

Proyecto de diseño: Sistema de alimentación para aplicaciones industriales y automotrices

Se deberá diseñar un sistema electrónico que genere tensiones de alimentación estables seleccionables de 3.3V y 5V a partir de la tensión de una batería de una manera eficiente.

La tensión de la batería puede tener un amplio rango de variación (9V a 18V).

La aplicación de este sistema es proveer alimentación estable a cargas como microprocesadores, sensores y transceptores de comunicación, tanto para aplicaciones automotrices como industriales.

El sistema estará compuesto de una fuente de alimentación conmutada, como pre-regulador que alimenta a un regulador lineal de bajo drop-out (Low Drop-Out, LDO), que será el encargado de suministrar la alimentación a la carga de interés. El LDO generará 3.3V/5V@500mA. La tensión se deberá poder seleccionar mediante un bit de trimming de la EEPROM.

Se deberá implementar una protección por sobre-corriente para el regulador lineal.

Además habrá que prestar especial atención a la secuencia de encendido de los reguladores.

Especificaciones Generales

A continuación se listan las especificaciones que se deben cumplir y/o especificar una vez finalizado el diseño.

Las especificaciones faltantes se deberán fijar en función de la aplicación, discutiéndolo con los docentes. Esto en sí mismo es un ejercicio interesante a realizar ya que da una idea de cómo interactúan los subsistemas entre sí y sus respectivas especificaciones.

Característica	Símbolo	Condiciones de prueba	Min.	Tip.	Max.	Unidades
Especificaciones Generales						
Rango de operación tensión de entrada	VIN		9	12	18	V
Especificaciones regulador BUCK						
Frecuencia de conmutación	fsw			200		kHz
Tensión regulada del BUCK	VREG	9V<VIN<18V 0.1A<IVREG<1A	5.9	6	6.1	V
Tensión de ripple a la salida pico a pico	VREG_rpp	9V<VIN<18V 0.1A<IVREG<1A			5% VREG nominal	

Ripple de corriente pico a pico en el inductor	IL_rpp	9V<VIN<18V 0.1A<IVREG<1A			10% IVREG MÁXIMA	
LX slew rate creciendo	SR_LX(rise)	VIN=12V, 10% a 90%, IVREG=1A		0.1		V/ns
LX slew rate decreciendo	SR_LX(fall)	VIN=12V, 90% a 10%, IVREG=1A		0.1		V/ns
Resistencia de encendido HS MOS	Rdson(HS)	VIN=12V, Ids=1A, T=25C		250		mΩ
Resistencia de encendido LS MOS	Rdson(LS)	VIN=12V, Ids=1A, T=25C		250		mΩ
Tiempo de encendido lento	tss			6		ms
Especificaciones regulador lineal VA						
VA exactitud y regulación de carga	VA	10mA<IVA<500mA VREG=6V SELA=1	4.9	5	5.1	V
	VA	10mA<IVA<500mA VREG=6.35V SELA=0	3.23	3.3	3.37	V
VA rango de capacidad de carga	COUT(VA)			2.2		uF
VA corriente límite	ILIM(VA)			700		mA
VA corriente de foldback	IFBK(VA)	VA=0V		200		mA
VA startup time	tVA(start)	CVA=2.2uF, IVA=100mA,SELA=1				ms
	tVA(start)	CVA=2.2uF, IVA=100mA,SELA=1				ms

Etapas de Diseño:

El proyecto de diseño está pensado para que se pueda ir ejecutando a medida que se van adquiriendo los conceptos necesarios.

Dado que en la materia primero se ven convertidores conmutados y luego reguladores lineales, el desarrollo natural del proyecto será realizar el diseño en detalle del pre-regulador conmutado y luego del regulador lineal.

Sin embargo, la primera etapa de diseño es el diseño conceptual. A continuación se detalla esta y las siguientes etapas de diseño.

Tener en cuenta que para la aprobación del proyecto final no será necesario completar todas las etapas de diseño y éstas se listan sólo de manera informativa.

1 - Diseño Conceptual

El primer paso es entender en detalle el problema a resolver, analizando en detalle los requerimientos del usuario, a partir de los cuáles se definen los requerimientos técnicos. En este proceso se deberán buscar y analizar soluciones existentes al problema en cuestión (tanto en productos comerciales como en líneas de investigación), lo que permitirá tener una idea del estado del arte.

A partir del relevamiento de soluciones existentes realizado, se podrá proponer alternativas de diseño y luego de analizarlas, se podrá proponer la mejor alternativa para resolver el problema en cuestión.

A partir de la solución propuesta, se deberá realizar un diagrama en bloques conceptual del sistema electrónico. Para cada bloque se deberá detallar los requerimientos técnicos y funcionales.

Resumiendo, las etapas del diseño conceptual son las siguientes:

- Análisis del problema a resolver.
- Análisis de los requerimientos del usuario.
- Definición de los requerimientos técnicos y funcionales.
- Relevamiento de soluciones existentes.
- Propuestas de alternativas de diseño.
- Diagrama en bloques conceptual.
- Descripción y especificación de la función de cada bloque.

2 - Diseño Circuital

En esta etapa, a partir de las especificaciones de diseño, se realiza un análisis de las topologías circuitales para cada bloque del sistema electrónico. Se deberá explicar en detalle, pero de manera concisa, el funcionamiento de los circuitos individuales implementados. Para cada circuito, se deberán seleccionar y dimensionar los dispositivos. Luego, se caracteriza el diseño, primero por simulación ante variaciones de proceso, tensión y temperatura (PVT). Por último, se reportan las especificaciones alcanzadas y se las constatan contra las especificaciones requeridas.

Resumiendo, las etapas del diseño circuital son las siguientes:

- Especificaciones de diseño.
- Análisis de topologías circuitales.
- Explicación detallada y concisa del funcionamiento de los circuitos individuales.
- Selección y dimensionamiento de los dispositivos.
- Caracterización del diseño (por simulación y eventualmente ensayos).
- Validación del diseño.

- Especificaciones alcanzadas.

3 - Integración

La etapa de diseño circuital se realiza a nivel de módulo. Para este proyecto, eso sería reguladores lineales y pre-regulador conmutado (como principales) respectivamente. Una vez diseñados los subsistemas, se deberá pasar a la etapa de integración. En esta etapa se debe tener una visión de conjunto, teniendo en cuenta las interacciones de los subsistemas y sus especificaciones.

Además se deberá tener en cuenta las consideraciones mecánicas (eventualmente), térmicas y eléctricas en la integración de los subsistemas.

En un proyecto real (en este caso es acotado) se realizará el diseño del layout, a partir del análisis anterior de integración. Por último se validará el diseño del layout con simulaciones post-layout en donde se tienen en cuenta los componentes parásitos del ruteo e interconexión.

Resumiendo, las etapas de la integración son las siguientes:

- Análisis de requerimientos eléctricos (integridad de las señales y EMC), mecánicos (vibración y rigidez) y térmicos (disipación de los dispositivos).
- Definición de módulos.
- Diseño de los circuitos físicos (layout).
- Validación mediante simulaciones post-layout.
- Diagramas esquemáticos.
- Análisis de modo y efecto de falla de los dispositivos y circuitos.
- Optimización.

4 - Mediciones

Luego de la etapa de integración se deberá mandar a fabricar el prototipo y medirlo, validando las especificaciones técnicas. Para el proyecto en cuestión no se mandará a fabricar ni se medirá el prototipo.

Para el prototipo construido se deberán realizar ensayos funcionales y ambientales. A partir de los mismos, se verificará el correcto funcionamiento y de ser necesario se realizarán los ajustes pertinentes.

Para las mediciones se deberá detallar los instrumentos de medición empleados, el banco de medición, el procedimiento y finalmente los resultados. Luego se deberá realizar un resumen comparativo de los valores calculados, simulados y medidos. Además deben comparar las especificaciones de diseño con las medidas.

Resumiendo, las etapas de la medición son las siguientes:

- Validación de las especificaciones técnicas.
- Ensayos funcionales y ambientales.
- Verificación y ajustes.
- Mediciones.
- Resumen comparativo de los valores calculados, simulados y medidos.
- Comparación de las especificaciones de diseño y medidas.
- Conclusiones y recomendaciones para futuros diseños.

Notas sobre el proyecto:

El desarrollo del proyecto será de manera individual.

Al final del proyecto se deberá entregar toda la documentación del proyecto, específicamente las que corresponden a las etapas de diseño conceptual y diseño circuital.