

Diseño de sistemas de alimentación de alta fiabilidad

Artículo cedido por Arrow



www.arrow.com

Autor: Steve Munns
Director de Marketing
Militar-Aeroespacial
Linear Technology Corporation

El diseño de sistemas de alta fiabilidad abarca la utilización de técnicas de diseño tolerantes a fallos, la selección de componentes apropiados para adaptarse a las condiciones ambientales previstas y el cumplimiento de los estándares. Este artículo se centra en las soluciones de semiconductores para la implementación de fuentes de alimentación de alta fiabilidad que incorporen redundancia, protección del circuito y gestión remota de los sistemas. A lo largo del texto se irán destacando las características de nuevos productos que simplifican el diseño y mejoran la fiabilidad del componente.

Requisitos de los sistemas de alimentación de alta fiabilidad

En un mundo perfecto, un sistema de alta fiabilidad se debería diseñar de forma que suprimiera los fallos en un solo punto y proporcionara una vía para aislar los fallos de manera que siga funcionando, quizá con un nivel de prestaciones reducido. También debería ser capaz de contener los fallos para evitar su propagación a la electrónica

posterior y anterior. La incorporación de redundancia, bien sea en forma de circuitos en paralelo que compartan la carga activamente o permanezcan en espera hasta que se produzca un fallo, es una solución. En cada caso, la detección y gestión del fallo necesita una circuitería añadida que aumenta la complejidad y el coste en su conjunto. Algunos sistemas también crean circuitos distintos en paralelo para añadir diversidad y evitar el riesgo de un mecanismo de fallo común; así ocurre con algunos sistemas de control de vuelo en aviones.

Los sistemas de alta complejidad aumentan los requisitos en cuanto a prestaciones de la fuente de alimentación, y una elevada eficiencia de conversión y una buena gestión térmica son críticas ya que por cada incremento de 10°C en la temperatura de unión la vida operativa del CI se reduce aproximadamente a la mitad. Tal como veremos, los nuevos CI dotados de numerosas funciones, junto con las funciones de gestión dedicada, proporcionan actualmente una mayor protección al propio CI y al sistema que lo rodea.

Funciones de seguridad del regulador de alimentación

Limitación de la corriente de salida

No es una función nueva, sino su implementación, la que se ha hecho más precisa y sofisticada, además de incorporar una mayor flexibilidad con funciones programables por el usuario. Por ejemplo, el LT3667 mostrado en la Figura 1 es un regulador conmutado reductor de 40V y 400mA con regulador lineales LDO (low dropout) que disponen de doble protección frente a fallos. La circuitería de protección interna incluye protección de batería inversa, limitación de corriente, limitación térmica y protección de corriente inversa.

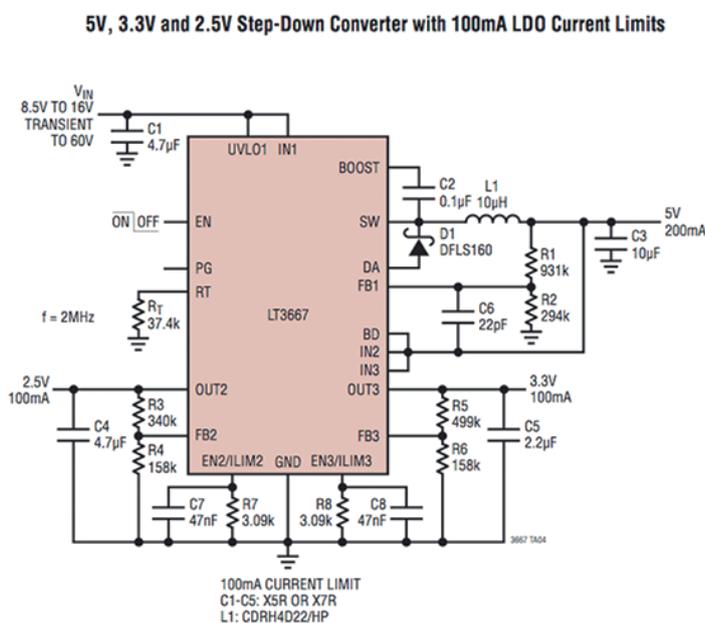
El regulador conmutado que forma parte del CI contiene el limitador de corriente del interruptor y el limitador de corriente del diodo fijador de forma que controle la corriente de salida si se producen fallos como una salida cortocircuitada. Los dobles reguladores lineales también cuentan con limitaciones individuales de corriente programables por el usuario, que en el ejemplo de aplicación de la Figura 1 se ha establecido en 100mA mediante R7 y R8.

Estas medidas no solo protegen el propio dispositivo sino también la electrónica posterior en el caso de que ésta sufra algún fallo.

Limitación de la corriente de entrada

Se encuentra habitualmente en circuitos como los que captan energía de células fotovoltaicas, donde la fuente de alta impedancia exige un control cuidadoso de la corriente para prevenir una fuerte caída de la tensión de la fuente. Además de proteger la electrónica anterior frente a sobrecargas, también se puede emplear como función de seguridad tal como muestra la Figura 2 para una fuente de reserva en la

Figura 1. Regulador conmutado y lineal con protección frente a fallos LT3667.



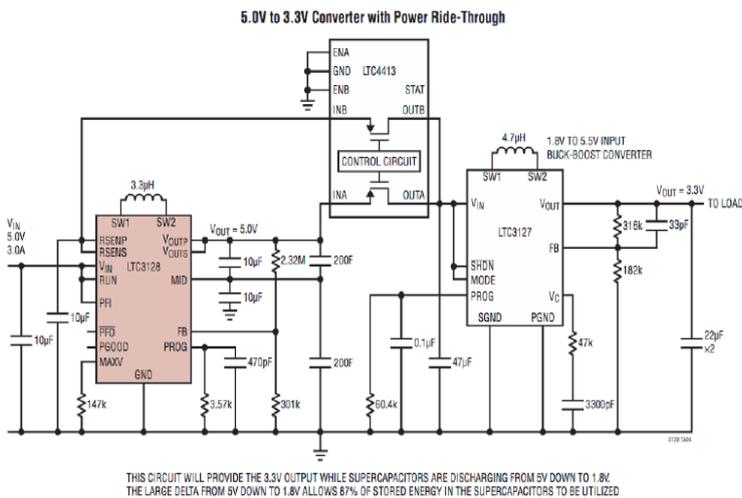


Figura 2. Circuito de reserva con supercondensador basado en el LTC3128.

que se deben proteger y cargar con seguridad grandes condensadores. El LTC3128 incorpora una limitación programable de la corriente media de entrada con una precisión del $\pm 2\%$. En esta aplicación se establece una limitación de la corriente de entrada a 3A y el circuito de reserva del supercondensador solo absorberá la corriente "sobrante" que no consuma la carga principal a través del convertidor reductor-elevador.

Protección térmica

La protección térmica se implementa en la mayoría de CI reguladores de alimentación con transistores internos de potencia. En el caso del LTC3128 antes descrito, el apagado térmico se activa aproximadamente a 165°C y el dispositivo se desconecta hasta que la temperatura caiga a unos 155°C. No obstante, el producto también contiene un regulador térmico para evitar que entre en apagado térmico cuando cargue condensadores muy grandes a corrientes elevadas.

Funciona mediante una disminución progresiva de la limitación de la corriente media cuando la temperatura de la pastilla de semiconductor supera los 135°C.

Otros productos como el regulador reductor de 8 salidas LT3375 cuentan con una salida de temperatura de la pastilla de semiconductor y la capacidad de que el usuario pueda establecer uno de los tres umbrales de temperatura.

Control de múltiples fuentes de entrada

Los sistemas de alimentación que contienen una fuente principal y una de reserva redundante, quizá con una fuente auxiliar externa, necesitan un sistema para arbitrar qué fuente tiene prioridad y para supervisar su estado. Además debe proteger el sistema frente a la conducción cruzada y la retroalimentación durante la conmutación de la fuente.

Los CI monochip como el LTC4417 ofrecen una solución que selecciona automáticamente la fuente en función de los umbrales de alimentación definidos validados

por el usuario para cada entrada.

Un enfoque alternativo consiste en compartir la carga entre dos fuentes de entrada que funcionan simultáneamente, aumentando así la fiabilidad al reducir la carga en cada fuente y proporcionando al mismo tiempo protección frente a fallos de una fuente si cada una de ellas está igualmente capacitada para soportar la carga máxima. En el pasado se habría recurrido a una configuración sencilla pero ineficiente con diodos OR pero ello exigiría que cada fuente dispusiera de control activo para equilibrar las cargas. La Figura 3 muestra cómo puede lograrse esto con una solución monochip. El LTC4370 es un controlador de corriente compartida con bloqueo inverso que previene fallos en una fuente que pueda dejar el sistema fuera de combate.

Protección frente a transitorios

La electrónica militar y aeronáutica debe cumplir especificaciones de protección frente a transitorios como MIL-STD-1275 (vehículos) y MIL-STD-704 / DO-160 (aviones). Sin embargo, es deseable que ofrezca protección frente a sobretensiones, picos y rizado en todo sistema de alta fiabilidad y existen productos dedicados para tal función. Si bien los avances en la tecnología de proceso de silicio ahora permiten que los CI re-

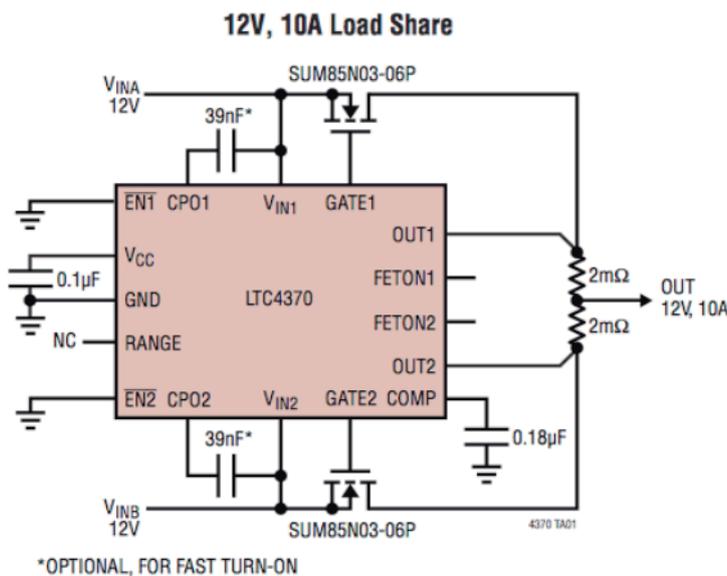


Figura 3. Doble fuente de alimentación compartida con doble redundancia LTC4370

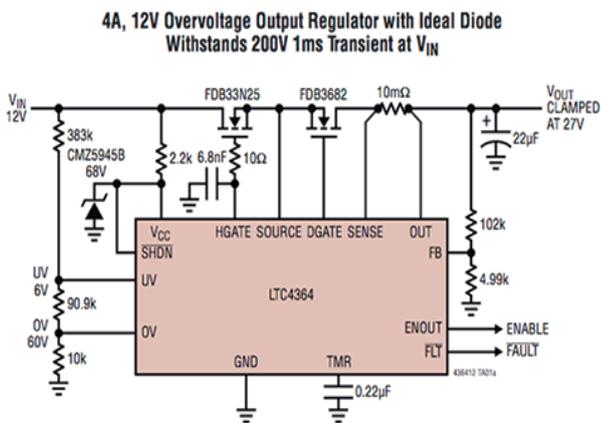


Figura 4. Protección frente a transitorios y retención de salida.

reguladores trabajen con tensiones de entrada de 100V o más, los CI con protección dedicada frente a transitorios proporcionan mayores niveles de funcionalidad y control. En la Figura 4, el LTC4364 aporta una salida fija a 27V (programable por el usuario) para proteger los reguladores posteriores frente a transitorios así como retención de salida en caso de cortocircuito a la entrada o desconexión/reinicio.

Gestión digital del sistema de alimentación

Existen nuevos productos que combinan las ventajas de la regulación analógica de la alimentación y el control digital a través de un protocolo de interface digital de 2 hilos basado en PMBus I2C para permitir la gestión remota de los sistemas de alimentación. Los datos de telemetría y diagnóstico se pueden

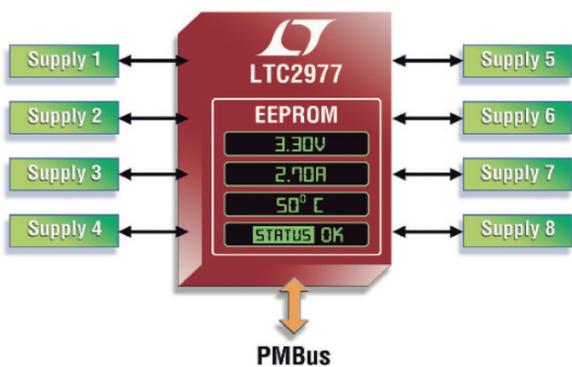
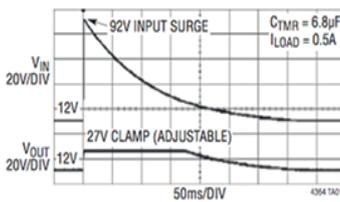
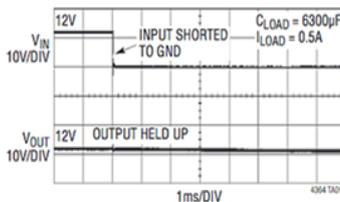


Figura 5. Gestión digital del sistema de alimentación.

Overvoltage Protector Regulates Output at 27V During Input Transient



Ideal Diode Holds Up Output During Input Short



utilizar para supervisar las condiciones de carga, leer los registros de fallo y ofrecer acceso para el ajuste y la definición de márgenes con una precisión de hasta el $\pm 0,25\%$, maximizando así la eficiencia y fiabilidad del sistema. Estos sistemas ofrecen la oportunidad de pasar de programas de mantenimiento basados en el tiempo a un mantenimiento basado en el estado que pueden exponer potencialmente la degradación de las prestaciones antes de que se produzca un fallo.

Sistemas aislados

Los sistemas de alimentación de alta fiabilidad para aviones incorporan una barrera de aislamiento para proteger los buses de alimentación del avión frente a fallos en las unidades sustituibles conectadas a continuación, con una potencia típica del orden de centenares o miles de vatios.

El creciente número de sensores y accionamientos también impulsa la demanda de fuentes de alimentación más pequeñas, con aislamiento local e interfaces de datos para reducir los problemas inducidos por el ruido procedente de bucles a tierra e interferencias en modo común. Existen actualmente nuevas soluciones en módulos BGA con total aislamiento galvánico para simplificar el diseño y aumentar la fiabilidad.

Entre los desarrollos recientes en transferencia inalámbrica de alimentación se encuentra un siste-

ma para la carga de una batería de 2W que utiliza el LTC4120, que ha sido desarrollado con PowerbyProxi y aplica su técnica patentada de control dinámico de armonización (dynamic harmonization control, DHC) que permite una carga sin contacto y de alta eficiencia con una distancia máxima y desajuste de la bobina TX a RX y sin los problemas térmicos o por sobretensión generalmente asociados a los sistemas de alimentación inalámbricos.

Selección del componente

La mayor parte de este artículo se ha dedicado a nuevas funciones que simplifican el diseño de fuentes de alimentación de alta fiabilidad o bien a funciones del producto que protegen el dispositivo frente a fallos o un manejo incorrecto. Sin embargo es fundamental no pasar por alto la importancia que tiene la calidad del componente y la selección del grado correcto del componente en función de las condiciones ambientales de funcionamiento previstas.

Por ejemplo el grado Military Plastic de Linear Technology proporciona unas prestaciones comprobadas y garantizadas al 100% entre -55°C y $+125^{\circ}\text{C}$, evitando así la necesidad de una costosa reevaluación o caracterización del componente en un circuito de aplicación en el que se prevén unas condiciones de funcionamiento muy adversas.

Conclusiones

El diseño de fuentes de alimentación de alta fiabilidad se ha visto simplificado gracias a funciones programables por el usuario y a la integración de mecanismos de protección más sofisticados.

La gestión digital del sistema de alimentación proporciona la manera de supervisor y controlar los sistemas de alimentación de forma remota así como de mejorar aún más la eficiencia y la fiabilidad. Finalmente, la selección del grado correcto del componente de un proveedor de prestigio reducirá las posibilidades de que surjan problemas de calidad y fiabilidad. 