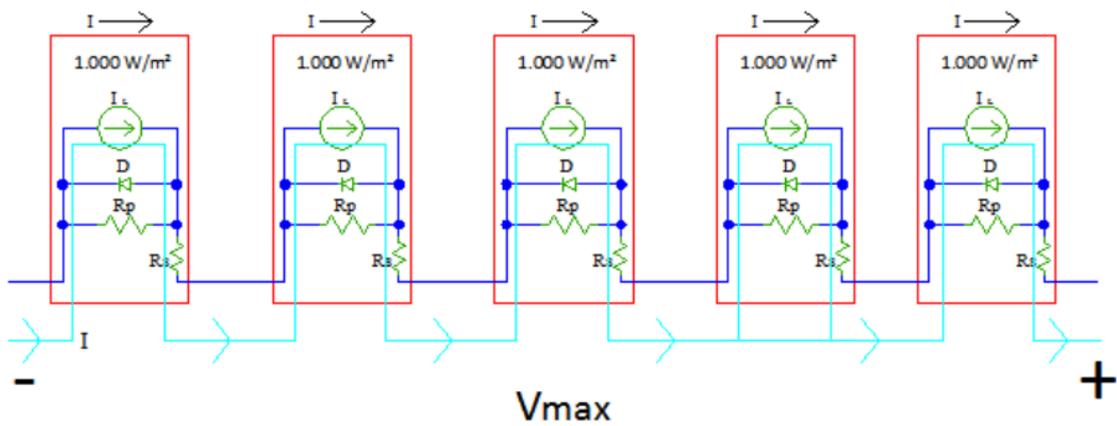


Figura 1.5: Esquema simplificado de varios paneles conectados

1.11 Diodo-bloqueo

1.11.1 Características

Del mismo modo que en la sección 1.10, este diodo protegerá nuevamente a las placas solares. En este caso la protección vendrá de una posible descarga de las baterías a través de las placas cuando estas no generen corriente, es decir, cuando atardezca o anochezca, o cuando todas queden oscurecidas ya sea de manera temporal o por algún otro motivo como un mantenimiento. Si este caso se diese el potencial electromagnético de las baterías sería elevado, ya que según se cito en la sección 1.7, están calculados para mantener días de guarda. Si analizamos la figura 1.6, observamos un funcionamiento normal de la instalación cuando las placas fotovoltaicas reciben radiación solar. Por otro lado si analizamos la figura 1.7 vemos que la corriente intenta circular en sentido contrario, descargando las baterías y circulando por las resistencia R_p y R_s , tal y como mostramos en la figura 1.4, degradando de nuevo las placas por calentamiento y estropeando la vida útil.

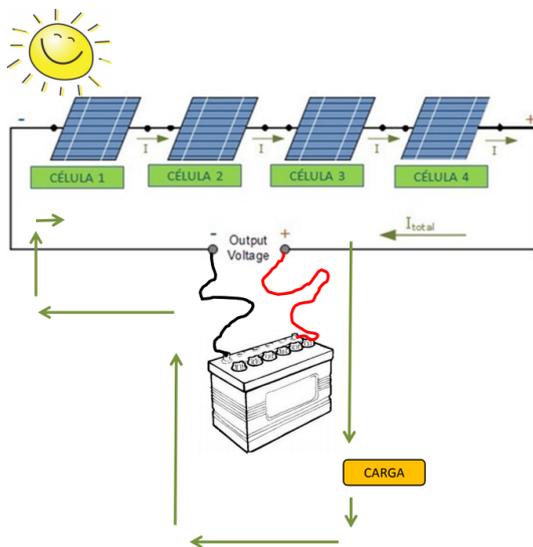


Figura 1.6: Funcionamiento normal durante el día del ciclo de carga

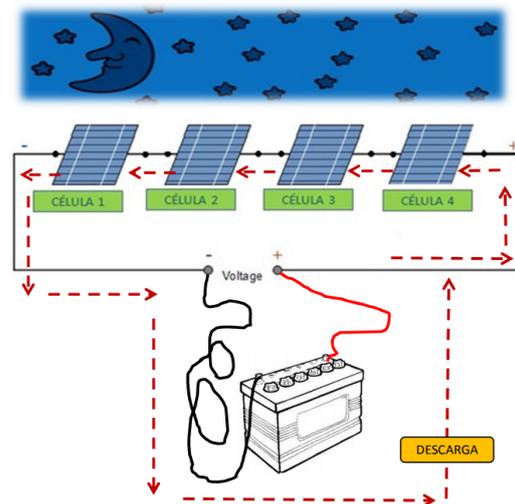


Figura 1.7: Funcionamiento anormal, descarga de baterías

1.11.2 Diodo seleccionado

Nuevamente se instalará un diodo por rama en paralelo, de este modo podremos utilizar el diodo descrito en la sección 1.10, y el elemento podrá ser mas barato y mantener así un mismo stock tanto para los diodos de bloque como los diodos de "Bypass"

1.12 Material necesario

1.12.1 *Programas utilizados*

- **Matlab:** para llevar a cabo el control del Flyback.
- **Autocad:** para realizar los planos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- **Excel:** Para realizar los cálculos de los elementos que componen el Flyback.
- **L^AT_EX:** Para la redacción del proyecto.

Capítulo 2

Memoria

En el siguiente apartado vamos a hablar de los diferentes componentes que integran nuestra instalación fotovoltaica a excepción del regulador. Hablaremos también de las diferentes posibilidades que ofrece el mercado y la selección realizada de ellos con los correspondientes argumentos. Haciendo más énfasis en aquellos elementos comerciales que conforman la instalación fotovoltaica aislada de los cuales obtendremos los datos necesarios para el cálculo del regulador de carga del tipo flyback.

2.1 Cableado

El cableado usado en el interior de la vivienda será el indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja de Tensión 842/2002, para una vivienda con electrificación elevada, según la ITC 25.

La tensión asignada para este tipo de cables en esta parte de la instalación no será inferior a 450/750V, según la ITC-BT-21.

Por tanto, el cable seleccionado, aparte de la característica anteriormente mencionada, tendrá un aislamiento de PVC, soportará una temperatura máxima de 70°C, será del tipo H07V-K y estará construido según la norma UNE 21.031.

El conexionado entre los paneles se realizará por medio de unos bornes alojados en el interior de una caja de registro situada en la parte trasera de los módulos fotovoltaicos, lo que permite que los paneles puedan agruparse en serie o en paralelo, según se precise.

En el interior de estas cajas de registro, junto a las bornes, se encuentran los diodos antirretorno que evitan el efecto isla, es decir, que cuando se estropee una de las células o simplemente no le llegue la radiación solar necesaria para su correcto funcionamiento impidan que actúen como receptoras de las restantes, quedando polarizadas de forma inversa, lo que ocasionaría la destrucción de la unión PN.

2.2 Tubos y canalizaciones

Los tubos empleados en el interior de la vivienda irán empotrados en la pared. Serán tubos flexibles de un diámetro que permita la correcta instalación y extracción de los cables o conductores aislados. Su diámetro según la ITC-BT-21, se elegirá en función de la sección del cable o conductor y del número de cables que se vayan a alojar en el interior del tubo.

Las canalizaciones para la parte exterior, correspondiente al campo fotovoltaico, se realizará mediante una canalización de tubo enterrado flexible.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita una fácil instalación y extracción de los cables o conductores.

2.3 Zanjas

En la instalación, debemos de disponer de una zanja. Dicha zanja alojara los tubos, que sirven de protección mecánica a los conductores y líneas de tierra, necesarios para el funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

El trazado de las zanjas va desde los módulos fotovoltaicos, hasta cada uno de los cuartos donde se albergan las baterías, reguladores e inversores.

Capítulo 3

Flyback

En el presente capítulo se calcularán los elementos necesarios para el diseño del regulador flyback. Se desglosará los diferentes cálculos que hemos ido desarrollando: ciclo de trabajo, cálculo de los elementos pertenecientes al secundario, cálculo del condensador de entrada, cálculo de interruptor, cálculo del transformador, cálculo de la red de ayuda de disparo del interruptor (snubber)

3.0.1 Definición

Flyback es la topología más conocida para fuentes de alimentación aisladas ya que puede suministrar múltiples salidas aisladas con un único transistor y una limitada cantidad de componentes externos. Sin embargo, una fuente de alimentación flyback presenta algunas características que pueden limitar su rendimiento general si no está correctamente optimizado su diseño.

Es un convertidor DC-DC con aislamiento galvánico entre la entrada y la salida.

Posee la misma estructura que un convertidor BOOST con un transformador en lugar de un inductor.

Debido a esto se pueden alcanzar varios ratios de conversión.

3.1 Ventajas

Hacen el sistema de alimentación más sencillo porque las tensiones se generan solo donde se necesitan.

Permiten un mejor manejo de la potencia, control de corriente de entrada, reducción de armónicos y un aumento en la seguridad. Tienen una gran eficiencia.

3.2 Cálculos

3.2.1 Cálculo del ciclo de trabajo

Habitualmente el ciclo de trabajo máximo podríamos seleccionarlo de forma arbitraria al 50%. Pero cuando tenemos un rango de entrada de voltaje amplio es importante optimizar la relación ciclo de trabajo máximo, n° de espiras, corriente pico y voltaje.

Para el cálculo del ciclo de trabajo debemos empezar asignando los valores del ciclo de trabajo.

$D_{min} = 0,3$ y $D_{max} = 0,5$, estos valores son elegidos, para el calculo de la relación de espiras y obtener los nuevos valores del D_{min} y D_{max} .

En primer lugar despejaremos la función en relación al n° de espiras utilizando el ciclo de trabajo mínimo D_{min} y la tensión máxima $V_{i,max}$ y a continuación seguiremos el mismo proceso pero esta vez utilizando la D_{max} y la $V_{i,min}$

$$V_o = \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{D}{1-D} \cdot V_i \quad (3.1)$$

$$\frac{N_2}{N_1} \leq V_o \cdot \frac{1 - D_{min}}{V_{i,max} \cdot D_{min}}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \leq 500 \cdot \frac{1 - 0,3}{150 \cdot 0,3}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \leq 7,77$$

$$\frac{N_2}{N_1} \geq V_o \cdot \frac{1 - D_{max}}{V_{i,min} \cdot D_{max}}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \geq 500 \cdot \frac{1 - 0,5}{60 \cdot 0,5}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \geq 8,33$$

Quedaría la siguiente condición:

$$8,33 \leq \frac{N_2}{N_1} \leq 7,77$$

Como se observa no se cumple la condición, con lo cual deberemos elegir otros ciclo de trabajo y observar si se cumple la condición, si se cumple procedemos a hacer un cálculo con el número de relación de espiras y elegimos un valor intermedio entre ellos. Finalmente volveríamos a

recalcular el ciclo de trabajo con nuestros nuevos valores. Probaremos con los siguientes datos: $D_{min} = 0,2$ y $D_{max} = 0,6$.

Se despeja en función de la relación de espiras en la Ecuación 3.1, con un ciclo de trabajo mínimo y por tanto una tensión de entrada de valor máximo:

$$\frac{N_2}{N_1} \leq V_o \cdot \frac{1 - D_{min}}{V_{i,max} D_{min}}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \leq 500 \cdot \frac{1 - 0,25}{150 \cdot 0,25}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \leq 10$$

Se despeja en función de la relación de espiras en la Ecuación 3.1, esta vez con un ciclo de trabajo máximo y por tanto una tensión de entrada de valor mínimo:

$$\frac{N_2}{N_1} \geq V_o \cdot \frac{1 - D_{max}}{V_{i,min} D_{max}}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \geq 150 \cdot \frac{1 - 0,55}{60 \cdot 0,55}$$

$$\frac{N_2}{N_1} \geq 6,81$$

Por lo tanto:

$$6,81 \leq \frac{N_2}{N_1} \leq 10$$

Como ya hemos comentado anteriormente si cumplía, elegiríamos un valor intermedio, en nuestro caso dicho valor es: $\frac{N_2}{N_1} = 8$ Es ahora cuando recalculamos el ciclo de trabajo con los nuevos valores.

Para D_{min} :

$$D_{min} = \frac{V_o}{V_o + \frac{N_2}{N_1} \cdot V_{i,max}}$$

$$D_{min} = \frac{500}{500 + 8 \cdot 150} = 0,29$$

Para D_{max} :

$$D_{max} = \frac{V_o}{V_o + \frac{N_2}{N_1} \cdot V_{i,min}}$$

$$D_{max} = \frac{500}{500 + 8 \cdot 60} = 0,51$$

Los valores con los que trabajaremos a continuación son: $D_{min} = 0,29$ y un $D_{max} = 0,51$.

3.3 Cálculos de los elementos pertenecientes al secundario

Para poder realizar una elección óptima debemos calcular el condensador de salida, el diodo y la resistencia de salida.

3.3.1 Cálculos de la resistencia de salida

Para calcular la resistencia de salida necesitamos la corriente máxima, la sacamos dividiendo la potencia máxima ($P_{o,max} = 450 \text{ W}$) entre la tensión de salida ($V_o = 500 \text{ V}$). Obteniendo una resistencia $I_{o,max} = 0,9 \text{ A}$. Obtenidas la tensión y la corriente máxima, la resistencia mínima es: $I_{o,max} = 0,9 \text{ A}$.

En este apartado se calcula el valor de nuestra resistencia

De la resistencia de salida se conoce su tensión que es la tensión de salida ($V_o = 500 \text{ V}$) y su potencia que es la potencia de salida ($P_{o,max} = 450 \text{ W}$), por lo tanto la corriente máxima que puede circular por la resistencia será de $I_{o,max} = 0,9 \text{ A}$. Conociendo la tensión y la corriente máxima, la resistencia mínima será de $R_{o,min} = 555 \text{ ohmios}$.

3.3.2 Cálculo del condensador de salida

Es el encargado del filtrado de la tensión de salida rectificando los picos procedentes de la conmutación del interruptor. Es el encargado de mantener el nivel de tensión para mantener la potencia constante en los semi periodos donde el "Flyback" entre en modo no conducción.

Para llevar a cabo el cálculo del condensador de salida debemos tener presente el rizado pico a pico, que en nuestro caso será:

$$\Delta V_{opp} = V_o \cdot 1\% = 5 \text{ V} \tag{3.2}$$

Sabiendo que :

$$\Delta V_{opp} \geq \frac{V_o \cdot D \cdot T_s}{R_{o,min} \cdot C_o} \tag{3.3}$$

De la Ecuación 3.3, se despeja C_o , considerando el ciclo de trabajo máximo, y para para simplificar la ecuación se pone en función de la corriente de salida máxima ($I_{o,max}$) y de la frecuencia (f).

$$C_o \geq \frac{D_{max} \cdot I_{o,max}}{\Delta V_{opp} \cdot f}$$

Sustituyendo queda que:

$$C_o \geq \frac{0,51 \cdot 0,9}{5 \cdot 100000} = 91,83 \mu F \geq 100 \mu F$$

Como el condensador comercial no existe se ha decidido instalar dos condensadores de $50 \mu F$.

Si se desea obtener mas información acceder a: ??

Se elige un condensador con una mayor capacidad para mantener un margen de seguridad, por lo tanto se elige un condensador de $3,3 \mu F$ y de tensión $V_{co} = 200V$ porque debe ser un valor superior a la tensión de salida.

Cálculo del diodo

Para el cálculo del diodo se ha de tener presente la intensidad media nominal $I_{D,AVG}$ y la tensión máxima que puede ser soportada por sus diferentes terminales.

Sabiendo que $P_{0,max} = 450$ y que $V_o = 500$ obtenemos la corriente media:

$$I_{D,AVG} = \frac{P_{o,max}}{V_o} \quad (3.4)$$

obteniendo como resultado $I_{D,AVG} = 0,9$

A continuación hacemos el cálculo del ánodo:

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot V_1 = 8 \cdot 150 = 1200V$$

Obtenido este valor y sabiendo que el cátodo es igual a nuestra tensión ($V_0 = 500$), sacamos la tensión mínima que contiene el diodo.

$$P_{conmut} + P_{cond} = 1700$$

A este valor obtenido le añadimos un 50

$$V_{D,AK} = 825V.$$

Esta tensión nos indica que la mejor elección entre nuestras posibilidades es la elección de un diodo Ultrafast de la marca " MULTICOMP" Para entrar más en detalle puede consultar ??.

En este apartado se han de calcular las pérdidas en el diodo, que se obtienen de la suma de las pérdidas en conducción y las pérdidas en conmutación.

Pérdidas en conmutación: Este cálculo lo comenzaremos obteniendo la carga eléctrica desplazada (Q_{RR})

$$Q_{RR} = \frac{1}{2} \cdot I_{RR} \cdot t_{RR} = \frac{1}{2} \cdot 100000 \cdot 75 \cdot 10^{-9} = 3,75 \text{ pC} \quad (3.5)$$

Debido a que este valor es casi nulo podemos intuir que las pérdidas en conmutación también van a serlo. Por lo tanto las pérdidas en el diodo contarán solo con las pérdidas en conducción dando como resultado:

$$P_{diodo} = P_{cond} = 1,4W \quad (3.6)$$

Una vez obtenidas las pérdidas en el diodo, como último paso observar si es necesario un disipador, para lo que habrá que calcular la temperatura de unión (T_j). Si el resultado es menor que 100°C no necesitaremos disipador, si de lo contrario supera este valor sí será necesario.

$$T_j = T_{AMB} + P_{diodo} \cdot R_{\theta JL} = 40 + 25 \cdot 1,4 = 75^\circ\text{C} \quad (3.7)$$

Cumple la condición. NO HACE FALTA DISIPADOR.

Cálculos de la resistencia de salida

Conociendo el valor de la potencia máxima y la tensión de salida obtenemos la máxima corriente que puede llegar a circular por la resistencia.

En este apartado se calcula el valor de nuestra resistencia.

De la resistencia de salida se conoce su tensión que es la tensión de salida ($V_o = 150 \text{ V}$) y su potencia que es la potencia de salida ($P_{o,max} = 150 \text{ W}$), por lo tanto la corriente máxima que puede circular por la resistencia será de $I_{o,max} = 1 \text{ A}$. Conociendo la tensión y la corriente máxima, la resistencia mínima será de $R_{o,min} = 150 \Omega$.

3.3.3 Cálculo del condensador de entrada

Ponemos un filtro pasivo del tipo capacitivo a la entrada del convertidor para atenuar el ruido. Este filtro es de tipo condensador y tiene que contener las siguientes características.

Para el cálculo de la capacidad del condensador se utiliza la tensión mínima de entrada y el ciclo de trabajo máximo, para obtener el valor del rizado pico a pico de la tensión de entrada se toma un valor de un 1% de la tensión de entrada, por lo tanto ($\Delta V_{ipp} = 600\text{mV}$).

Para calcular I_{ci} , se tiene en cuenta la distribución de las corrientes.

Durante el t_{OFF} la corriente que suministra el condensador será igual a la corriente media de entrada al convertidor. Por ello se aprovecha esta condición para el cálculo de la capacidad del condensador.

$$I_{cin} = I_{in,AVG} = \frac{D_{max}}{1 - D_{max}} \cdot I_o \cdot \frac{N_2}{N_1} \quad (3.8)$$

$$I_{cin} = C_{in} \cdot \frac{dV_{cin}}{dt} = C_{in} \cdot \frac{\Delta V_c}{\Delta t} \quad (3.9)$$

$$\Delta t = t_{OFF} = (1 - D_{max}) \cdot T_s \quad (3.10)$$

$$C_{in} \geq \frac{\frac{D_{max}}{1 - D_{max}} \cdot I_o \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot (1 - D_{max}) \cdot T_s}{\Delta V_{ipp}} = \frac{D_{max} \cdot I_o \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot T_s}{\Delta V_{ipp}} = \frac{0,51 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{600 \cdot 10^{-3}} \quad (3.11)$$

Vemos que $C_{in} \geq 612\mu F$, elegimos un condensador de mayor capacidad. con una tensión de 150V

3.3.4 Cálculo del interruptor

Para el cálculo de interruptor se precisa obtener la tensión máxima de este. Si la tensión es menor que 1000V será un MOSFET si por lo contrario es mayor de 1000 será un IGBT.

La tensión máxima se calculará de la siguiente manera:

$$V_{S,max} = V_{i,max} - V_p = V_{i,max} - \left(-\frac{N_1}{N_2} \cdot V_0 \right) = 150 - \left(-\frac{1}{8} \cdot 500 \right) = 212,5V \quad (3.12)$$

Como se observa en la ecuación (3.12), la tensión es inferior a 1000 por lo que utilizamos un mosfet. El seleccionado ha sido el PQPF9N50C de 500V. Para más información consultar la sección 8.7

Cálculo de las pérdidas totales del mosfet

Uno de los mayores inconvenientes de los semiconductores de potencia son sus pérdidas. Existen 3 tipos de pérdidas presentes.

- Pérdidas en conducción: Se produce cuando hay circulando corriente y el interruptor está cerrado.
- Pérdidas en conmutación: Producidas cuando un semiconductor pasa del estado de bloqueo a conducción y viceversa. Estas pérdidas dependen de la frecuencia de conmutación.
- Pérdidas en la carga: Al realizar la actividad de cargar el condensador y posteriormente descargar la carga a tierra cíclicamente es cuando se produce las pérdidas de carga. Estas perdidas se calculan con el producto de la carga total. la frecuencia y de la tensión (V_{dr})

Una vez nombradas vamos a proceder al cálculo de cada una de ellas:

1. **Pérdidas en conducción:** Se calculan de la siguiente manera:

$$I_{s,RMS} = \sqrt{D_{max}} \cdot I_{s,avg} \quad (3.13)$$

Donde la corriente media que circula por el mosfet:

$$I_{s,avg} = \frac{N_2}{N_1} \cdot I_o \cdot \frac{D_{max}}{1 - D_{max}} = 8 \cdot 0,9 \cdot \frac{0,51}{1 - 0,51} = 7,5A \quad (3.14)$$

Por lo tanto se obtiene como resultado que la corriente eficaz por el mosfet es:

$$I_{s,RMS} = \sqrt{D_{max}} \cdot I_{s,avg} = \sqrt{0,51} \cdot 8,32 = 5,4A \quad (3.15)$$

Aumentaremos el valor de la corriente del interruptor en un 60 % para obtener un mayor margen de seguridad, por lo que nuestra nueva corriente eficaz del interruptor es $I_{s,RMS} = 8,57 A$.

Obtenido este valor pasamos a calcular cual serían las perdidas en conducción.

$$P_{conduccion} = I_{s,RMS}^2 \cdot R_{DS} = 8,57^2 \cdot 0,8 = 58,8 W \quad (3.16)$$

2. **Pérdidas en conmutación:** Se calcula con la suma de las perdidas en modo encendido más las pérdidas en modo apagado.

Para las pérdidas en modo encendido, ($P_{TURN-ON}$) solo tendremos presente el tiempo de subida ya que en el de retardo no hay pérdidas. Estas pérdidas se encuentran en la zona de crecimiento es por ello que se puede decir que es lineal aunque forme parte de un exponencial. En el momento en el que la corriente (I_d) sea igual a (I_o) se apagará el diodo.

La corriente (I_d) se mantiene en (I_o) debido a la carga inductiva, por lo que la tensión baja.

- ($P_{TURN-ON}$): En este apartado, para el cálculo deberemos tener presente los siguientes valores:
- $I_a = 5,04A$
- $V_{i,max} = 150V$
- $V_o = 500V$
- $\frac{N_2}{N_1} = 8$
- $t_r = 140p$
- $f = 100000$

Comenzamos con los siguientes cálculos, los cuales son indispensables para llegar donde queremos.

$$I_{p,avg} = \frac{I_o}{1 - D_{max}} \cdot \frac{N_2}{N_1} = \frac{0,9}{1 - 0,51} \cdot 8 = 14,7A \quad (3.17)$$

$$\Delta I_p = \frac{V_{i,min} \cdot D_{max}}{L_p \cdot f} = \frac{60 \cdot 0,51}{52\mu \cdot 100000} = 19,31A \quad (3.18)$$

Quedando:

$$I_a = I_{p,avg} - \frac{\Delta I_p}{2} = 14,7 - \frac{19,31}{2} = 5,05A \quad (3.19)$$

Obtenidos todos los datos, ya podemos calcular las pérdidas en modo encendido.

$$P_{TURN-ON} = I_a \cdot \left(V_i + V_o \cdot \frac{N_p}{N_s} \right) \cdot \frac{t_r}{3} \cdot f = 5,04 \cdot 212,5 \cdot \frac{14 \cdot 10^{-8}}{3} \cdot 100000 = 5W \quad (3.20)$$

- ($P_{TURN-Off}$): En el modo apagado al igual que en el modo encendido solo se tendrá en cuenta el tiempo de subida ya que en el de retardo como ya hemos mencionado anteriormente no hay pérdidas

$$P_{TURN-OFF} = I_a \cdot \left(V_i + V_{zener} \right) \cdot \frac{t_f}{3} \cdot f = 5,04 \cdot 200 \cdot \frac{125 \cdot 10^{-9}}{3} \cdot 100000 = 4,2W \quad (3.21)$$

Sumando las pérdidas en modo encendido y modo apagado obtenemos las pérdidas en conmutación:

$$P_{TURN-ON} + P_{TURN-OFF} = 5 + 4,2 = 9,2W \quad (3.22)$$

3. **Pérdidas en carga:** En este apartado concluimos con las pérdidas de carga que son las que nos falta para llegar a las pérdidas totales .

$$P_{carga} = f \cdot Q_{tot} \cdot V_{dr} = 100000 \cdot 35 \cdot 10^{-9} \cdot 15 = 0,05W \quad (3.23)$$

4. **Pérdidas totales:** Ya obtenidas las 3 pérdidas de conducción, conmutación y carga, podemos calcular las pérdidas totales.

$$P_{totales} = P_{conduccion} + P_{conmutacin} + P_{carga} = 58 + 9,2 + 0,05 = 68W \quad (3.24)$$

Llegados a este punto nos preguntamos si es necesario un disipador. Para ello habrá que hacer los cálculos pertinentes

Cálculos pertinentes para cerciorar si es necesario un disipador

El disipador es un elemento cuya función es bajar la temperatura de ciertos elementos. Se basa en la ley cero de termodinámica , transfiriendo el calor al aire.

$$P_{totales} = \frac{T_j - T_{amb}}{R_{\theta,JA}} \quad (3.25)$$

Se comprueba si la temperatura de unión es mayor a la máxima permitida y en tal caso, se ha de hallar un disipador:

$$T_J = T_{amb} + P_{totales} \cdot R_{\theta,JA} = 40 + 68 \cdot 62,5 = 4290^{\circ}C \quad (3.26)$$

Como podemos ver supera con mucha diferencia la temperatura máxima permitida.

3.3.5 Cálculo del transformador

El transformador es un elemento pasivo cuya finalidad es dar aislamiento galvánico entre la entrada y la salida y aplicar una relación de transformación entre tensión (corriente) de la salida y la entrada.

Estos transformadores tienen la ventaja de que son capaces de aumentar o disminuir la tensión y la intensidad de la corriente eléctrica para hacer funcionar un determinado elemento.

En este punto sacaremos el tamaño del transformador con presencia del núcleo y de los devanados.

En este apartado averiguamos el tamaño del transformador teniendo en cuenta el núcleo y los devanados con la siguiente formula.

Cálculo del número de espiras

Tras el cálculo del área de la sección trasversal, se puede calcular el número de espiras que se arrollan del devanado primario mediante la Ecuación 3.27.

$$N_1 = \frac{10^8 \cdot V_{inmin} \cdot \frac{1}{f} \cdot D_{max}}{\Delta B \cdot A_c} = \frac{10^8 \cdot 60 \cdot \frac{1}{100000} \cdot 0,51}{2017,51 \cdot 2,11} = 7,19 \quad (3.27)$$

Redondeando pasaríamos a 8 pero para mantener un margen de seguridad cogemos el valor de $N_1 = 9$ Obtenido este valor, pasamos a calcular el valor de las espiras en el secundario de la siguiente manera:

$$N_s = N_p \cdot \frac{N_2}{N_1} = 9 \cdot 8 = 72 \quad (3.28)$$

Determinación del tamaño del núcleo

El tamaño del núcleo es común expresarlo mediante el producto del área efectiva del núcleo A_e y del área de ventana A_w . Ambas áreas están inferiormente limitadas, la primera por pérdidas por histéresis o saturación y la segunda por motivos térmicos o problemas de espacio.

Para el tamaño del núcleo utilizaremos la siguiente fórmula:

$$A_p = W_a \cdot A_c = \frac{10^8 \cdot P_o}{K_t \cdot \Delta B \cdot f \cdot J} \quad (3.29)$$

Para ello debemos tener claro nuestros valores.

- $P_o = 450 \text{ W}$
- $K_t = 0,2$
- $\Delta B = 2017,52$

El valor de K_t es el resultado del producto de (K_u) que determina el porcentaje máximo de ventana, y (K_p) que nos indica si hay mas de un devanado como es el caso de éste , ya que es un Flyback. Estos valores se sacan de la siguiente tabla:

| Convertidor | K_u | K_p | $K = K_u \cdot K_p$ |
|-----------------------------------|-------|-------|---------------------|
| Buck en ambos modos de conducción | 0.7 | 1 | 0.7 |
| Boost en conducción discontinua | 0.7 | 1 | 0.7 |
| Flyback en conducción continua | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| Flyback en conducción discontinua | 0.4 | 0.5 | 0.2 |

Tabla 3.1: Valores del factor K para el calculo del área del producto

Para finalizar el tamaño del núcleo, ya solo tenemos que sustituir las incógnitas por los datos pertinentes , quedando el siguiente resultado.

$$A_p = W_a \cdot A_c = \frac{10^8 \cdot 450}{0,2 \cdot 2017,52 \cdot 100000 \cdot 400} = 2,78 \text{ cm}^4$$

Obtenido este valor, busco un núcleo superior a este lo mas cercano posible. En nuestro caso hemos elegido un núcleo de "FERROXCUBE" modelo ETD49 donde nuestro núcleo tiene un área de $5,7 \text{ cm}^4$

Cálculo de la inducción magnética máxima

Al tratarse de un Flyback la inductancia magnetizante del transformador es atravesada por un nivel de corriente DC al que se superpone un rizado triangular, donde su componente esencial es la frecuencia de conmutación.

Con la siguiente fórmula obtendremos el valor de las perdidas en el núcleo con lo que a continuación podremos sacar la inducción magnética máxima.

$$P_n = a \cdot f^c \cdot B_{max}^d \quad (3.30)$$

$$\beta_{max} = \left(\frac{P_n}{a \cdot \left(\frac{f}{1000}\right)^c} \right)^{\frac{1}{d}} \quad (3.31)$$

$$\beta_{max} = \left(\frac{68}{0,04 \cdot \left(\frac{100000}{1000}\right)^{1,71}} \right)^{\frac{1}{0}} = 850G.$$

Los valores a, c y d son valores dados por el fabricante.

| Material | Frecuencia | a | c | d |
|-------------------|---------------------------|------|------|------|
| R, 35G, N87, 3C90 | 100 KHz \leq f < 500KHz | 0.04 | 1.71 | 2.72 |

Tabla 3.2: Constantes calculadas para el ajuste de la curva

Cálculo de las inductancias magnetizantes del primario y del secundario

Hemos elegido un 35 % de la corriente eficaz para el valor de la corriente máxima de ondulación. A continuación le mostraremos los diferentes cálculos hasta llegar al valor de la inductancia magnetizante.

$$\Delta I_s = \frac{I_{o,max}}{1 - D_{max}} \cdot 0,35 = \frac{0,9}{1 - 0,51} \cdot 0,35 = 0,64A \quad (3.32)$$

Una vez obtenido el valor de la corriente eficaz de salida el siguiente paso a realizar es la inductancia magnetizante del primario.

$$L_s = \frac{(500) \cdot (1 - 0,51)}{0,73 \cdot 100000} = 3810 \mu H$$

$$L_p = L_s \cdot N_{ps}^2 = 3810\mu \cdot \frac{1^2}{8} = 59,5 \mu H \quad (3.33)$$

Por lo que debemos buscar una inductancia de $60\mu H$

Cálculo de la longitud del entrehierro

Como ya hemos obtenido el número de espiras anteriormente ahora podemos dar paso al cálculo del entrehierro. Con el entrehierro ajustamos el valor de la inductancia, con el efecto de disminuir la permeabilidad magnética del núcleo disminuyendo de esta manera la inductancia del inductor.

Longitud del entrehierro:

$$L_g = \frac{N_1^2 \cdot A_c \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{L_p} = \frac{9^2 \cdot 2,11 \cdot 10^{-4} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{59,5 \cdot 10^{-6}} = 0,360 \text{ mm} \quad (3.34)$$

A continuación el siguiente paso a realizar es el cálculo de los diámetros, d_1 y d_2 . Teniendo en cuenta mis valores de área del cobre tanto de primario como de secundario.

- $A_{cu1} = 0,013$

- $A_{cu2} = 0,002$

Por lo que:

$$A_{cu1} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = 0,013 \text{ mm} \quad (3.35)$$

$$d_1 = 1,31 \text{ mm}$$

$$A_{cu2} = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = 0,002 \text{ mm} \quad (3.36)$$

$$d_2 = 0,45 \text{ mm}$$

Para concluir debemos analizar si este núcleo nos sirve y para ello se tiene que llevar a cabo la siguiente condición.

$$N_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} + N_2 \cdot \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} < A_w \cdot K$$

$$9 \cdot \frac{\pi \cdot 1,31^2}{4} + 72 \cdot \frac{\pi \cdot 0,002^2}{4} < 273 \cdot 0,2$$

$$12,13 < 54,6$$

El núcleo escogido es valido ya que la condición desarrollada se cumple correctamente.

3.3.6 Cálculo red snubber

Comenzamos calculando la inductancia de fugas para ello hay que tener presente los siguientes datos:

$$L_p = 52 \mu H \quad (3.37)$$

inductancia del primario = 0.02 H

$$L_{fugas} = 0,02 \cdot L_p = 0,02 \cdot 59 \mu H = 11,8 \mu H \quad (3.38)$$

Seguidamente, obtenido este valor pasamos a calcular la energía de fugas.

$$E_{fugas} = \frac{1}{2} \cdot L_{fugas} \cdot I_{P,peak}^2 = \frac{1}{2} \cdot L_{fugas} \cdot I_{P,peak}^2 \quad (3.39)$$

Sabiendo que:

$$\Delta I_p = 19,3 \quad I_{p,avg} = 14,7A$$

$$I_{p,peak} = I_{p,AVG} + \frac{\Delta I_p}{2} = 24,4A \quad (3.40)$$

Sustituimos los valores en la ecuación y calculamos la energía de fugas.

$$E_{fugas} = \frac{1}{2} \cdot 1,04\mu \cdot 24,4^2 = 3,09 \cdot 10^{-6} J \quad (3.41)$$

Vamos a escoger una $V_{zener} = 550$ para que el resultado de las pérdidas sean valores razonables.

Para concluir averiguamos la perdida de potencia zener.

$$P_{zener} = E_{fugas} \cdot \frac{V_{zener}}{V_{zener} - V_o \cdot \frac{N_p}{N_s}} \cdot f = 3,53 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{450}{450 - 500 \cdot \frac{1}{8}} \cdot 100000 = 40W \quad (3.42)$$

Control Flyback

En este capítulo hablaremos de la parte de control del Flyback para que sea robusto, estable y rápido. Hablaremos también del modo tensión y modo corriente. Este diseño se va a realizar en el dominio de la frecuencia aunque se mostraran los resultados también en el lugar de las raíces para ello utilizaremos Matlab.

4.1 Código de matlab

En el presente apartado hablaremos del programa de matlab utilizado para el cálculo del control en modo tensión. Partiremos con los datos de los elementos comerciales seleccionados en el Capítulo 3 para posteriormente utilizar la herramienta de Matlab "sisotool" la cual permitirá posicionar los polos y ceros necesarios en el dominio de la frecuencia. Para la correcta comprensión de este programa se necesita contar con conocimientos previos de matlab, así como con nociones de control.

En el Listing 4.1, comenzamos con unos comando de iniciación del programa, cerrando todas las ventanas abiertas, limpiando la "comand windows" y limpiando las variables guardadas en memoria. Tras esto se configura la manera de mostrar los datos que calculemos, en formato corto (unicamente 4 decimales) y formato compacto. Tras esto se han introducido los datos de los elementos comerciales que teníamos previamente calculados.

Con el fin de facilitar la posterior lectura de datos y evitar algún posible error se utiliza la función "disp" la cual mostrara el texto encerrado entre la comilla en la "comand windows"

Listing 4.1: Datos de partida del Flyback para un control modo tensión

```

%-----
%----- CONVERTIDOR FLYBACK MODO TENSION -----
%-----

clear all;
clc;
close all;
format short;
format compact;

%% Datos Iniciales de partida

disp('La tensión de entrada es:')
Vin = 60 % Tensión de entrada normalizada

disp('La tensión de salida es:')
Vout = 500 % Tensión de salida normalizada

disp('La corriente de salida es:')
Iout = 0.9 % Corriente de salida
normalizada

disp('La frecuencia de salida es:')
fs = 100000 % Frecuencia de conmutación

disp('La relación de transformación es:')
N = 1/8 % N1/N2 Relación del trafo

%% Datos calculados de partida

disp('La resistencia de carga es:')
R = Vout/Iout % Resistencia de carga
normalizada

disp('El ciclo de trabajo es:')
D = Vout/(Vout+Vin/N) % Ciclo de trabajo del
convertidor

disp('el periodo de conmutacion es:')
Ts = 1/fs % Periodo de conmutación
del convertidor

```

A continuación, en el Listing 4.2, mostraremos la parte del código en la que añadimos la capacidad del filtro de salida, y de la inductancia del primario, así como la resistencia interna del condensador ESR. Es necesario introducir la ganancia de sensado y la amplitud de la rampa del control, ya que son datos necesarios para los cálculos

Listing 4.2: Datos introducidos tras el calculo del regulador

```

%% Datos tras el diseño del regulador (inductancia y
    filtro)

disp('La inductancia magnetica del transformador es:')
Lm1 = 52e-6 % Inductancia magnetizante
    del transformador

disp('La capacidad del condensador del filtro de
    salida es:')
C = 1e-6 % Capacidad del filtro de
    salida

disp('La resistencia interna del condensador de
    filtrado es:')
Rc = 0.06 % ESR del condensador de
    filtrado

%% Datos para el control

disp('Ganancia de sensado del modo tension:')
beta = 0.10; % Ganancia del sensado de
    tensión

disp('Amplitud de la rampa del modular de ancho de
    pulso PWM')
Vpp = 1.9; % Amplitud de la rampa del
    modulador PWM

%% Datos obtenidos del control

Fm = 1/Vpp;
Lp = Lm1/(N^2);
Vip = Vin/N;
pause;

```

A continuación, en el Listing 4.3 pasamos al calculo de todas las funciones necesarias para realizar la función de transferencia del regulador, la cual utilizaremos para el calculo del control. Es de especial importancia por eso que en este momento revisemos la "comand windows" donde se han mostrado todos los datos anteriores, en busca de algún error en la introducción de los datos. Como se puede observar en la ultima linea del programa, es la llamada a la herramienta anteriormente citada "Sisootol", la cual tiene el aspecto inicial mostrada en la figura 4.1.

Listing 4.3: Calculo de la función de transferencia

```

%FDT del convertidor

disp('Pulsación de resonancia')
omega_n = (1/(Lp*C)^(1/2))*(1-D)

% Pulsación de resonancia

disp('Posicion del cero del filtrado de salida')
omega_z1 = 1/(Rc*C)

% Cero de la ESR del condensador

disp('Posicion del cero de FASE NO MINIMA')
omega_z2 = ((1-D)*(1-D)*R)/(D*Lp)

% Cero de fase no minima

disp('Factor de amortiguamiento')
psi = (sqrt(Lp/C))/(2*R*(1-D))

% Factor de amortiguamiento

disp('Ganancia estatica del convertidor')
Gdo = Vip/((1-D)*(1-D))

% Ganancia estática

numGvd = (Gdo*omega_n^2)*[(-1/(omega_z1*omega_z2))
((1/omega_z1)-(1/omega_z2)) 1]; % Numerador de
Gvd
denGvd = [1 (2*psi*omega_n) (omega_n^2)];
%

Denominador de Gvd
Gvd = tf(numGvd, denGvd);

% Fdt Gvd
Tvsinreg = beta*Fm*Gvd;

% Fdt en lazo abierto

sisotool(Tvsinreg);

% Herramienta para el diseño del regulador

```

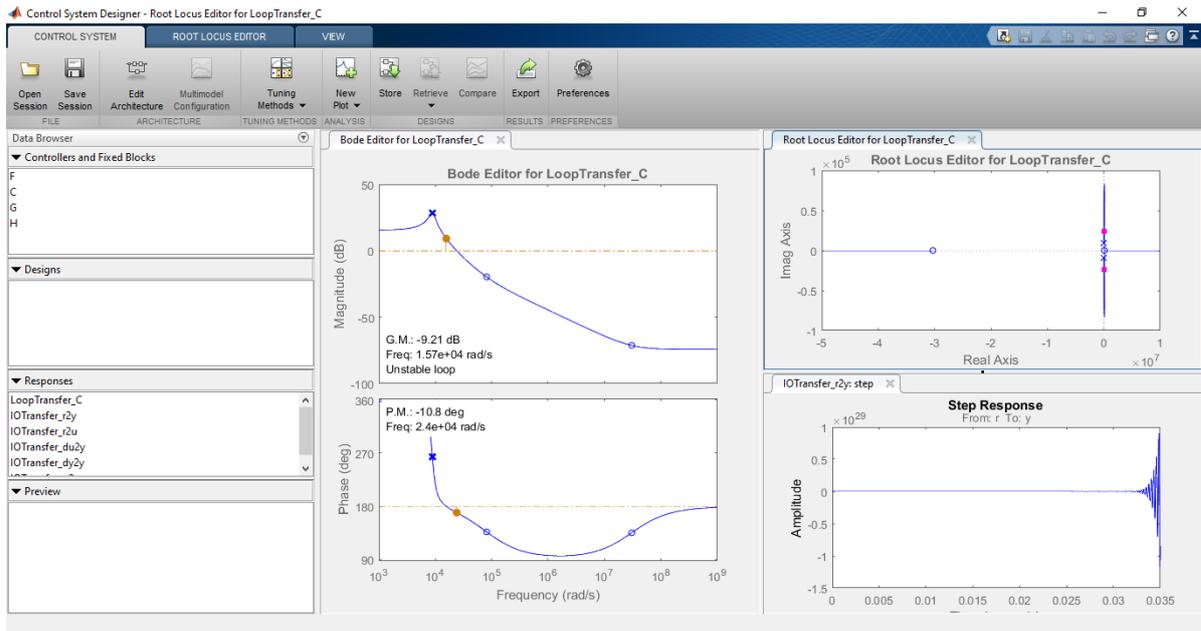


Figura 4.1: Herramienta para el diseño del control en el dominio de la frecuencia

4.2 Resultados obtenidos

En esta sección mostraremos los datos obtenidos tras posicionar los zeros y polos en los puntos adecuados para el control. Este control es en un solo lazo, en el de tensión, aunque se podría añadir un lazo mas rápido de corriente para mejorar el funcionamiento del regulador. Es importante observar la respuesta a partir de la cual se podría volver inestable, ya que los rangos de trabajo del regulador han de ser estables para los ciclos de trabajo definidos en subsección 3.2.1.

Por otro lado en el lugar geométrico de las raíces, gráfica representada por el título "Root Locus", debemos observar que todos los polos y ceros quedan al lado izquierdo del eje imaginario, de este modo podremos asegurar con certeza que el comportamiento es estable.

En figura 4.2 observamos en el dominio de la frecuencia en el cual se han insertado los polos y los ceros, para intentar conseguir la forma adecuada teniendo en cuenta los grados.

4.3 Conclusión

Añadiendo los polos y los ceros necesarios hemos alcanzado la respuesta "deseada" por lo que llegaríamos a la conclusión de que nuestro objetivo se ha cumplido

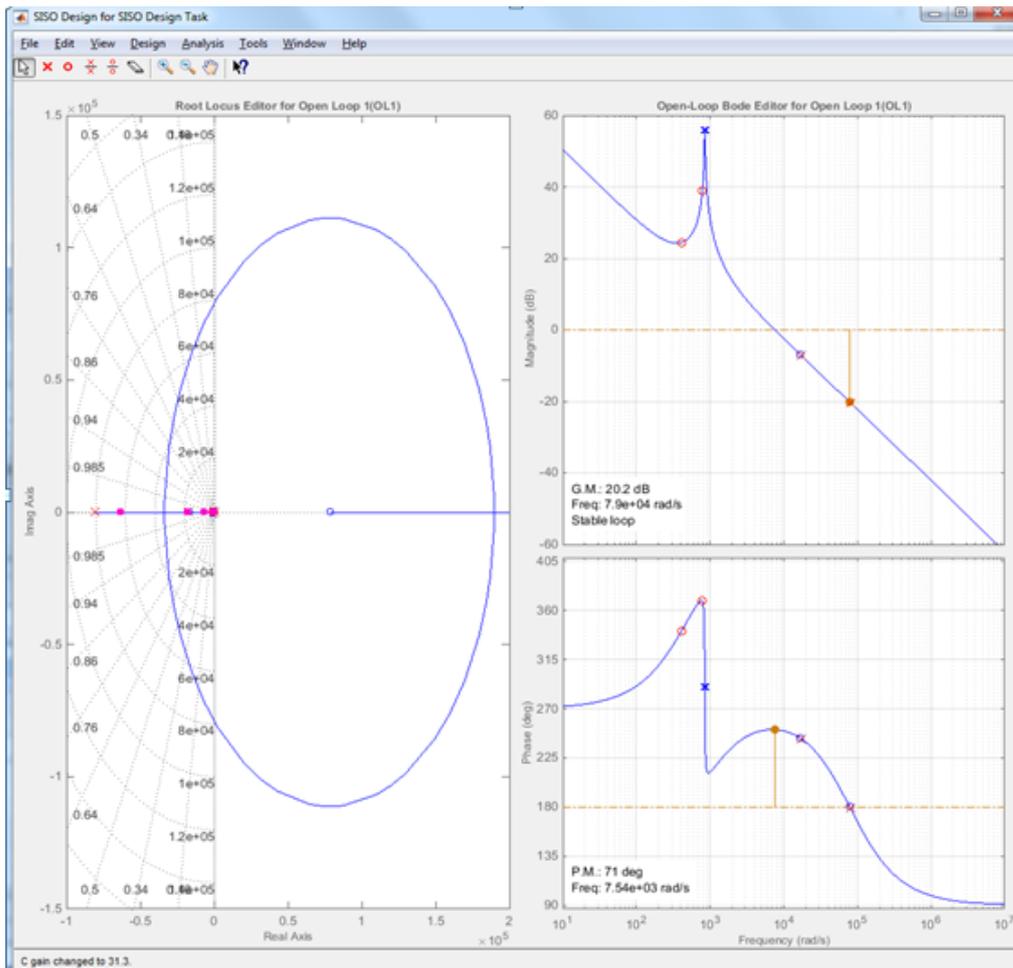


Figura 4.2: Posición de los polos en el dominio de la frecuencia

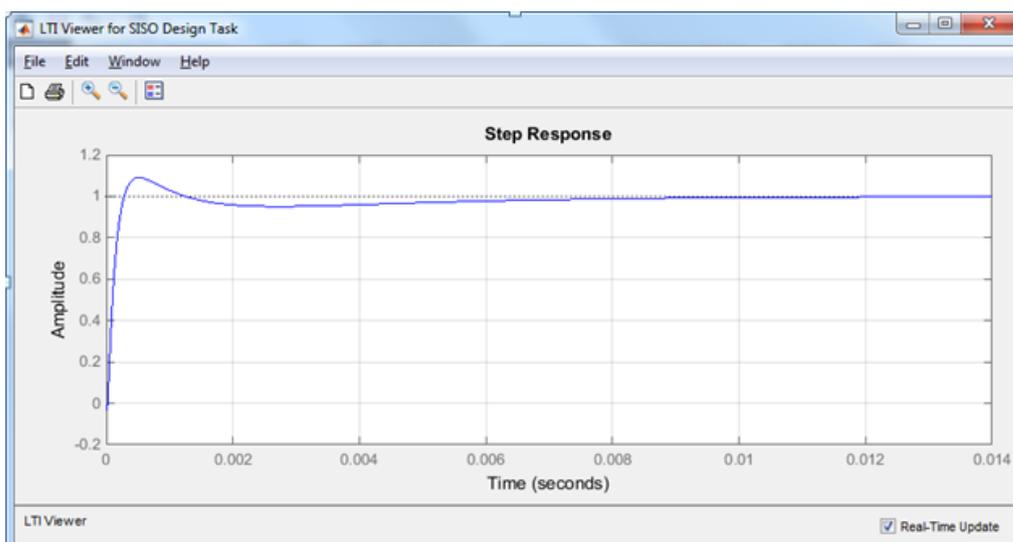


Figura 4.3: Respuesta ante el escalón unitario

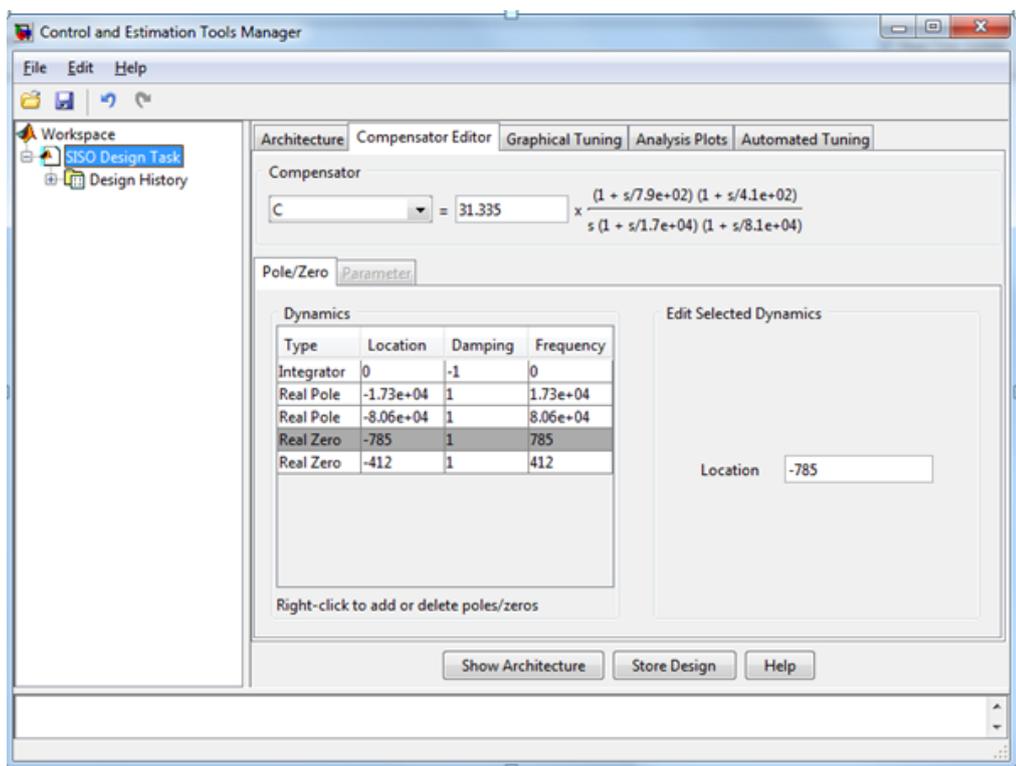


Figura 4.4: Posición geométrica de los polos y zeros

Capítulo 5

Conclusiones

Con este proyecto he querido adquirir la destreza suficiente para poder llevar a cabo un proyecto con independencia para incorporarme al mercado laboral y tener esa fase superada.

La elección del tema es debida a mi gran interés por las energías renovables y me pareció una instalación fotovoltaica con convertidor "flyback" la mejor opción. En este proyecto ha sido necesario la utilización de programas como "Matlab" y "Autocad" de los cuales no tenía mucha soltura y quería proponerme un proyecto en el que superara esas trabas. Ya que son programas muy utilizados en la industria.

Además para la realización de este proyecto era necesario hacer uso de "Matlab" y me servido para aprender a manejarlo con soltura, ya que es importante porque es un programa muy utilizado en la industria. He querido dimensionar una instalación fotovoltaica con elementos comerciales y de fácil acceso para poder llevar a cabo proyectos de este tipo a pesar de que no haya llevado a cabo el diseño del convertidor por falta de tiempo.

He querido realizar el control en el dominio de la frecuencia ya que durante la carrera este aspecto del control ha sido desconocido. Este control además da elementos reales para el montaje, mientras que los vistos en clase son controles para implementar en microcontroladores, o DSP.

He querido realizar un proyecto de tipo electrónico ya que el máster en el que estoy matriculada esta relacionado con la sensorización y la medida de señales muy pequeñas para realizar aparatos médicos, y creo que este es un buen camino para afrontar futuros problemas docentes o laborales.

Capítulo 6

Bibliografía

Gabriel Garcerá Sanfelín, Emilio Figueres Amorós, Antonio Abellán García. *"Conversores conmutados: circuitos de potencia y control"*. Universidad Politécnica de Valencia.

Noemí Jiménez Redondo, Ana Pozo Roz. *"Electrónica de Potencia (manuales)"*

Benavent García Jose Manuel, Abellán García Antonio, Figueres Amorós Emilio. *"Electrónica de potencia"*

Alvaro Giménez Pérez *Diseño y simulación de un convertidor Flyback para una instalación fotovoltaica*

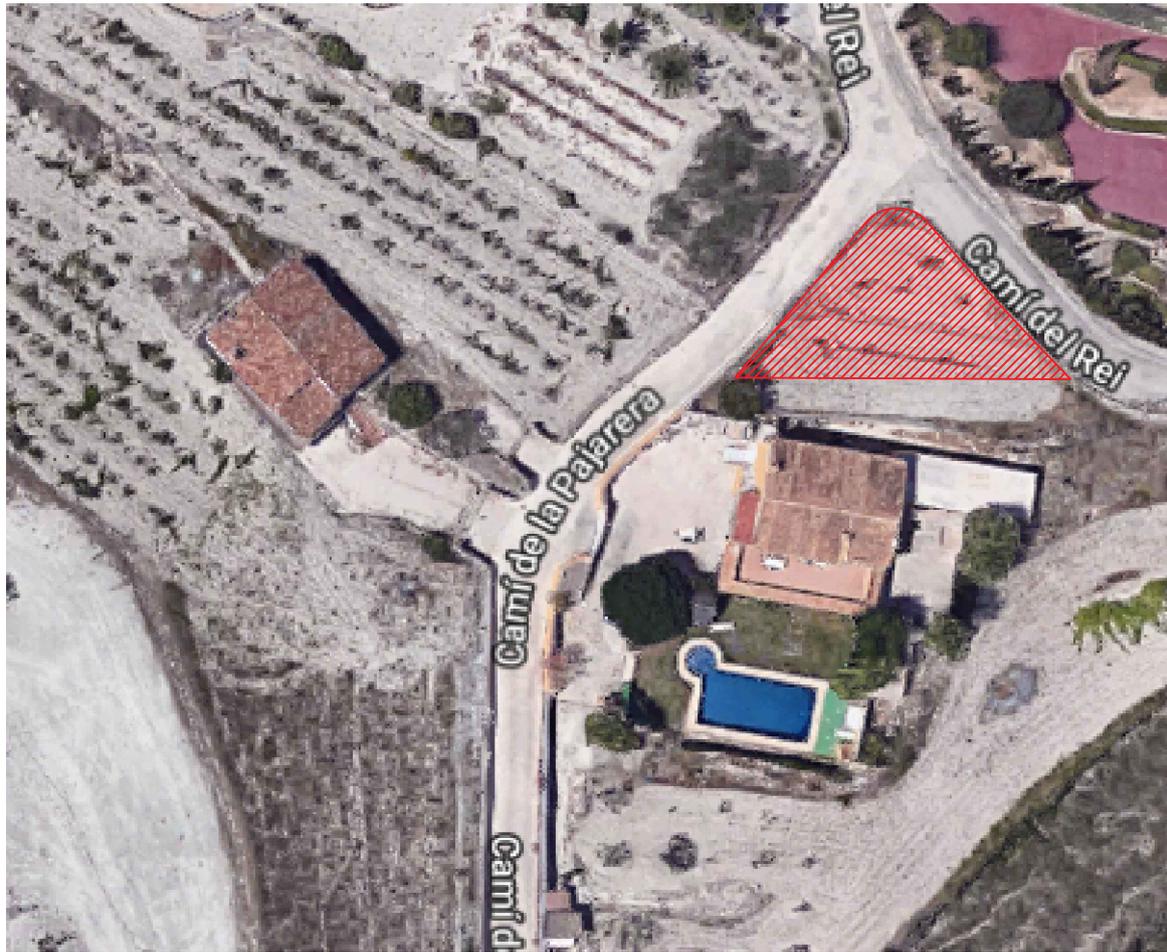
Mariano Molina Toboso *Diseño de un convertidor DC-DC Flyback para aplicación fotovoltaica*

Matlab: Lider mundial en desarrollo de Software para cálculo técnico. Pagina oficial de Matlab

Capítulo 7

Planos

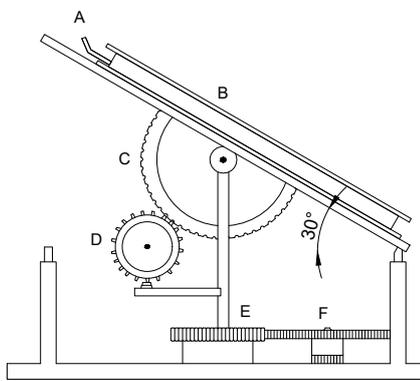
En este capítulo mostraremos los planos necesarios para definir la instalación fotovoltaica, así como para facilitar al lector la comprensión de la estructura del convertidor. En este capítulo encontraremos planos de situación geográfica de la instalación, planos del detalle del conexionado de módulos fotovoltaicos, planos de esquemas del convertidor...



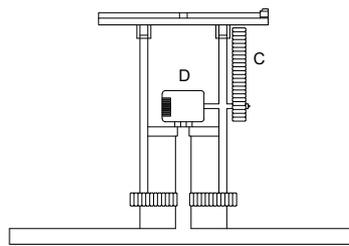
| | | |
|---|--------------------------------------|--|
| TITULO: | | |
| Instalación fotovoltaica, convertidor Flyback | | |
| Diseñado: Lara Hernández Pastor | FIRMA: | |
| Revisado: Marcos Pascual Molto | FIRMA: | |
| ESCALA: N/A | PLANO: | |
| FECHA: 01/10/18 | Plano de situación de la instalación | |



| | | |
|---|--------------------------------------|--|
| TITULO: | | |
| Instalación fotovoltaica, convertidor Flyback | | |
| Diseñado: Lara Hernández Pastor | FIRMA: | |
| Revisado: Marcos Pascual Molto | FIRMA: | |
| ESCALA: | PLANO: | |
| N/A | Plano de situación de la instalación | |
| FECHA: | | |
| 01/10/18 | | |



VISTA LATERAL

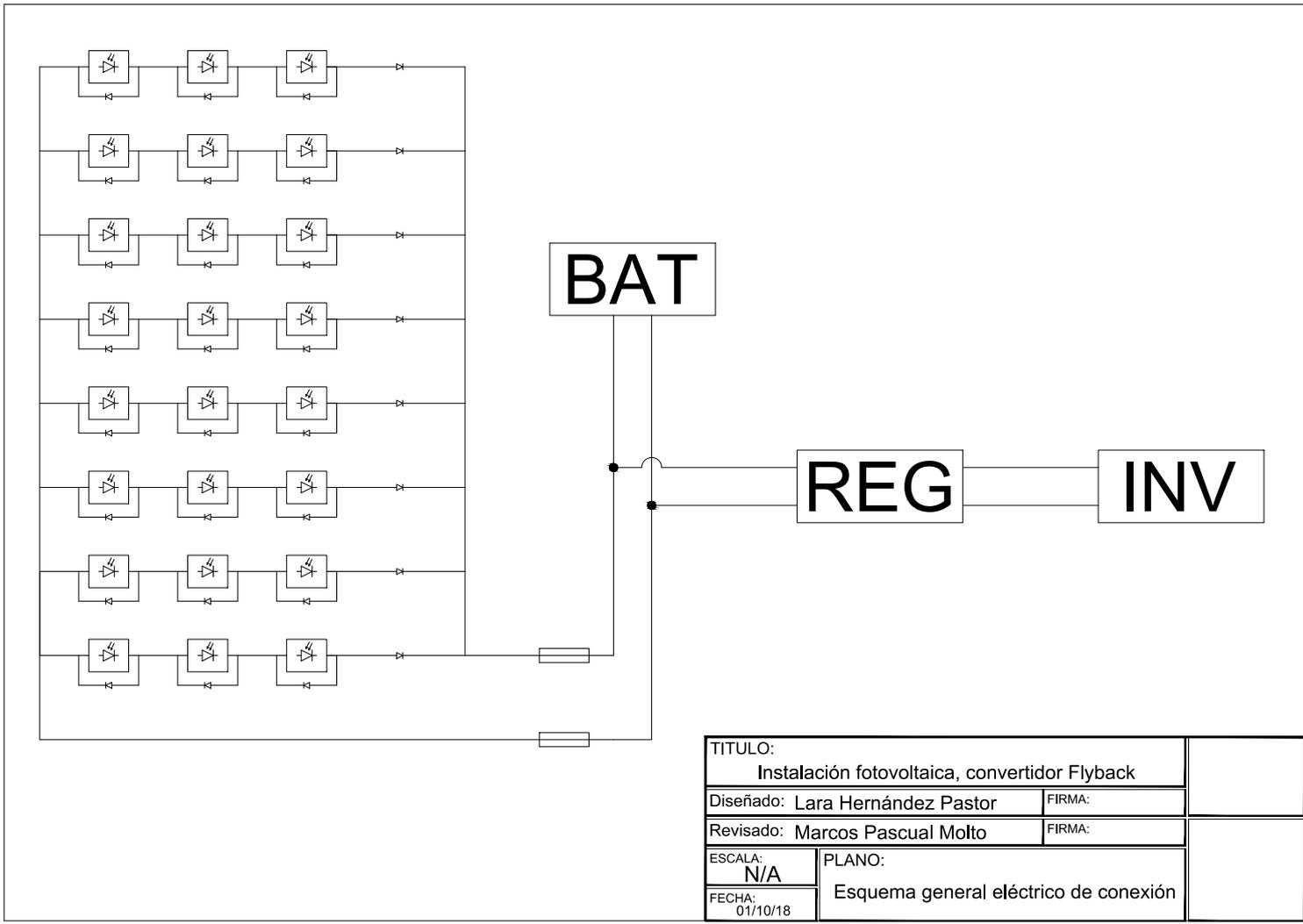


VISTA FRONTAL

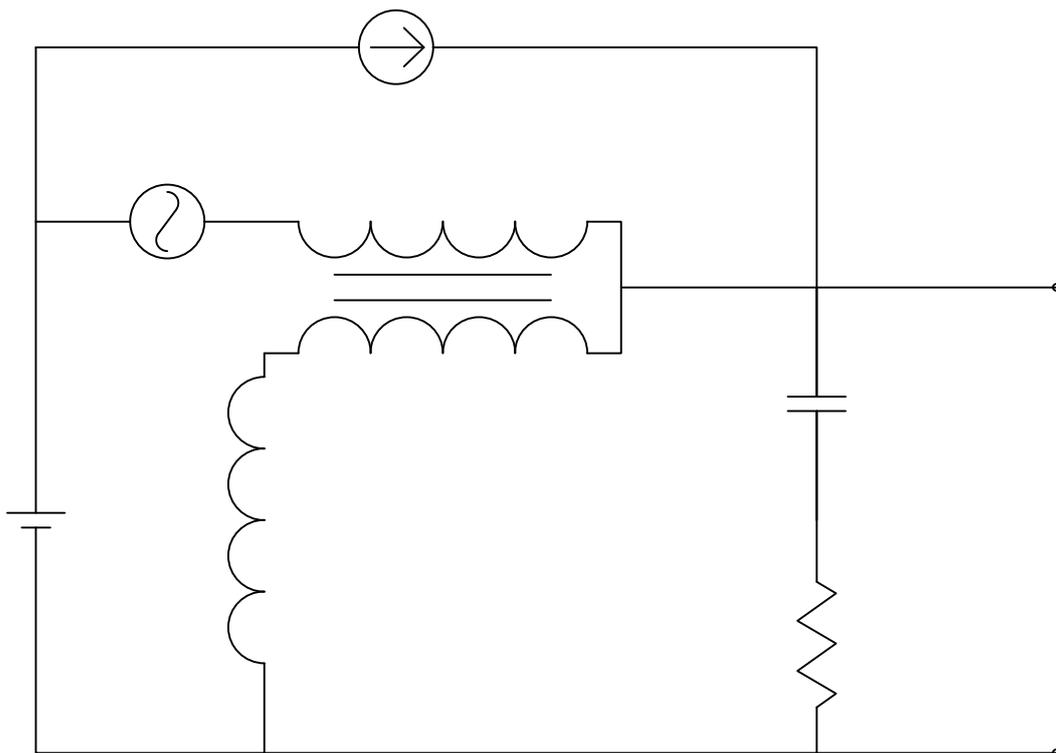
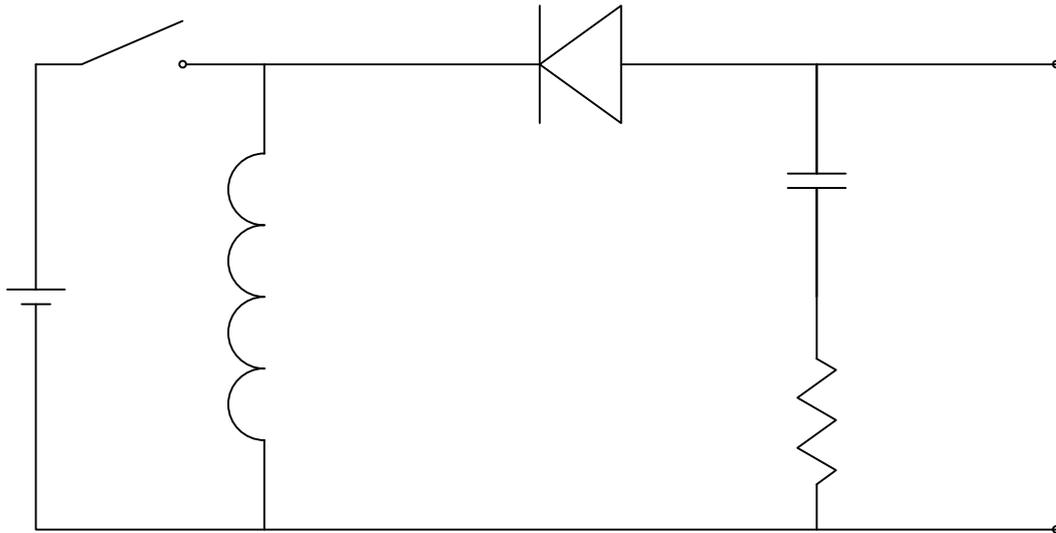
LEYENDA

- A SENSORES
- B PANEL SOLAR
- C ENGRANAJES PARA MOVIMIENTO DE INCLINACIÓN
- D MOTOR DE INCLINACIÓN
- E CORONA PARA MOVIMIENTO AZIMUTAL
- F MOTOR AZIMUTAL

| | | | |
|-----------|-----------------------|---|--|
| TÍTULO | | Instalación fotovoltaica, convertidor Flyback | |
| DISEÑADO: | LARA HERNÁNDEZ PASTOR | FIRMA | |
| REVISADO: | MARCOS PASCUAL MOLTÓ | FIRMA | |
| ESCALA | N/A | PLANO | |
| FECHA | 1 OCTUBRE 2018 | | |



| | | |
|--|---|--|
| TITULO: Instalación fotovoltaica, convertidor Flyback | | |
| Diseñado: Lara Hernández Pastor | FIRMA: | |
| Revisado: Marcos Pascual Molto | FIRMA: | |
| ESCALA: N/A | PLANO: Esquema general eléctrico de conexión | |
| FECHA: 01/10/18 | | |



| | | |
|---|---|--|
| TITULO: | | |
| Instalación fotovoltaica, convertidor Flyback | | |
| Diseñado: Lara Hernández Pastor | FIRMA: | |
| Revisado: Marcos Pascual Molto | FIRMA: | |
| ESCALA: | PLANO: | |
| N/A | Flyback, circuito en CC y reflejado en secundario | |
| FECHA: | | |
| 01/10/18 | | |

Capítulo 8

Anexos

En anexos encontraremos todos los elementos en los que se basa la instalación así como todos los elementos en los que se basa el Flyback

8.1 Placas

8.2 Seguidor solar



DEGERtracker D60H · D80 · D100

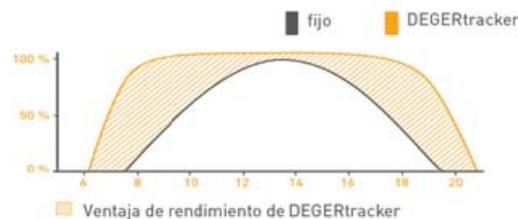


Sistema de seguimiento de 2 ejes

Los sistemas de seguimiento activo de 2 ejes de DEGER permiten el aprovechamiento óptimo de toda la energía de radiación incidente y son compatibles con todos los paneles solares del mercado. Con el sensor patentado basado en la tecnología MLD consiguen incrementos del rendimiento de aproximadamente un 45% para todas las

aplicaciones FV. Permiten una sencilla instalación plug and play mediante una estructura de apoyo estable. El control descentralizado proporciona una máxima independencia. DEGERtracker está diseñado en Alemania y es sinónimo de calidad y durabilidad.

Curva de generación durante un día soleado de verano



Ventajas

- Aumento del rendimiento con Tecnología- MLD
- Aumento del rendimiento con el sensor de nieve
- Instalación rápida y sencilla
- Tecnología duradera y robusta
- Restablecimiento automático a la posición inicial en la noche
- Hasta 100 seguidores pueden ser gestionados por una Caja de control central (CCB)
- Protección de viento con el anemómetro, en condiciones de tormenta DEGERtracker se coloca automáticamente en la posición de seguridad
- Basado en la colaboración con Wacker Ingenieure

Tecnología

- Eficiencia gracias al seguimiento inteligente
- Sistema de control Maximum Light Detection (MLD)
- Producto de máxima calidad del líder del mercado
- Bajo consumo de energía



Datos técnicos



DATOS PRINCIPALES

| | | | |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|
| Potencia nominal (según tipo de módulo) | 4.000 – 7.000 Wp DC | 6.000 – 10.000 Wp DC | 8.000 – 12.000 Wp DC |
| Tipo de seguimiento | 2 Ejes | | |
| Superficie modular de hasta | 40 m ² | 52 m ² | 70,6 m ² |
| Máx.superf.modular (An x Al) | 8,3 m x 5,3 m | 10,05 m x 5,6 m | 11,95 m x 6 m |
| Módulo standard -60 células (máx) | 24 | 32 | 42 |
| Módulo standard -72 células (máx) | 20 | 25 | 35 |
| Opción Integración en edificios | Si | No | No |
| Ángulo Este-Oeste | 300° | | |
| Ángulo de Elevación | 0°-80° | | |
| Homologaciones | CE, EN, UL, CSA | | |

ESTRUCTURA

| | | | |
|----------------------------|---|--------|--------|
| Materiales | Acero inoxidable, aluminio y acero | | |
| Galvanización | EN ISO 1461 o comparable | | |
| Tipo de Unión | Conexión atornillada, sin soldaduras vistas | | |
| Test de túnel del viento | Si | | |
| Test de Estática | Si | | |
| Peso(sin mástil/aluminio) | 890 kg | 930 kg | 970 kg |

MOTOR

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|--|--|
| Mecanismo de elevación | 800 mm de recorrido | | |
| Accionamiento Este-Oeste | Engranajes en el cabezal motriz | | |
| Velocidad de giro-elevación | 13° / min. | | |
| Velocidad de giro-azimut | 30° / min. | | |
| Nivel de sonido (sin carga) | 73 dB(A) | | |
| Tipo de protección | IP 66 | | |

(1) El sistema no está disponible en todos los países
 (2) Dimensionado con la herramienta de planificación



Datos técnicos



ELECTRONICA & CONTROL

| | | | |
|---------------------|-----------------------|--|--|
| Tensión de servicio | 100-240 V AC/50-60 Hz | | |
| Intensidad nominal | 2 A | | |
| Sistema de control | Tecnología-MLD | | |
| Tipo de Protección | IP54 | | |

POTENCIA CONSUMIDA (APROX)

| | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| Modo de control | 1 W | | |
| Mecanismo en funcionamiento | 10 W | 15 W | 18 W |
| Consumo propio anual | 15 kWh | 14 kWh | 16 kWh |

POTENCIA SALIDA

| | | | |
|-----------------------------|---------|--|--|
| Tensión de salida | 24 V DC | | |
| Intensidad de salida (máx.) | 2,5 A | | |

CONDICIONES CLIMÁTICAS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Altura sobre el nivel del mar | máx. 2000 m | | |
| Rango de temperaturas | -20°C – +50°C | | |
| Rango de humedad relativa | 5% - 95 % | | |
| Velocidad máxima admisible | 170 km/h ⁽²⁾ | 130 km/h ⁽²⁾ | 102 km/h ⁽²⁾ |

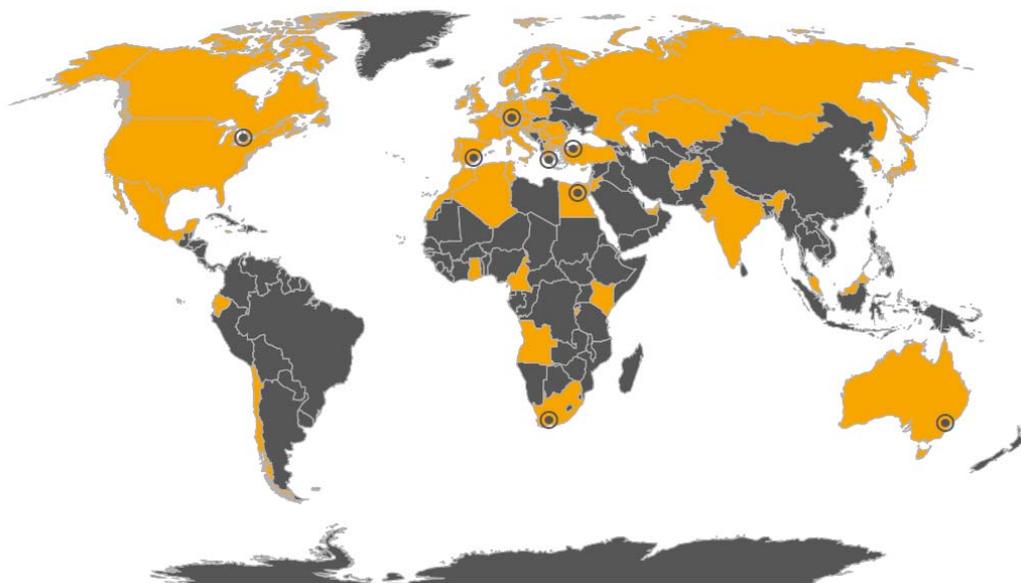
(1) El sistema no está disponible en todos los países
 (2) Dimensionado con la herramienta de planificación

CONTENIDO DEL ENVÍO

Sistema de seguimiento completo de 2 ejes; sistema portante de módulos solares en aluminio, adecuado para el tipo de módulo utilizado; control patentado MLD (Maximum Light Detection) con sensor MLD, anemómetro y sensor de nieve opcional; planos de cimentación e instrucciones de montaje

SERVICIOS OPCIONALES

Extensión de garantía, servicio técnico in situ y formación



● Lugares de venta y producción
■ Sistemas Instalados DEGER

DEGERenergie GmbH & Co. KG

Industriestraße 70
72160 Horb am Neckar
Germany
Phone +49 74 51 53 91 4-0
Fax +49 74 51 53 91 4-10
info@DEGERenergie.com
www.DEGER.biz

DEGERiberica

Baltasar de España 1-D
08970 Sant Joan Despí
España
Tel. +34 934 808 466

info@DEGERiberica.com
www.DEGERiberica.com

8.3 Bateria



Industrial Batteries / Network Power

Classic Solar



»Powerful energy storage for renewable energy systems«





Industrial Batteries

The powerful range of Network Power

Energy storage solutions for critical systems that require uninterrupted power supply. GNB® Industrial Power offers powerful batteries for your individual needs. The below table is only indicative and depends on customers' specific applications. For more information please ask a GNB sales representative.

| Applica-tions | Battery ranges | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|---------|------|------|-------|------|-------------|----------|---------|----------|------|---------|----------|----------|---------|------|------|-----------------|-------|------|
| | Sonnenschein | | | | | | | Marathon | | Sprinter | | | Absolyte | Powerfit | Classic | | | | | |
| | A400/A600 | A400 FT | A500 | A700 | SOLAR | RAIL | Power Cycle | M - FT | M/L/ XL | S | P/XP | XP - FT | GP/GX | S300 | GRoE | OCSM | OPzS | Energy Bloc/OGi | Solar | rail |
| Telecom | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | |
| UPS | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | ● | | |
| Emergency lighting | ● | | ● | | | | | ● | | ● | ● | | | ● | | | ● | ● | | |
| Security | ● | | ● | ● | | | | | | ● | ● | | | ● | | ● | ● | | | |
| Utility | ● | ● | | ● | | | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | |
| Railways | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | | ● | | ● | | ● |
| Photovoltaic | | | | | ● | | ● | | | | | | ● | ● | | | | | ● | |
| Universal | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | |

The GNB Network Power brand overview



- > VRLA batteries (Valve Regulated Lead Acid) in which the electrolyte is fixed in an absorber glass mat (AGM)
- > Excellent high current capability
- > Very economical
- > Maintenance-free (no topping up)



- > VRLA batteries (Valve Regulated Lead Acid) in which the electrolyte is fixed in a gel (dryfit technology)
- > Inventor of Gel technology
- > Highest reliability, even in non-optimal conditions
- > Particularly suitable for cyclic applications
- > Maintenance-free (no topping up)



- > Conventional lead-acid batteries with liquid electrolyte
- > Extreme reliability, proven over decades
- > Low maintenance



> Further information about service is available on page 10

Classic OPzS Solar

Energy storage for outstanding power applications

The Classic OPzS Solar range has been well proven for decades in medium and large power applications. Due to their robustness, long design life and high operational safety they are ideally suitable for use in solar and wind power stations, telecommunications, power distribution companies, railways and many other safety equipment power supplies. The wide range of available capacities and sizes provides a solution for every power need, even in harsh environments.

Your benefits:

- > **Optimised design for renewable energy applications** – highest cycling ability and long life
- > **Special alloy and large electrolyte reserve** – very long topping up intervals
- > **Low maintenance** – saving costs
- > **Completely recyclable** – low CO₂ footprint

Specifications:

- > Nominal capacity (C₁₂₀ at 25 °C): 82.7 - 4600 Ah
- > Very thick tubular positive plates for the most demanding applications
- > Up to 2800 cycles at 60 % depth of discharge (C₁₀) with IU charging profile at 20 °C.
For enhanced performance and for systems ≥ 48 V we recommend IUI charging to reach 3000 cycles and more.
- > Designed in accordance with IEC 61427 and IEC 60896-11
- > Screw connectors for a better contact and reliability
- > Also available in dry-charged version with separate electrolyte
- > High quality transparent or translucent containers for easy maintenance



Nominal capacity
82.7 – 4600 Ah



Block battery/
Single cell



Tubular plate



up to 3000*+
cycles at
60 % depth
of discharge



Recyclable



Low
maintenance

*Using IUI charging at 20 °C



Classic OPzS Solar

Technical data

Technical characteristics and data

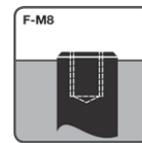
| Type | Part number | Nom. voltage V | Nominal capacity C ₂₀ 1.85 Vpc 25 °C Ah | Length (l) | Width (b/w) | Height* (h) | Installed length (L) | Weight incl. acid | Weight acid** | Internal resistance mOhm | Short circuit current A | Terminal | Pole pairs |
|-------------------|-----------------|-------------------|---|------------|-------------|-------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|----------|------------|
| | | | | max. mm | max. mm | max. mm | max. mm | approx. kg | approx. kg | | | | |
| OPzS Solar 190 | NVSL020190WC0FB | 2 | 190 | 105 | 208 | 395 | 115 | 13.7 | 5.20 | 1.45 | 1400 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 245 | NVSL020245WC0FB | 2 | 245 | 105 | 208 | 395 | 115 | 15.2 | 5.00 | 1.05 | 1950 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 305 | NVSL020305WC0FB | 2 | 305 | 105 | 208 | 395 | 115 | 16.6 | 4.60 | 0.83 | 2450 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 380 | NVSL020380WC0FB | 2 | 380 | 126 | 208 | 395 | 136 | 20.0 | 5.80 | 0.72 | 2850 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 450 | NVSL020450WC0FB | 2 | 450 | 147 | 208 | 395 | 157 | 23.3 | 6.90 | 0.63 | 3250 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 550 | NVSL020550WC0FB | 2 | 550 | 126 | 208 | 511 | 136 | 26.7 | 8.10 | 0.63 | 3250 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 660 | NVSL020660WC0FB | 2 | 660 | 147 | 208 | 511 | 157 | 31.0 | 9.30 | 0.56 | 3650 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 765 | NVSL020765WC0FB | 2 | 765 | 168 | 208 | 511 | 178 | 35.4 | 10.8 | 0.50 | 4100 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 985 | NVSL020985WC0FB | 2 | 985 | 147 | 208 | 686 | 157 | 43.9 | 13.0 | 0.47 | 4350 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 1080 | NVSL021080WC0FB | 2 | 1080 | 147 | 208 | 686 | 157 | 47.2 | 12.8 | 0.43 | 4800 | F-M8 | 1 |
| OPzS Solar 1320 | NVSL021320WC0FB | 2 | 1320 | 212 | 193 | 686 | 222 | 59.9 | 17.1 | 0.30 | 6800 | F-M8 | 2 |
| OPzS Solar 1410 | NVSL021410WC0FB | 2 | 1410 | 212 | 193 | 686 | 222 | 63.4 | 16.8 | 0.27 | 7500 | F-M8 | 2 |
| OPzS Solar 1650 | NVSL021650WC0FB | 2 | 1650 | 212 | 235 | 686 | 222 | 73.2 | 21.7 | 0.26 | 7900 | F-M8 | 2 |
| OPzS Solar 1990 | NVSL021990WC0FA | 2 | 1990 | 212 | 277 | 686 | 222 | 86.4 | 26.1 | 0.23 | 8900 | F-M8 | 2 |
| OPzS Solar 2350 | NVSL022350WC0FA | 2 | 2350 | 212 | 277 | 836 | 222 | 108 | 33.7 | 0.24 | 8500 | F-M8 | 2 |
| OPzS Solar 2500 | NVSL022500WC0FA | 2 | 2500 | 212 | 277 | 836 | 222 | 114 | 32.7 | 0.22 | 9300 | F-M8 | 2 |
| OPzS Solar 3100 | NVSL023100WC0FA | 2 | 3100 | 215 | 400 | 812 | 225 | 151 | 50.0 | 0.16 | 12800 | F-M8 | 3 |
| OPzS Solar 3350 | NVSL023350WC0FA | 2 | 3350 | 215 | 400 | 812 | 225 | 158 | 48.0 | 0.14 | 14600 | F-M8 | 3 |
| OPzS Solar 3850 | NVSL023850WC0FA | 2 | 3850 | 215 | 490 | 812 | 225 | 184 | 60.0 | 0.12 | 17000 | F-M8 | 4 |
| OPzS Solar 4100 | NVSL024100WC0FA | 2 | 4100 | 215 | 490 | 812 | 225 | 191 | 58.0 | 0.11 | 17800 | F-M8 | 4 |
| OPzS Solar 4600 | NVSL024600WC0FA | 2 | 4600 | 215 | 580 | 812 | 225 | 217 | 71.0 | 0.11 | 18600 | F-M8 | 4 |
| 6V 4 OPzS 200 LA | NVZS060200WC0FB | 6 | 294 | 272 | 206 | 347 | 282 | 41.0 | 13.0 | 2.68 | 2283 | F-M8 | 1 |
| 6V 5 OPzS 250 LA | NVZS060250WC0FB | 6 | 364 | 380 | 206 | 347 | 392 | 56.0 | 20.0 | 2.39 | 2800 | F-M8 | 1 |
| 6V 6 OPzS 300 LA | NVZS060300WC0FB | 6 | 417 | 380 | 206 | 347 | 392 | 63.0 | 20.0 | 1.96 | 3106 | F-M8 | 1 |
| 12V 1 OPzS 50 LA | NVZS120050WC0FB | 12 | 82.7 | 272 | 206 | 347 | 282 | 35.0 | 15.0 | 18.1 | 688 | F-M8 | 1 |
| 12V 2 OPzS 100 LA | NVZS120100WC0FB | 12 | 139 | 272 | 206 | 347 | 282 | 45.0 | 14.0 | 9.26 | 1314 | F-M8 | 1 |
| 12V 3 OPzS 150 LA | NVZS120150WC0FB | 12 | 210 | 380 | 206 | 347 | 392 | 64.0 | 19.0 | 6.46 | 1884 | F-M8 | 1 |

| Type | C ₅ 1.75 Vpc | C ₁₀ 1.80 Vpc | C ₂₀ 1.80 Vpc | C ₃₀ 1.80 Vpc | C ₄₅ 1.80 Vpc | C ₇₅ 1.80 Vpc | C ₁₀₀ 1.85 Vpc | C ₁₂₀ 1.85 Vpc | C ₂₄₀ 1.85 Vpc |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| OPzS Solar 190 | 122 | 132 | 134 | 145 | 165 | 175 | 185 | 190 | 200 |
| OPzS Solar 245 | 159 | 173 | 176 | 190 | 215 | 230 | 240 | 245 | 260 |
| OPzS Solar 305 | 203 | 220 | 224 | 240 | 270 | 285 | 300 | 305 | 320 |
| OPzS Solar 380 | 250 | 273 | 277 | 300 | 330 | 350 | 370 | 380 | 400 |
| OPzS Solar 450 | 296 | 325 | 330 | 355 | 395 | 420 | 440 | 450 | 470 |
| OPzS Solar 550 | 353 | 391 | 398 | 430 | 480 | 515 | 540 | 550 | 580 |
| OPzS Solar 660 | 422 | 469 | 477 | 515 | 575 | 615 | 645 | 660 | 695 |
| OPzS Solar 765 | 492 | 546 | 555 | 600 | 670 | 710 | 750 | 765 | 805 |
| OPzS Solar 985 | 606 | 700 | 710 | 770 | 860 | 920 | 970 | 985 | 1035 |
| OPzS Solar 1080 | 669 | 773 | 784 | 845 | 940 | 1000 | 1055 | 1080 | 1100 |
| OPzS Solar 1320 | 820 | 937 | 950 | 1030 | 1150 | 1230 | 1295 | 1320 | 1385 |
| OPzS Solar 1410 | 888 | 1009 | 1024 | 1105 | 1225 | 1305 | 1380 | 1410 | 1440 |
| OPzS Solar 1650 | 1024 | 1174 | 1190 | 1290 | 1440 | 1540 | 1620 | 1650 | 1730 |
| OPzS Solar 1990 | 1218 | 1411 | 1430 | 1550 | 1730 | 1850 | 1950 | 1990 | 2090 |
| OPzS Solar 2350 | 1573 | 1751 | 1770 | 1910 | 2090 | 2200 | 2300 | 2350 | 2470 |
| OPzS Solar 2500 | 1667 | 1854 | 1875 | 2015 | 2215 | 2335 | 2445 | 2500 | 2600 |
| OPzS Solar 3100 | 2080 | 2318 | 2343 | 2520 | 2755 | 2910 | 3040 | 3100 | 3250 |
| OPzS Solar 3350 | 2268 | 2524 | 2550 | 2740 | 2985 | 3135 | 3280 | 3350 | 3520 |
| OPzS Solar 3850 | 2592 | 2884 | 2915 | 3135 | 3430 | 3615 | 3765 | 3850 | 4040 |
| OPzS Solar 4100 | 2775 | 3090 | 3125 | 3355 | 3650 | 3840 | 4000 | 4100 | 4300 |
| OPzS Solar 4600 | 3099 | 3451 | 3490 | 3765 | 4100 | 4300 | 4500 | 4600 | 4850 |
| 6V 4 OPzS 200 LA | 203 | 206 | 229 | 250 | 296 | 304 | 287 | 294 | 338 |
| 6V 5 OPzS 250 LA | 245 | 257 | 284 | 311 | 374 | 383 | 355 | 364 | 424 |
| 6V 6 OPzS 300 LA | 284 | 309 | 322 | 354 | 420 | 432 | 408 | 417 | 482 |
| 12V 1 OPzS 50 LA | 55.0 | 51.5 | 63.7 | 69.4 | 78.4 | 79.8 | 81.0 | 82.7 | 92.9 |
| 12V 2 OPzS 100 LA | 95.4 | 103 | 108 | 118 | 141 | 145 | 136 | 139 | 162 |
| 12V 3 OPzS 150 LA | 131 | 154 | 162 | 177 | 206 | 217 | 203 | 210 | 234 |

Capacities in Ah (C₅ - C₂₄₀ at 25 °C)

* Includes installed connector, the above mentioned height can differ depending on the used vent(s).
** Acid density d_a = 1.24 kg/l

Terminal and torque



12 Nm for blocks;
20 Nm for cells

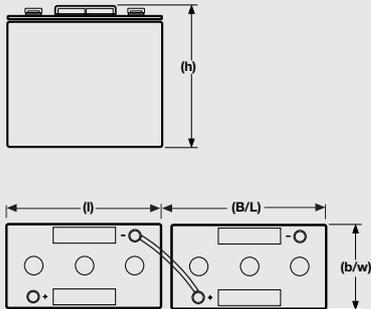
Data is also valid for dry charged version.
Change »W« (Wet) to »D« (Dry) in the part number.
E.g.:
> filled and charged: NVSL023100 W C0FA
> dry charged: NVSL023100 D C0FA

Classic OPzS Solar

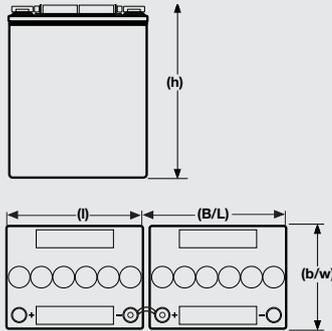
Drawings

Drawings with terminal position

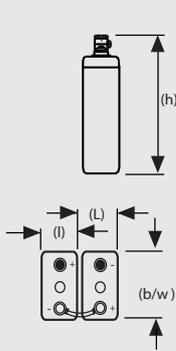
6V 4 OPzS 200 LA –
6V 6 OPzS 300 LA



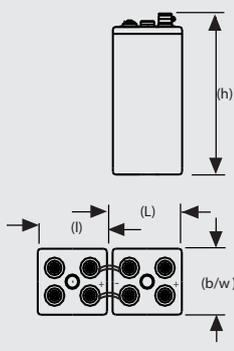
12V 1 OPzS 50 LA –
12V 3 OPzS 150 LA



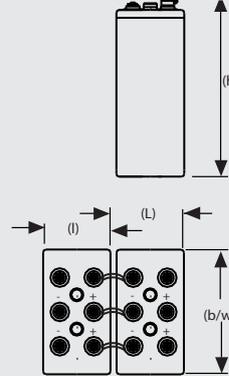
OPzS Solar 190 –
OPzS Solar 1080



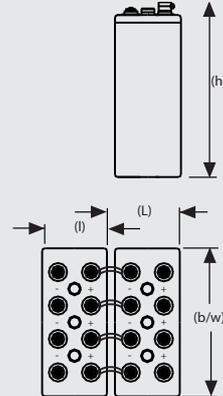
OPzS Solar 1320 –
OPzS Solar 2500



OPzS Solar 3100 –
OPzS Solar 3350



OPzS Solar 3850 –
OPzS Solar 4600



Not to scale!

Classic EnerSol T

Powerful and universal, suitable for every application

Classic EnerSol T batteries are universal, low maintenance energy supplies for medium industrial solar systems. These lead acid batteries with liquid electrolyte are renowned for being safe and reliable due to their high performance. Typical applications are small solar and wind power systems, holiday and weekend houses.

Your benefits:

- > **Positive tubular plates** – extremely robust design and enhanced cycling performance
- > **Low maintenance** – saving costs
- > **Completely recyclable** – low CO₂ footprint

Specifications:

- > Nominal capacity (C₁₂₀ at 25 °C): 376 - 1282 Ah
- > Containers made from translucent plastics for easy topping up
- > Screw connectors for a better contact and reliability



Nominal capacity
376 - 1282 Ah



Single cell



Tubular plate



up to 2000
cycles
acc. to IEC
60896-11
(60 % DoD)



Recyclable



Low
maintenance



Classic EnerSol T

Technical data, Drawings

Technical characteristics and data

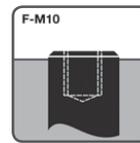
| Type | Part number | Nom. voltage V | Nominal capacity C ₂₀ 1.85 Vpc 25 °C Ah | Length (l) | Width (b/w) | Height* (h) | Installed length (L) | Weight incl. acid | Weight acid** | Internal resistance | Short circuit current | Terminal | Pole pairs |
|----------------|-----------------|-------------------|---|------------|-------------|-------------|----------------------|-------------------|---------------|---------------------|-----------------------|----------|------------|
| | | | | max. mm | max. mm | max. mm | max. mm | approx. kg | approx. kg | mOhm | A | | |
| EnerSol T 370 | NVTS020370WC0FA | 2 | 376 | 83.0 | 199 | 445 | 93.0 | 17.3 | 5.10 | 0.70 | 2900 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 460 | NVTS020460WC0FA | 2 | 452 | 101 | 199 | 445 | 111 | 21.0 | 6.30 | 0.56 | 3625 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 550 | NVTS020550WC0FA | 2 | 542 | 119 | 199 | 445 | 129 | 24.7 | 7.50 | 0.46 | 4350 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 650 | NVTS020650WC0FA | 2 | 668 | 119 | 199 | 508 | 129 | 29.5 | 8.60 | 0.45 | 4500 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 760 | NVTS020760WC0FA | 2 | 779 | 137 | 199 | 508 | 147 | 31.0 | 10.0 | 0.38 | 5250 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 880 | NVTS020880WC0FA | 2 | 897 | 137 | 199 | 556 | 147 | 38.0 | 11.0 | 0.43 | 4660 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 1000 | NVTS021000WC0FA | 2 | 1025 | 155 | 199 | 556 | 165 | 43.1 | 12.6 | 0.38 | 5325 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 1130 | NVTS021130WC0FA | 2 | 1154 | 173 | 199 | 556 | 183 | 47.7 | 14.1 | 0.34 | 5991 | F-M10 | 1 |
| EnerSol T 1250 | NVTS021250WC0FA | 2 | 1282 | 191 | 199 | 556 | 201 | 52.8 | 15.6 | 0.30 | 6657 | F-M10 | 1 |

* The above mentioned height can differ depending on the used vent(s).
** Acid density $d_4 = 1.26 \text{ kg/l}$

| Type | C ₆ 1.75 V/C | C ₁₀ 1.80 V/C | C ₁₂ 1.80 V/C | C ₂₄ 1.80 V/C | C ₄₈ 1.80 V/C | C ₇₂ 1.80 V/C | C ₁₀₀ 1.85 V/C | C ₁₂₀ 1.85 V/C | C ₂₄₀ 1.85 V/C |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| EnerSol T 370 | 260 | 280 | 294 | 333 | 361 | 368 | 369 | 376 | 383 |
| EnerSol T 460 | 327 | 350 | 367 | 416 | 437 | 460 | 444 | 452 | 478 |
| EnerSol T 550 | 393 | 425 | 441 | 499 | 524 | 553 | 533 | 542 | 574 |
| EnerSol T 650 | 492 | 527 | 552 | 625 | 656 | 668 | 647 | 668 | 719 |
| EnerSol T 760 | 574 | 615 | 645 | 729 | 766 | 780 | 755 | 779 | 839 |
| EnerSol T 880 | 654 | 714 | 742 | 840 | 854 | 953 | 869 | 897 | 966 |
| EnerSol T 1000 | 755 | 809 | 848 | 960 | 1008 | 1089 | 993 | 1025 | 1104 |
| EnerSol T 1130 | 850 | 910 | 954 | 1080 | 1134 | 1225 | 1117 | 1154 | 1242 |
| EnerSol T 1250 | 944 | 1011 | 1060 | 1200 | 1260 | 1361 | 1241 | 1282 | 1380 |

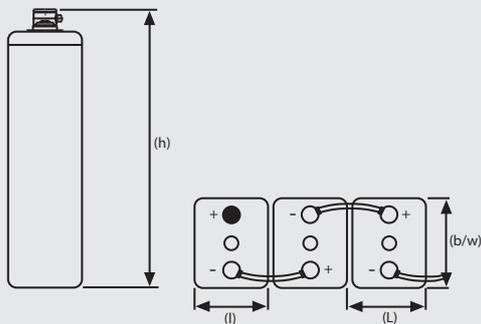
The capacities are given in Ah at 25 °C after 5 cycles.

Terminal and torque



25 Nm

Drawings with terminal position



Not to scale!



8.4 Inversor

SUNNY TRIPOWER

5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL



Rentable

- Rendimiento máximo del 98 %
- Gestión de las sombras mediante OptiTrac Global Peak
- Gestión activa de la temperatura gracias a OptiCool

Flexibilidad

- Tensión de entrada de CC hasta 1.000 V
- Funciones integradas de gestión de red
- Inyección de potencia reactiva
- Diseño de instalaciones adaptada a cada módulo con Optiflex

Comunicativo

- SMA Webconnect
- Comunicación con Sunny Portal
- Comunicación [®]Bluetooth
- Fácil configuración por países
- Relé multifunción de serie

Sencillo

- Inyección trifásica
- Conexión del cableado sin necesidad de herramientas
- Sistema de conexión de CC SUNCLIX
- Interruptor-seccionador de potencia de CC integrado ESS
- Sencillo montaje mural

SUNNY TRIPOWER

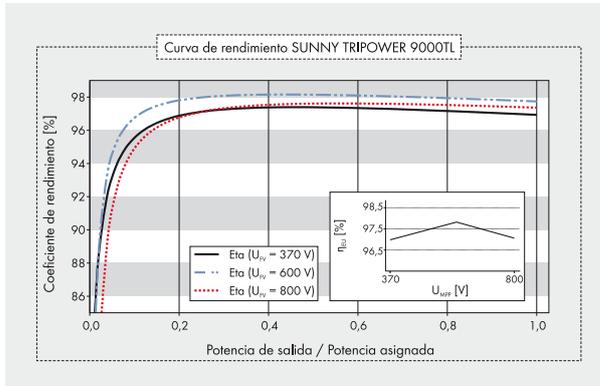
5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL

El trifásico para el hogar

Tecnología punta y el mejor rendimiento en casa: el Sunny Tripower de las clases de potencia de 5 a 9 kW establece también nuevos estándares en instalaciones fotovoltaicas privadas. Muy flexible gracias a Optiflex y su multistring asimétrico, proporciona, con su rendimiento máximo y OptiTrac Global Peak, las mayores ganancias. Además de la comunicación a través de la antena *Bluetooth* exterior, cuenta con una conexión directa de serie con el Sunny Portal a través de SMA Webconnect: por primera vez sin necesidad de registrador de datos. La antena *Bluetooth* es también la conexión directa a Sunny Portal mediante SMA Webconnect de serie, por primera vez sin registrador de datos. Además, el “pequeño” Sunny Tripower cuenta con funciones integradas para la gestión de la red, permite una inyección de potencia reactiva y es adecuado para operar con un diferencial de 30 mA.

SUNNY TRIPOWER 5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL

| Datos técnicos | Sunny Tripower 5000TL | Sunny Tripower 6000TL |
|--|--|---|
| Entrada (CC) | | |
| Potencia máx. de CC (cos $\phi=1$) | 5100 W | 6125 W |
| Tensión de entrada máx. | 1000 V | 1000 V |
| Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada | 245 V - 800 V / 580 V | 295 V - 800 V / 580 V |
| Tensión de entrada mín. / de inicio | 150 V / 188 V | 150 V / 188 V |
| Corriente máx. de entrada (entrada A / B) | 11 A / 10 A | 11 A / 10 A |
| Corriente máx. de entrada por string (entrada A / B) | 11 A / 10 A | 11 A / 10 A |
| Número de entradas independientes / strings por entrada de punto de máxima potencia (MPP) | 2 / A:2; B:2 | 2 / A:2; B:2 |
| Salida (CA) | | |
| Potencia asignada (230 V, 50 Hz) | 5000 W | 6000 W |
| Potencia aparente de CA máx. | 5000 VA | 6000 VA |
| Tensión nominal de CA | 3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V | 3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V |
| Rango de tensión nominal de CA | 160 V - 280 V | 160 V - 280 V |
| Frecuencia de red de CA / rango | 50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz | 50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz |
| Frecuencia / tensión asignadas de red | 50 Hz / 230 V | 50 Hz / 230 V |
| Corriente de salida máx. | 7,3 A | 8,7 A |
| Factor de potencia a potencia asignada | 1 | 1 |
| Factor de desfase ajustable | 0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo | 0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo |
| Fases de inyección / conexión | 3 / 3 | 3 / 3 |
| Rendimiento | | |
| Rendimiento máx. / europeo | 98% / 97,1% | 98% / 97,4% |
| Dispositivos de protección | | |
| Punto de desconexión en el lado de entrada | ● | ● |
| Monitorización de toma a tierra / de red | ● / ● | ● / ● |
| Protección contra polarización inversa de CC / resistencia al cortocircuito de CA / con separación galvánica | ● / ● / - | ● / ● / - |
| Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal | ● | ● |
| Clase de protección (según IEC 62103) / categoría de sobretensión (según IEC 60664-1) | I / III | I / III |
| Datos generales | | |
| Dimensiones (ancho / alto / fondo) | 470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in) | 470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in) |
| Peso | 37 kg (81,6 lb) | 37 kg (81,6 lb) |
| Rango de temperatura de servicio | -25 °C...+60 °C (-13 °F...+140 °F) | -25 °C...+60 °C (-13 °F...+140 °F) |
| Emisiones de ruido (típicas) | 40 dB(A) | 40 dB(A) |
| Autoconsumo (nocturno) | 1 W | 1 W |
| Topología / sistema de refrigeración | Sin transformador / OptiCool | Sin transformador / OptiCool |
| Tipo de protección (según IEC 60529) | IP65 | IP65 |
| Clase climática (según IEC 60721-3-4) | 4K4H | 4K4H |
| Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación) | 100% | 100% |
| Características | | |
| Conexión de CC / CA | SUNCLIX / Borne de conexión por resorte | SUNCLIX / Borne de conexión por resorte |
| Pantalla | Gráfico | Gráfico |
| Interfaz: RS485 / Bluetooth / Webconnect | ○ / ● / ● | ○ / ● / ● |
| Relé multifunción / Power Control Module | ● / ○ | ● / ○ |
| Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años | ● / ○ / ○ / ○ / ○ | ● / ○ / ○ / ○ / ○ |
| Certificados y autorizaciones (otros a petición) | AS 4777, C10/11, CE, CEI 0-21 (>6 kWp), EN 50438*, G83/1-1, IEC 61727, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD1699, RD 661/2007, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1 | |
| Modelo comercial | STP 5000TL-20 | STP 6000TL-20 |



Accesorios



* No válido para todos los apéndices nacionales de la norma EN 50438

● De serie ○ Opcional – No disponible
 Datos provisionales: estado de abril 2013
 Datos en condiciones nominales

| Sunny Tripower 7000TL | Sunny Tripower 8000TL | Sunny Tripower 9000TL | |
|---|--|--|--|
| 7175 W | 8200 W | 9225 W | |
| 1000 V | 1000 V | 1000 V | |
| 290 V – 800 V / 580 V | 330 V – 800 V / 580 V | 370 V – 800 V / 580 V | |
| 150 V / 188 V | 150 V / 188 V | 150 V / 188 V | |
| 15 A / 10 A | 15 A / 10 A | 15 A / 10 A | |
| 15 A / 10 A | 15 A / 10 A | 15 A / 10 A | |
| 2 / A:2; B:2 | 2 / A:2; B:2 | 2 / A:2; B:2 | |
| 7000 W | 8000 W | 9000 W | |
| 7000 VA | 8000 VA | 9000 VA | |
| 3 / N / PE; 220 / 380 V | 3 / N / PE; 220 / 380 V | 3 / N / PE; 220 / 380 V | |
| 3 / N / PE; 230 / 400 V | 3 / N / PE; 230 / 400 V | 3 / N / PE; 230 / 400 V | |
| 3 / N / PE; 240 / 415 V | 3 / N / PE; 240 / 415 V | 3 / N / PE; 240 / 415 V | |
| 160 V – 280 V | 160 V – 280 V | 160 V – 280 V | |
| 50 Hz, 60 Hz / –5 Hz ... +5 Hz | 50 Hz, 60 Hz / –5 Hz ... +5 Hz | 50 Hz, 60 Hz / –5 Hz ... +5 Hz | |
| 50 Hz / 230 V | 50 Hz / 230 V | 50 Hz / 230 V | |
| 10,2 A | 11,6 A | 13,1 A | |
| 1 | 1 | 1 | |
| 0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo | 0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo | 0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo | |
| 3 / 3 | 3 / 3 | 3 / 3 | |
| 98% / 97,5% | 98% / 97,6% | 98% / 97,6% | |
| ● | ● | ● | |
| ● / ● | ● / ● | ● / ● | |
| ● / ● / – | ● / ● / – | ● / ● / – | |
| ● | ● | ● | |
| I / III | I / III | I / III | |
| 470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in) | 470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in) | 470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in) | |
| 37 kg (81,6 lb) | 37 kg (81,6 lb) | 37 kg (81,6 lb) | |
| –25 °C ... +60 °C (–13 °F ... +140 °F) | –25 °C ... +60 °C (–13 °F ... +140 °F) | –25 °C ... +60 °C (–13 °F ... +140 °F) | |
| 40 dB(A) | 40 dB(A) | 40 dB(A) | |
| 1 W | 1 W | 1 W | |
| Sin transformador / OptiCool | Sin transformador / OptiCool | Sin transformador / OptiCool | |
| IP65 | IP65 | IP65 | |
| 4K4H | 4K4H | 4K4H | |
| 100% | 100% | 100% | |
| SUNCLIX / Borne de conexión por resorte | SUNCLIX / Borne de conexión por resorte | SUNCLIX / Borne de conexión por resorte | |
| Gráfico | Gráfico | Gráfico | |
| ○ / ● / ● | ○ / ● / ● | ○ / ● / ● | |
| ● / ○ | ● / ○ | ● / ○ | |
| ● / ○ / ○ / ○ / ○ | ● / ○ / ○ / ○ / ○ | ● / ○ / ○ / ○ / ○ | |
| AS 4777, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438*, G83/1-1, IEC 61727, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD1699, RD 661/2007, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1 | | | |
| STP 7000TL-20 | STP 8000TL-20 | STP 9000TL-20 | |

www.SunnyPortal.com

Monitorización, gestión y presentación profesionales de instalaciones fotovoltaicas



www.SMA-Iberica.com

SMA Solar Technology

8.5 Diodos de protección

SD05T1 Series, SZSD05T1 Series

Transient Voltage Suppressor Diode

SOD-323 Diodes for ESD Protection

These TVS diodes are designed for applications requiring transient overvoltage protection capability. They are intended for use in voltage and ESD sensitive equipment such as computers, printers, business machines, communication systems, medical equipment and other applications. These devices are ideal for situations where board space is at a premium.

Specification Features:

- Steady State Power Routing of 300 mW
- Peak Power – 350 W (8 × 20 μs)
- Low Leakage
- Cathode Indicated by Polarity Band
- Package Weight: 4.507 mg/wmt
- Meets IEC61000-4-2 Level 4, 15 kV (Air), 8 kV (Contact)
- Meets IEC6100-4-4 Level 4, 40 A
- Meets IEC6100-4-5 (Lightning), 24 A
- Meets 16 kV Human Body Model ESD Requirements
- SZ Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC-Q101 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb-Free and are RoHS Compliant

Mechanical Characteristics:

CASE: Void-free, transfer-molded, thermosetting plastic
Epoxy Meets UL 94, V-0

LEAD FINISH: 100% Matte Sn (Tin)

MOUNTING POSITION: Any

QUALIFIED MAX REFLOW TEMPERATURE: 260°C

Device Meets MSL 1 Requirements

Use the Device Number to order the 7 inch/3,000 unit reel.
Replace the “T1” with “T3” in the Device Number to order the 13 inch/10,000 unit reel.



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>



MARKING DIAGRAM



SOD-323
CASE 477
STYLE 1



- xx = Specific Device Code
ZA = SD05T1
ZC = SD12T1
 - M = Month Code
 - = Pb-Free Package
- (Note: Microdot may be in either location)

ORDERING INFORMATION

| Device | Package | Shipping† |
|-----------|----------------------|------------------|
| SD05T1G | SOD-323 (Pb-Free) | 3000/Tape & Reel |
| SZSD05T1G | | |
| SD12T1G | | |
| SZSD12T1G | | |

†For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

SD05T1 Series, SZSD05T1 Series

MAXIMUM RATINGS

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|--|-----------------|-----------------------|----------------------------|
| Peak Power Dissipation @ 20 μ s (Note 1) @ $T_L \leq 25^\circ\text{C}$ | P_{pk} | 350 | Watts |
| IEC 61000-4-2 (ESD) Air Contact | | ± 15 ± 8.0 | kV |
| IEC 61000-4-4 (EFT) | | 40 | A |
| ESD Voltage (Human Body Model (HBM) Waveform per IEC 61000-4-2) | V_{pp} | 30 | kV |
| Total Power Dissipation on FR-4 Board (Note 2) @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C | P_D | 300 2.4 | mW mW/ $^\circ\text{C}$ |
| Thermal Resistance, Junction-to-Ambient | $R_{\theta JA}$ | 416 | $^\circ\text{C}/\text{W}$ |
| Junction and Storage Temperature Range | T_J, T_{stg} | -55 to +150 | $^\circ\text{C}$ |
| Lead Solder Temperature - Maximum (10 Second Duration) | T_L | 260 | $^\circ\text{C}$ |

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

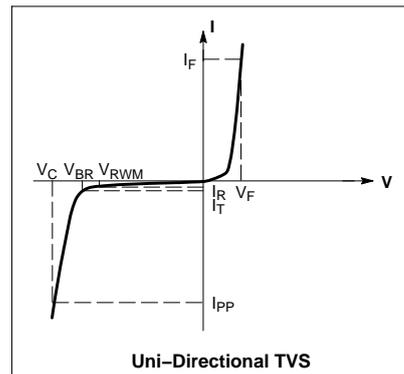
*Other voltages may be available upon request.

1. Nonrepetitive current pulse, per Figure 6.
2. FR-4 printed circuit board, single-sided copper, mounting pad 1 cm^2 .

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

| Symbol | Parameter |
|-----------|---|
| I_{pp} | Maximum Reverse Peak Pulse Current |
| V_C | Clamping Voltage @ I_{pp} |
| V_{RWM} | Working Peak Reverse Voltage |
| I_R | Maximum Reverse Leakage Current @ V_{RWM} |
| V_{BR} | Breakdown Voltage @ I_T |
| I_T | Test Current |
| I_F | Forward Current |
| V_F | Forward Voltage @ I_F |



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

| Device | V_{RWM} (V) | I_R @ V_{RWM} (μA) | V_{BR} , Breakdown Voltage (V) | | I_T mA | V_C @ $I_{pp} = 5\text{ A}$ (Note 3) (V) | Max I_{pp} (Note 3) (A) | V_C @ Max I_{pp} (Note 3) (V) | Max Capacitance (pF) $V_R = 0\text{ V}$ $f = 1.0\text{ MHz}$ |
|---------|---------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------|----------|--|---------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | Min | Max | | | | | |
| SD05T1G | 5.0 | 10 | 6.2 | 7.3 | 1.0 | 9.8 | 24 | 14.5 | 350 |
| SD12T1G | 12 | 1.0 | 13.3 | 15.75 | 1.0 | 19 | 15 | 25 | 150 |

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

3. $8 \times 20\ \mu\text{s}$ pulse waveform.

*Include SZ-prefix devices where applicable.

SD05T1 Series, SZSD05T1 Series

TYPICAL CHARACTERISTICS

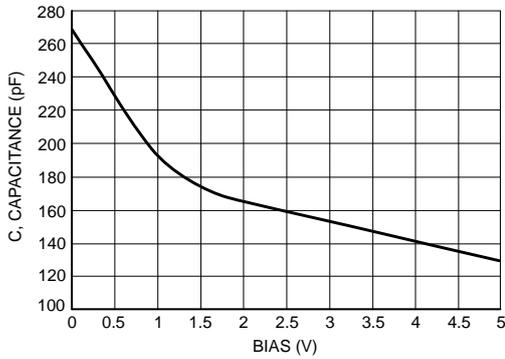


Figure 1. SD05 Typical Capacitance versus Bias Voltage

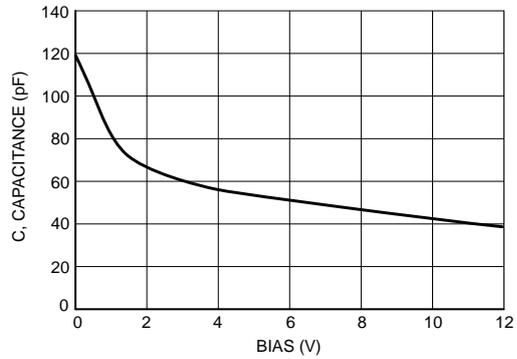


Figure 2. SD12 Typical Capacitance versus Bias Voltage

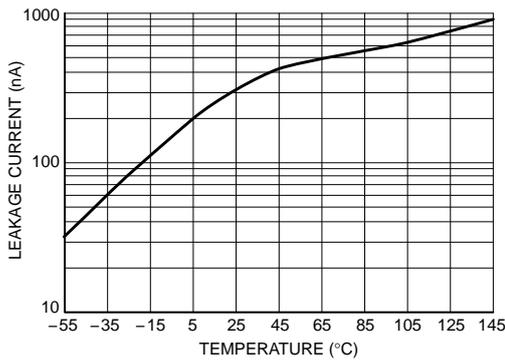


Figure 3. SD05 Typical Leakage Current versus Temperature

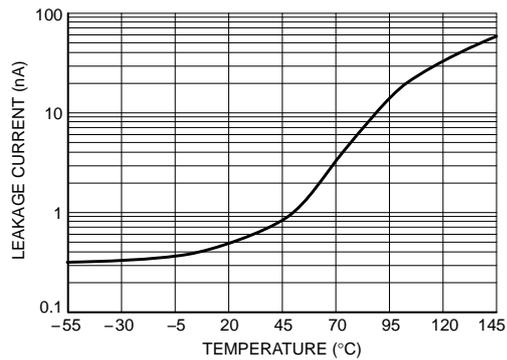


Figure 4. SD12 Typical Leakage Current versus Temperature

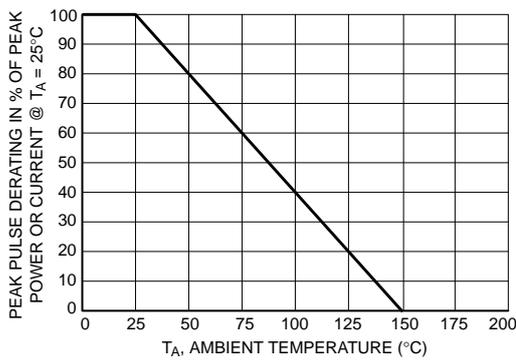


Figure 5. Pulse Derating Curve

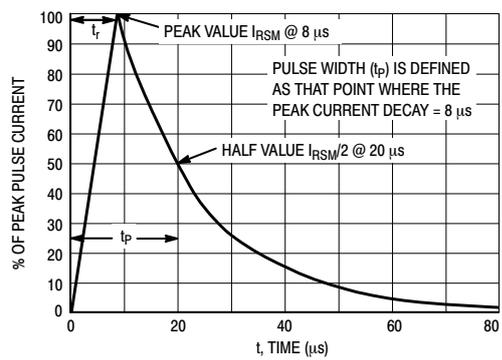
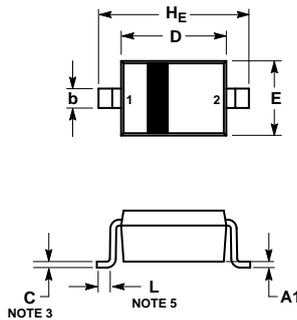


Figure 6. 8 x 20 μs Pulse Waveform

SD05T1 Series, SZSD05T1 Series

PACKAGE DIMENSIONS

SOD-323
CASE 477-02
ISSUE H

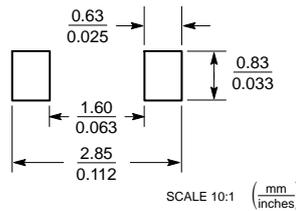


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
 3. LEAD THICKNESS SPECIFIED PER L/F DRAWING WITH SOLDER PLATING.
 4. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS.
 5. DIMENSION L IS MEASURED FROM END OF RADIUS.

| DIM | MILLIMETERS | | | INCHES | | |
|-----|-------------|------|-------|-----------|-------|-------|
| | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX |
| A | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 0.031 | 0.035 | 0.040 |
| A1 | 0.00 | 0.05 | 0.10 | 0.000 | 0.002 | 0.004 |
| A3 | 0.15 REF | | | 0.006 REF | | |
| b | 0.25 | 0.32 | 0.4 | 0.010 | 0.012 | 0.016 |
| C | 0.089 | 0.12 | 0.177 | 0.003 | 0.005 | 0.007 |
| D | 1.60 | 1.70 | 1.80 | 0.062 | 0.066 | 0.070 |
| E | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 0.045 | 0.049 | 0.053 |
| L | 0.08 | | | 0.003 | | |
| HE | 2.30 | 2.50 | 2.70 | 0.090 | 0.098 | 0.105 |

STYLE 1:
 PIN 1. CATHODE
 2. ANODE

SOLDERING FOOTPRINT*



*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

ON Semiconductor and the are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) or its subsidiaries in the United States and/or other countries. SCILLC owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
 Literature Distribution Center for ON Semiconductor
 P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
 USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
 Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
 Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative

SD05T1/D

8.6 Diodo

Surface Mount High Efficiency Glass Passivated Rectifier



Features:

- Low cost
- Diffused junction
- Ultra fast switching for high efficiency
- Low reverse leakage current
- Low forward voltage drop
- High current capability
- The plastic material carries UL recognition 94V-0

Mechanical Data:

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Case | : Molded plastic body |
| Polarity | : Colour band denotes cathode |
| Weight | : 0.002 ounces, 0.064 grams |
| Mounting position | : Any |
| Reverse Voltage | : 600 to 1000 Volts |
| Forward Current | : 1 Ampere |

Maximum Ratings and Electrical Characteristics:

Rating at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.

For capacitive load, derate current by 20%.

| Characteristics | Symbol | UF1J+ | UF1K+ | UF1M+ | Unit |
|---|--------------------|-------------|-------|-------|------|
| Max. Recurrent Peak Reverse Voltage | V _{RRM} | 600 | 800 | 1000 | V |
| Max. RMS Voltage | V _{RMS} | 420 | 560 | 700 | |
| Max. DC Blocking Voltage | V _{DC} | 600 | 800 | 1000 | |
| Max. Average Forward Rectified Current | I _{F(AV)} | 1 | | | A |
| Peak Forward Surge Current, 8.3ms Single Half Sine-wave Super Imposed on Rated Load(JEDEC Method) | I _{FSM} | 30 | | | |
| Peak Forward Voltage at 1A DC | V _F | 1.7 | | | V |
| Maximum DC Reverse Current at Rated DC Blocking Voltage | I _R | 5 100 | | | μA |
| Maximum Reverse Recovery Time(Note1) | T _{RR} | 75 | | | nS |
| Typical Junction Capacitance (Note2) | C _J | 10 | | | pF |
| Typical Thermal Resistance (Note3) | R _{θJL} | 25 | | | °C/W |
| Operating Temperature Range | T _J | -55 to +150 | | | °C |
| Storage Temperature Range | T _{STG} | | | | |

Notes:

1. Measured with I_F=0.5A, I_R=1A, I_{RR}=0.25A.
2. Measured at 1MHz and applied reverse voltage of 4V DC.
3. Thermal resistance junction to lead.
4. The typical data above is for reference only

www.element14.com
www.farnell.com
www.newark.com



Surface Mount High Efficiency Glass Passivated Rectifier



Ratings and Characteristic Curves

FIG. 1 – FORWARD CURRENT DERATING CURVE

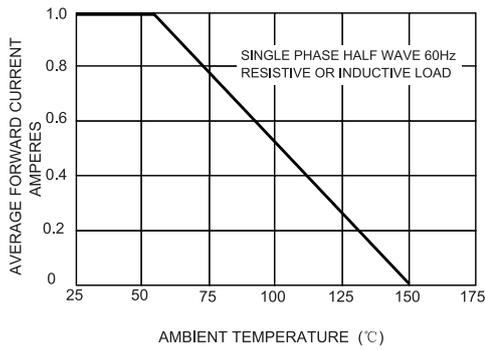


FIG. 2 – MAXIMUM NON-REPETITIVE SURGE CURRENT

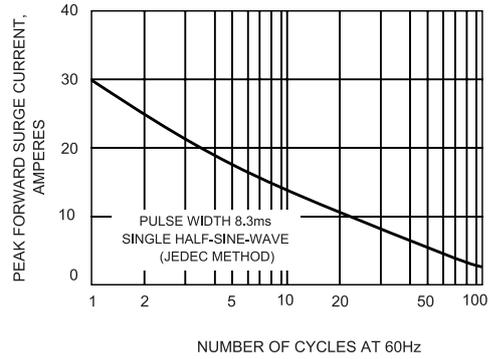


FIG. 3 – TYPICAL JUNCTION CAPACITANCE

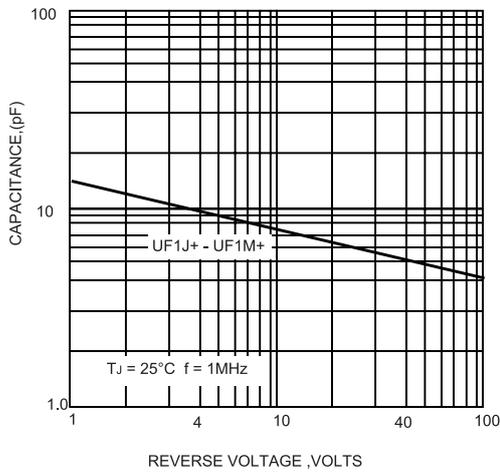
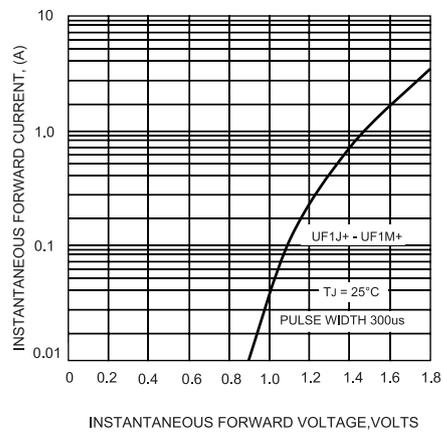


FIG.4-TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS



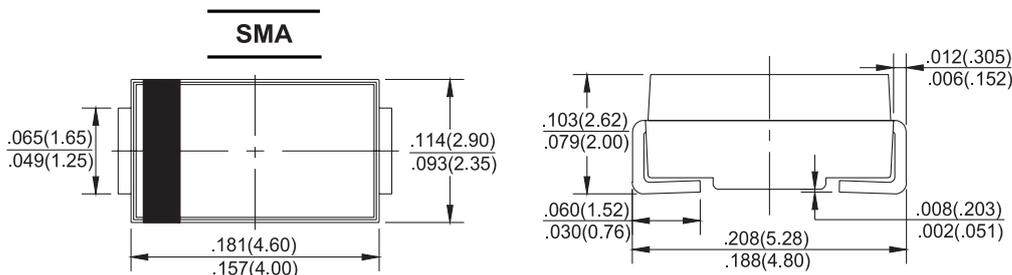
www.element14.com
 www.farnell.com
 www.newark.com



Surface Mount High Efficiency Glass Passivated Rectifier



Dimensions:



Dimensions : Inches (Millimetres)

Part Number Table

| Description | Part Number |
|--------------------------------|-------------|
| Ultra Fast Diode 1A 600V SMA | UF1J+ |
| Ultra Fast Diode 1A 800V SMA | UF1K+ |
| Ultra Fast Diode 1A 1,000V SMA | UF1M+ |

Important Notice : This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the Information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. Multicomp is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell Limited 2016.

www.element14.com
www.farnell.com
www.newark.com



8.7 Interruptor

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

QFET™

FQP9N50C/FQPF9N50C

500V N-Channel MOSFET

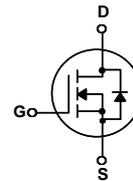
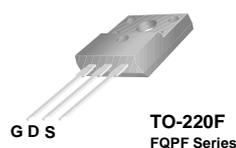
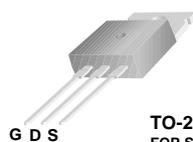
General Description

These N-Channel enhancement mode power field effect transistors are produced using Fairchild's proprietary, planar stripe, DMOS technology.

This advanced technology has been especially tailored to minimize on-state resistance, provide superior switching performance, and withstand high energy pulse in the avalanche and commutation mode. These devices are well suited for high efficiency switched mode power supplies, active power factor correction, electronic lamp ballasts based on half bridge topology.

Features

- 9 A, 500V, $R_{DS(on)} = 0.8 \Omega @ V_{GS} = 10 \text{ V}$
- Low gate charge (typical 28 nC)
- Low Crss (typical 24 pF)
- Fast switching
- 100% avalanche tested
- Improved dv/dt capability



Absolute Maximum Ratings T_C = 25°C unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | FQP9N50C | FQPF9N50C | Units |
|-----------------------------------|---|-------------|-----------|-------|
| V _{DSS} | Drain-Source Voltage | 500 | | V |
| I _D | Drain Current - Continuous (T _C = 25°C) | 9 | 9 * | A |
| | | 5.4 | 5.4 * | A |
| I _{DM} | Drain Current - Pulsed (Note 1) | 36 | 36 * | A |
| V _{GSS} | Gate-Source Voltage | ± 30 | | V |
| E _{AS} | Single Pulsed Avalanche Energy (Note 2) | 360 | | mJ |
| I _{AR} | Avalanche Current (Note 1) | 9 | | A |
| E _{AR} | Repetitive Avalanche Energy (Note 1) | 13.5 | | mJ |
| dv/dt | Peak Diode Recovery dv/dt (Note 3) | 4.5 | | V/ns |
| P _D | Power Dissipation (T _C = 25°C) | 135 | 44 | W |
| | | 1.07 | 0.35 | W/°C |
| T _J , T _{STG} | Operating and Storage Temperature Range | -55 to +150 | | °C |
| T _L | Maximum lead temperature for soldering purposes, 1/8" from case for 5 seconds | 300 | | °C |

* Drain current limited by maximum junction temperature

Thermal Characteristics

| Symbol | Parameter | FQP9N50C | FQPF9N50C | Units |
|------------------|---|----------|-----------|-------|
| R _{θJC} | Thermal Resistance, Junction-to-Case | 0.93 | 2.86 | °C/W |
| R _{θCS} | Thermal Resistance, Case-to-Sink Typ. | 0.5 | -- | °C/W |
| R _{θJA} | Thermal Resistance, Junction-to-Ambient | 62.5 | 62.5 | °C/W |

| Electrical Characteristics <small>T_C = 25°C unless otherwise noted</small> | | | | | | |
|---|---|--|---|------|------|-------|
| Symbol | Parameter | Test Conditions | Min | Typ | Max | Units |
| Off Characteristics | | | | | | |
| BV _{DSS} | Drain-Source Breakdown Voltage | V _{GS} = 0 V, I _D = 250 μA | 500 | -- | -- | V |
| ΔBV _{DSS} / ΔT _J | Breakdown Voltage Temperature Coefficient | I _D = 250 μA, Referenced to 25°C | -- | 0.57 | -- | V/°C |
| I _{DSS} | Zero Gate Voltage Drain Current | V _{DS} = 500 V, V _{GS} = 0 V | -- | -- | 1 | μA |
| | | V _{DS} = 400 V, T _C = 125°C | -- | -- | 10 | μA |
| I _{GSSF} | Gate-Body Leakage Current, Forward | V _{GS} = 30 V, V _{DS} = 0 V | -- | -- | 100 | nA |
| I _{GSSR} | Gate-Body Leakage Current, Reverse | V _{GS} = -30 V, V _{DS} = 0 V | -- | -- | -100 | nA |
| On Characteristics | | | | | | |
| V _{GS(th)} | Gate Threshold Voltage | V _{DS} = V _{GS} , I _D = 250 μA | 2.0 | -- | 4.0 | V |
| R _{DS(on)} | Static Drain-Source On-Resistance | V _{GS} = 10 V, I _D = 4.5 A | -- | 0.65 | 0.8 | Ω |
| g _{FS} | Forward Transconductance | V _{DS} = 40 V, I _D = 4.5 A (Note 4) | -- | 6.5 | -- | S |
| Dynamic Characteristics | | | | | | |
| C _{iss} | Input Capacitance | V _{DS} = 25 V, V _{GS} = 0 V, f = 1.0 MHz | -- | 790 | 1030 | pF |
| C _{oss} | Output Capacitance | | -- | 130 | 170 | pF |
| C _{rss} | Reverse Transfer Capacitance | | -- | 24 | 30 | pF |
| Switching Characteristics | | | | | | |
| t _{d(on)} | Turn-On Delay Time | V _{DD} = 250 V, I _D = 9 A, R _G = 25 Ω (Note 4, 5) | -- | 18 | 45 | ns |
| t _r | Turn-On Rise Time | | -- | 65 | 140 | ns |
| t _{d(off)} | Turn-Off Delay Time | | -- | 93 | 195 | ns |
| t _f | Turn-Off Fall Time | | -- | 64 | 125 | ns |
| Q _g | Total Gate Charge | | V _{DS} = 400 V, I _D = 9 A, V _{GS} = 10 V (Note 4, 5) | -- | 28 | 35 |
| Q _{gs} | Gate-Source Charge | | -- | 4 | -- | nC |
| Q _{gd} | Gate-Drain Charge | | -- | 15 | -- | nC |
| Drain-Source Diode Characteristics and Maximum Ratings | | | | | | |
| I _S | Maximum Continuous Drain-Source Diode Forward Current | | -- | -- | 9 | A |
| I _{SM} | Maximum Pulsed Drain-Source Diode Forward Current | | -- | -- | 36 | A |
| V _{SD} | Drain-Source Diode Forward Voltage | V _{GS} = 0 V, I _S = 9 A | -- | -- | 1.4 | V |
| t _{rr} | Reverse Recovery Time | V _{GS} = 0 V, I _S = 9 A, | -- | 335 | -- | ns |
| Q _{rr} | Reverse Recovery Charge | dI _F / dt = 100 A/μs (Note 4) | -- | 2.95 | -- | μC |
| Notes: 1. Repetitive Rating : Pulse width limited by maximum junction temperature 2. L = 8 mH, I _{AS} = 9A, V _{DD} = 50V, R _G = 25 Ω, Starting T _J = 25°C 3. I _{SD} ≤ 9A, di/dt ≤ 200A/μs, V _{DD} ≤ BV _{DSS} , Starting T _J = 25°C 4. Pulse Test : Pulse width ≤ 300μs, Duty cycle ≤ 2% 5. Essentially independent of operating temperature | | | | | | |

Typical Characteristics

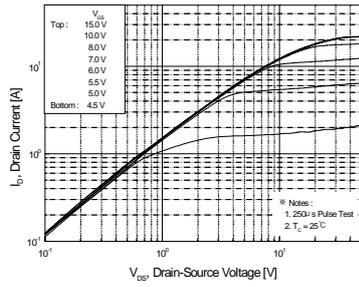


Figure 1. On-Region Characteristics

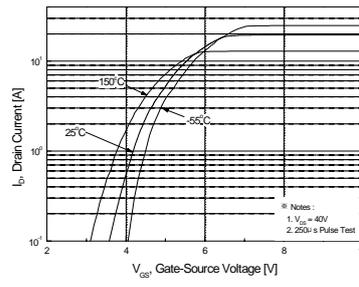


Figure 2. Transfer Characteristics

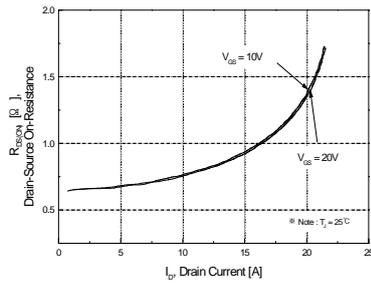


Figure 3. On-Resistance Variation vs Drain Current and Gate Voltage

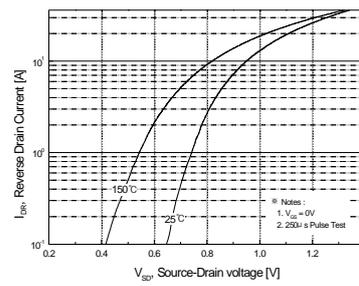


Figure 4. Body Diode Forward Voltage Variation with Source Current and Temperature

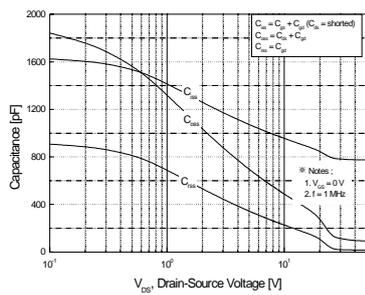


Figure 5. Capacitance Characteristics

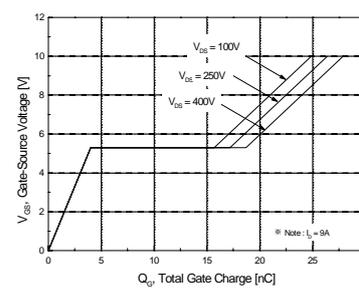


Figure 6. Gate Charge Characteristics

Typical Characteristics (Continued)

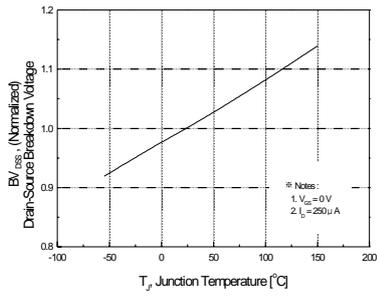


Figure 7. Breakdown Voltage Variation vs Temperature

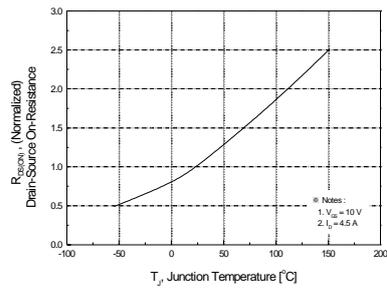


Figure 8. On-Resistance Variation vs Temperature

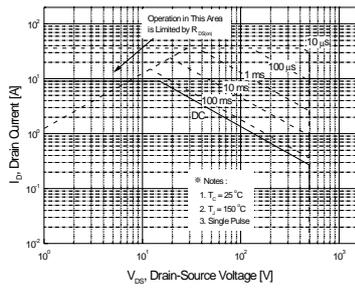


Figure 9-1. Maximum Safe Operating Area for FQP9N50C

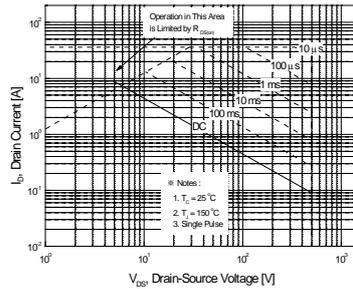


Figure 9-2. Maximum Safe Operating Area for FQPF9N50C

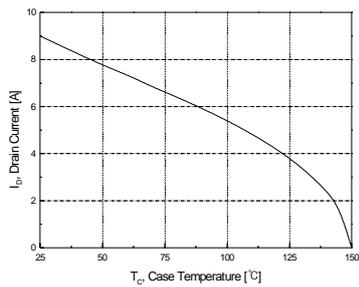


Figure 10. Maximum Drain Current vs Case Temperature

Typical Characteristics (Continued)

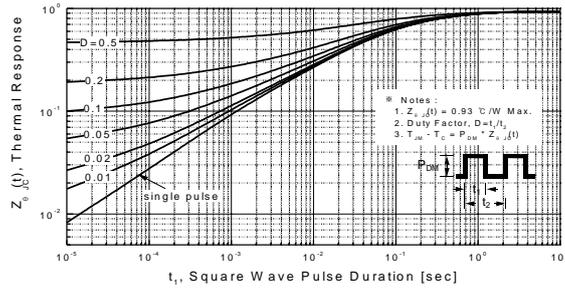


Figure 11-1. Transient Thermal Response Curve for FQP9N50C

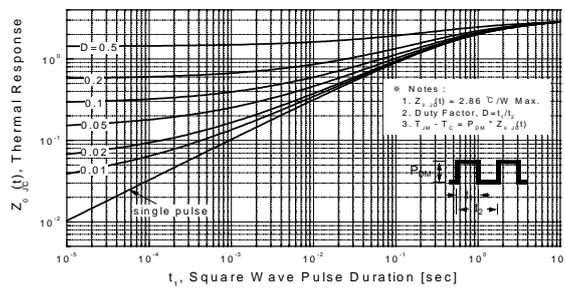
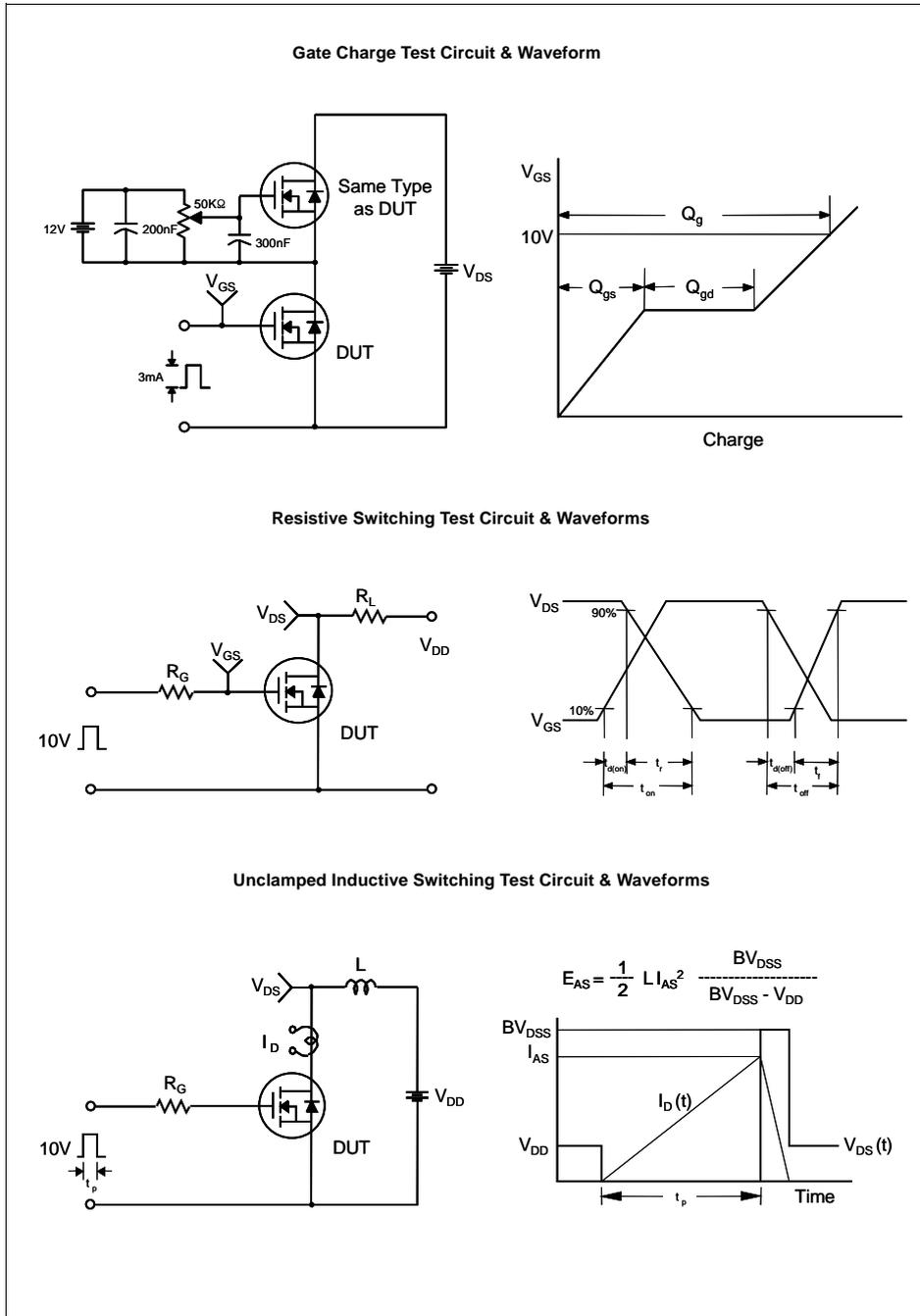
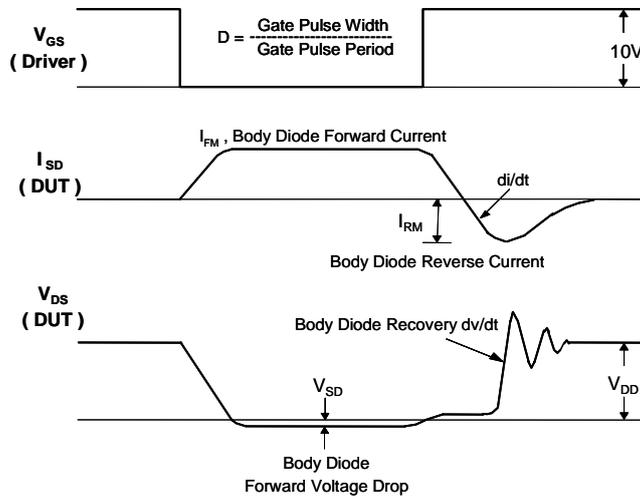
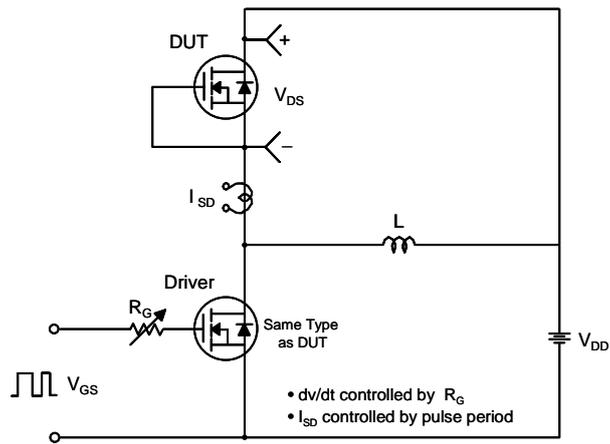
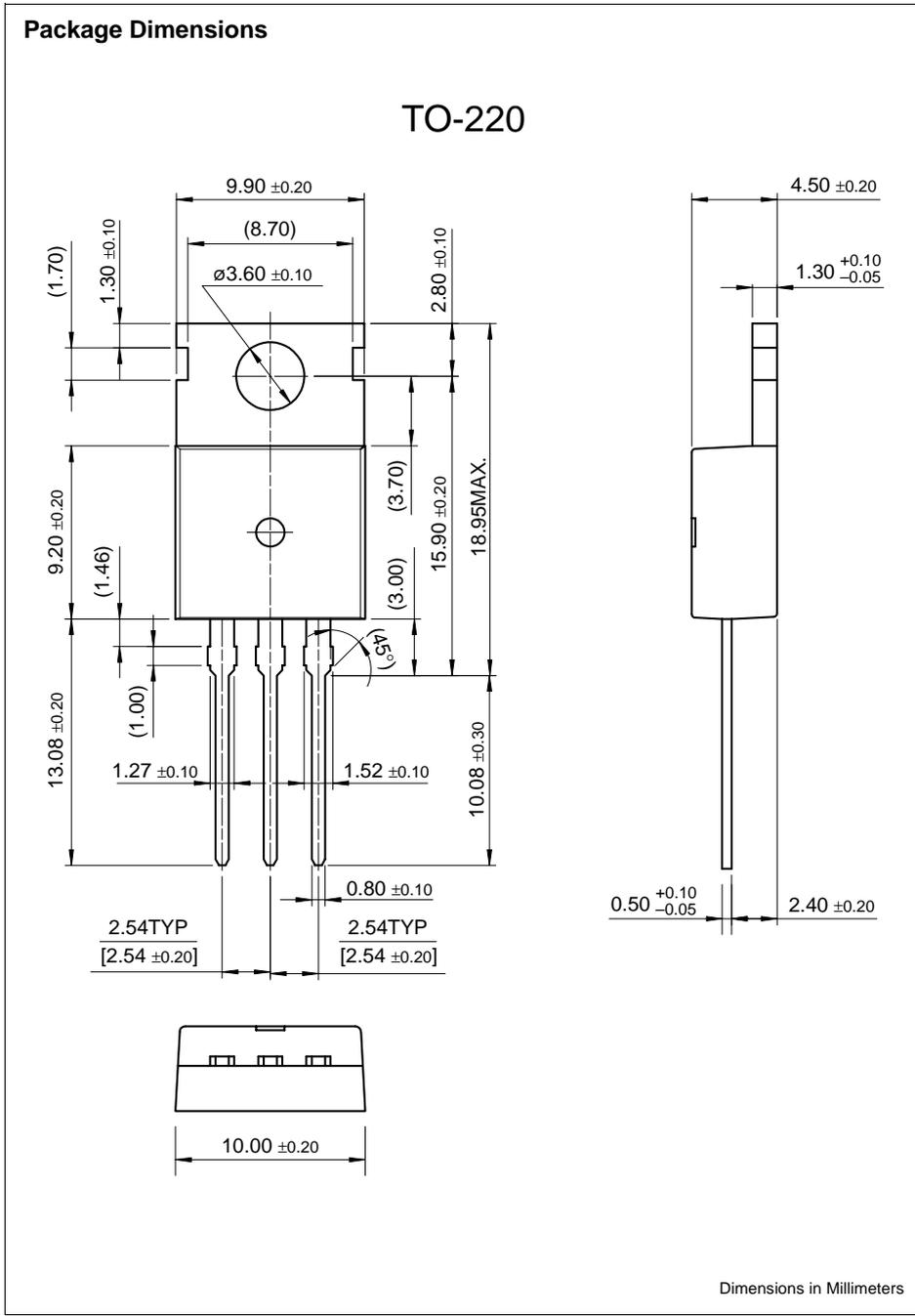


Figure 11-2. Transient Thermal Response Curve for FQPF9N50C



Peak Diode Recovery dv/dt Test Circuit & Waveforms





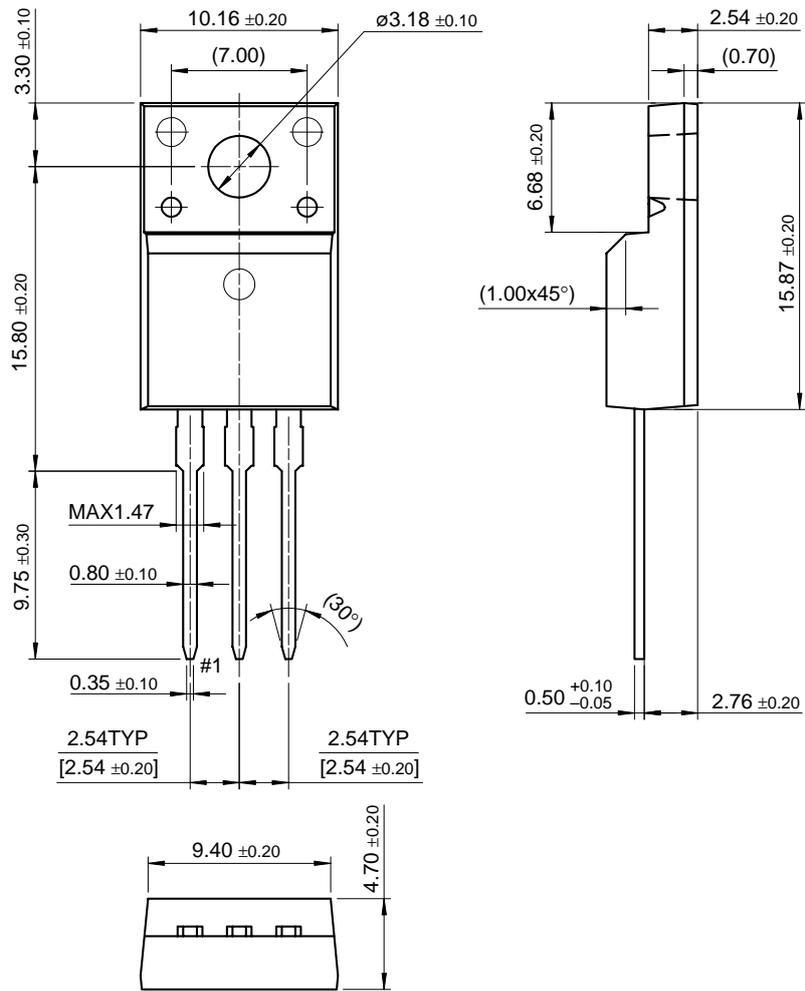
©2003 Fairchild Semiconductor Corporation

Rev. A, June 2003

FQP9N50C/FQPF9N50C

Package Dimensions (Continued)

TO-220F



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

| | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| ACEx™ | FACT™ | ImpliedDisconnect™ | PACMAN™ | SPM™ |
| ActiveArray™ | FACT Quiet series™ | ISOPLANAR™ | POP™ | Stealth™ |
| Bottomless™ | FAST® | LittleFET™ | Power247™ | SuperSOT™-3 |
| CoolFET™ | FASTR™ | MicroFET™ | PowerTrench® | SuperSOT™-6 |
| CROSSVOL™ | FRFET™ | MicroPak™ | QFET™ | SuperSOT™-8 |
| DOME™ | GlobalOptoisolator™ | MICROWIRE™ | QS™ | SyncFET™ |
| EcoSPARK™ | GTO™ | MSX™ | QT Optoelectronics™ | TinyLogic® |
| E ² C MOS™ | HiSeC™ | MSXPro™ | Quiet Series™ | TruTranslation™ |
| EnSigna™ | I ² C™ | OCX™ | RapidConfigure™ | UHC™ |
| Across the board. Around the world.™ | | OCXPro™ | RapidConnect™ | UltraFET® |
| The Power Franchise™ | | OPTOLOGIC® | SILENT SWITCHER® | VCX™ |
| Programmable Active Droop™ | | OPTOPLANAR™ | SMART START™ | |

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

| Datasheet Identification | Product Status | Definition |
|--------------------------|------------------------|---|
| Advance Information | Formative or In Design | This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice. |
| Preliminary | First Production | This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design. |
| No Identification Needed | Full Production | This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design. |
| Obsolete | Not In Production | This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only. |

8.8 Núcleo magnético

FERROXCUBE

DATA SHEET

ETD49/25/16
ETD cores and accessories

Supersedes data of September 2004

2008 Sep 01



Ferroxcube

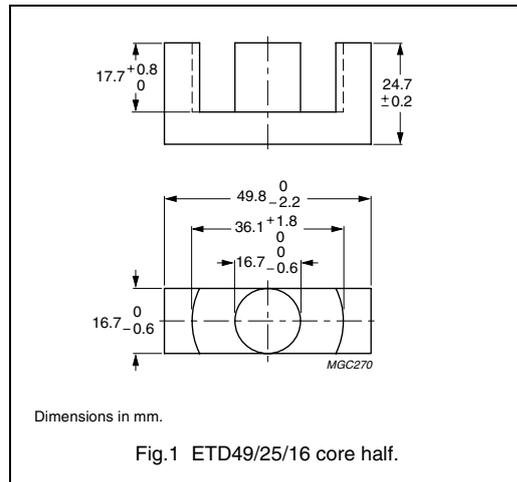
ETD cores and accessories

ETD49/25/16

CORE SETS

Effective core parameters

| SYMBOL | PARAMETER | VALUE | UNIT |
|---------------|-------------------|-------|------------------|
| $\Sigma(l/A)$ | core factor (C1) | 0.534 | mm ⁻¹ |
| V_e | effective volume | 24000 | mm ³ |
| l_e | effective length | 114 | mm |
| A_e | effective area | 211 | mm ² |
| A_{min} | minimum area | 209 | mm ² |
| m | mass of core half | ≈ 62 | g |



Core halves

Clamping force for A_L measurements, 50 ±20 N. Gapped cores are available on request.

| GRADE | A_L (nH) | μ_e | AIR GAP (μm) | TYPE NUMBER |
|-------------------------|---------------|---------|------------------------------|------------------|
| 3C90 | 4200 ±25% | ≈ 1810 | ≈ 0 | ETD49/25/16-3C90 |
| 3C94 | 4200 ±25% | ≈ 1810 | ≈ 0 | ETD49/25/16-3C94 |
| 3C95 <small>des</small> | 5140 ±25% | ≈ 2210 | ≈ 0 | ETD49/25/16-3C95 |
| 3F3 | 3900 ±25% | ≈ 1680 | ≈ 0 | ETD49/25/16-3F3 |

Properties of core sets under power conditions

| GRADE | B (mT) at | CORE LOSS (W) at | | | | |
|-------|---|--|---|--|---|--|
| | H = 250 A/m; f = 25 kHz; T = 100 °C | f = 25 kHz; \hat{B} = 200 mT; T = 100 °C | f = 100 kHz; \hat{B} = 100 mT; T = 100 °C | f = 100 kHz; \hat{B} = 200 mT; T = 25 °C | f = 100 kHz; \hat{B} = 200 mT; T = 100 °C | f = 400 kHz; \hat{B} = 50 mT; T = 100 °C |
| 3C90 | ≥330 | ≤ 2.9 | ≤ 3.1 | – | – | – |
| 3C94 | ≥330 | – | ≤ 2.3 | – | ≤ 12.4 | – |
| 3C95 | ≥330 | – | – | ≤ 15.1 | ≤ 14.4 | – |
| 3F3 | ≥320 | – | ≤ 3.0 | – | – | ≤ 5.4 |

Ferroxcube

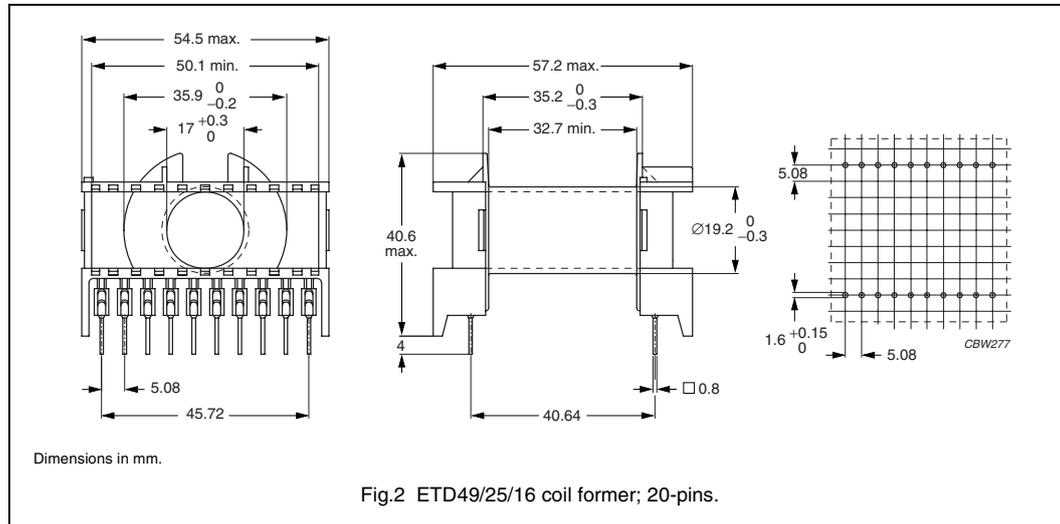
ETD cores and accessories

ETD49/25/16

COIL FORMERS

General data 20-pins ETD49/25/16 coil former

| PARAMETER | SPECIFICATION |
|-------------------------------|--|
| Coil former material | polybutyleneterephthalate (PBT), glass-reinforced, flame retardant in accordance with "UL 94V-0"; UL file number E45329(R) |
| Pin material | copper-tin alloy (CuSn), tin (Sn) plated |
| Maximum operating temperature | 155 °C, "IEC 60085", class F |
| Resistance to soldering heat | "IEC 60068-2-20", Part 2, Test Tb, method 1B, 350 °C, 3.5 s |
| Solderability | "IEC 60068-2-20", Part 2, Test Ta, method 1 |



Winding data and area product for 20-pins ETD49/25/16 coil former

| NUMBER OF SECTIONS | WINDING AREA (mm ²) | MINIMUM WINDING WIDTH (mm) | AVERAGE LENGTH OF TURN (mm) | AREA PRODUCT Ae x Aw (mm ⁴) | TYPE NUMBER |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | 273 | 32.7 | 85 | 57600 | CPH-ETD49-1S-20P ⁽¹⁾ |

Note

- Also available with $\varnothing 1.0$ mm pins.

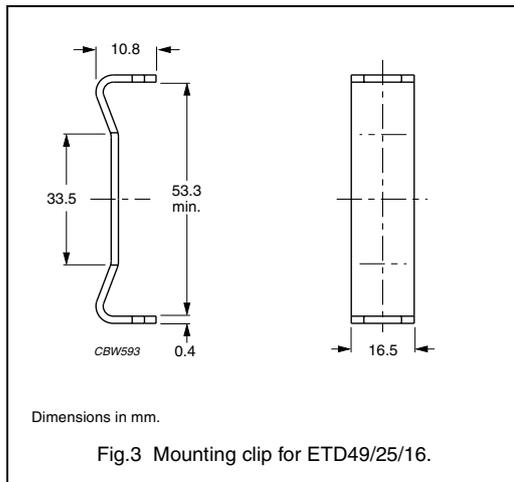
Ferroxcube

ETD cores and accessories

ETD49/25/16

MOUNTING PARTS**General data**

| ITEM | REMARKS | FIGURE | TYPE NUMBER |
|---------------|---------------------------|--------|-------------|
| Mounting clip | material: stainless steel | 3 | CLI-ETD49 |



2008 Sep 01

4

Ferroxcube

ETD cores and accessories

ETD49/25/16

DATA SHEET STATUS DEFINITIONS

| DATA SHEET STATUS | PRODUCT STATUS | DEFINITIONS |
|---------------------------|----------------|--|
| Preliminary specification | Development | This data sheet contains preliminary data. Ferroxcube reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design and supply the best possible product. |
| Product specification | Production | This data sheet contains final specifications. Ferroxcube reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design and supply the best possible product. |

DISCLAIMER

Life support applications — These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Ferroxcube customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Ferroxcube for any damages resulting from such application.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

| STATUS | INDICATION | DEFINITION |
|-----------|---|--|
| Prototype |  | These are products that have been made as development samples for the purposes of technical evaluation only. The data for these types is provisional and is subject to change. |
| Design-in |  | These products are recommended for new designs. |
| Preferred | | These products are recommended for use in current designs and are available via our sales channels. |
| Support |  | These products are not recommended for new designs and may not be available through all of our sales channels. Customers are advised to check for availability. |