

Microchip Tips & Tricks

Por el Departamento de Ingeniería
de Electrónica Elemon S.A.

Soluciones para aplicaciones de 3V

Introducción:

Uno de las consecuencias de la creciente necesidad de velocidad de procesamiento es la continua reducción en el tamaño de los transistores usados para construir los microcontroladores. La integración a bajo costo también lleva a la necesidad de geometrías más pequeñas. Con tamaños reducidos vienen las reducciones en la tensión de ruptura de los transistores, y últimamente, una reducción en la tensión de la fuente de alimentación cuando la tensión de ruptura cae debajo de la tensión de alimentación.

Entonces, a medida que la velocidad aumenta, también lo hace la complejidad, es inevitable entonces que las fuentes de tensión caigan desde 5V a 3.3V, o aún menores como 1.8V para dispositivos de muy alta densidad.

Los microcontroladores de Microchip han llegado a un nivel suficiente de velocidad y complejidad que obligan a la transición a tensiones sub-5V. El desafío entonces es que muchos de los dispositivos de interface siguen siendo diseñados para sistemas de 5V. Esto significa que los diseñadores tienen que afrontar la tarea de adaptar sistemas de 3.3V y 5V. Además, la tarea no sólo incluye un nivel lógico sino también de alimentar sistemas de 3.3V y el traslado de señales analógicas por sobre la barrera 3.3V/5V.

Esta serie de artículos enfrentan este desafío con una colección de “tips” constructivos de fuentes de alimentación, “tips” de adaptación de niveles digitales y además bloques de adaptación analógica. A lo largo de los artículos, se presentan múltiples opciones para cada traslado. Se presentan todos los tips necesarios para que un diseñador pueda manejar el desafío de los 3.3V.

Fuentes de Alimentación

Uno de los primeros desafíos de los 3.3V es generar una fuente de alimentación de 3.3V. Dado que se discute la interfaz entre sistemas de 5V y 3.3V, se asume que nuestra **V_{dc}** es de 5V. Esta serie de artículos presenta soluciones para reguladores de tensión diseñados para el traslado de 5V a 3.3V.

Un diseño con un modesto requerimiento de corriente puede usar un simple regulador lineal.

Corrientes mayores pueden requerir de una solución con fuentes del tipo "switching". Aplicaciones sensibles al costo pueden necesitar la simplicidad de un regulador discreto de diodo. Ejemplos de cada una de estas áreas se incluyen aquí, con la información necesaria para adaptar una gran variedad de aplicaciones.

Method	V _{REG}	I _Q	Eff.	Size	Cost	Transient Response
Zener Shun Reg.	10% Typ	5 mA	60%	Sm	Low	Poor
Series Linear Reg.	0.4% Typ	1 \square A to 100 \square A	60%	Sm	Med	Excellent
Switching Buck Reg.	0.4% Typ	30 \square A to 2 mA	93%	Med to Lrg	High	Good

Tabla 1: Comparación Fuentes de Alimentación

Tip 112 - Energizando un sistema de 3.3V desde 5V con un regulador lineal LDO

La tensión que cae entre terminales de un regulador lineal estándar de 3 terminales es típicamente 2.0 a 3.0V.

Esto lo imposibilita de ser usado para convertir 5V a 3.3V de forma segura. Reguladores del tipo "Low Dropout" (LDO) con una salida en el rango unos pocos cientos de milli volts, son útiles para este tipo de aplicaciones.

La **Figura 1-1** contiene un diagrama en bloques de un sistema básico LDO con los elementos de corrientes apropiados. De esta figura se puede ver que el LDO consiste de 4 elementos principales:

1. Transistor de paso
2. Referencia "bandgap"
3. Amplificador operacional
4. Feedback de divisor resistivo

Cuando se selecciona un LDO, es importante saber qué distingue un LDO de otro.

La corriente de inactividad (sleep), el tamaño y el tipo son parámetros importantes. Evaluar cada parametro para una aplicación específica lleva a un diseño óptimo.

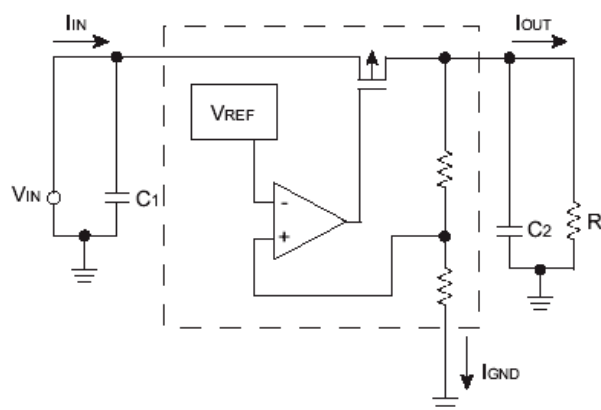


Figura 112-1: Regulador de Tensión tipo LDO

La corriente de inactividad o reposo, **I_q** es la corriente de tierra, **I_{gnd}**, mientras el dispositivo está operando sin carga. **I_{gnd}** es la corriente usada por el LDO para llevar a cabo la regulación.

La eficiencia del LDO puede ser aproximada como la tensión de salida dividida por la tensión de entrada cuando **I_{out} >> I_q**. Sin embargo, cuando la carga es alta, el **I_q** debe ser tenido en cuenta cuando se calcula la eficiencia. Un LDO con menor **I_q** va a tener una mayor eficiencia con poca carga.

Este es un efecto negativo en la eficiencia del LDO. Mayor corrientes de reposo del LDO son capaces de responder de manera más rápida a cambios repentinos de la línea y la carga.

Tip 113 – Alternativa de Bajo costo utilizando un Diodo Zener

Un regulador de 3.3V simple de bajo costo puede ser construido a partir de un diodo Zener y una resistencia como se muestra en la **Figura 113-1**.

En muchas aplicaciones, este circuito puede ser una alternativa de buen precio a usar un regulador LDO. Sin embargo, este regulador es más sensible a la carga que el regulador LDO. Además, es menos eficiente, ya que siempre se disipa potencia en R1 y D1.

R1 limita la corriente de D1 y la del PIC® MCU de manera que V_{dd} se mantenga dentro de un rango permitido. Como la tensión de reversa del Zener varía con la corriente que pasa por él, el valor de R1 debe ser cuidadosamente elegido.

R1 debe ser elegido de manera que a máxima carga, generalmente cuando el PIC® MCU esta corriendo y su salidas están en "high", la caída de tensión en R1 es lo suficientemente baja para que el PIC® MCU tenga suficiente potencia para operar.

Ademas, R1 tiene que ser elegida para que a mínima carga , generalmente cuando el PIC® MCU esta en "Reset", la V_{dd} no exceda el valor del diodo de Zener ni el máximo V_{dd} del PIC® MCU.

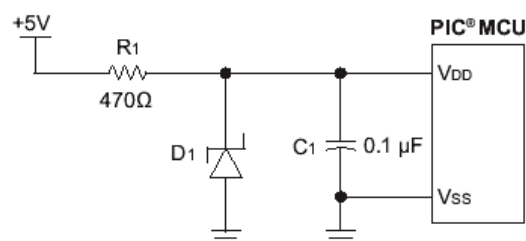


Figura 113-1: Alimentación con Zener

Tip 114 – Alternativa de Bajo costo utilizando tres Diodos rectificadores

Se puede usar también la caída directa de una serie de diodos para reducir la tensión que le llega al PIC® MCU. Esto puede ser aún más efectivo con el costo que el regulador con Zener. La corriente entregada por este diseño es menor que usando el circuito con Zener.

El número de diodos necesarios varía según la tensión de directa de los diodos elegidos. La caída entre los diodos D1-D3 es función de la corriente que fluye por ellos. R1 está presente para prevenir que la tensión de Vdd del pin del PIC® MCU exceda el máximo Vdd a cargas mínimas.

Dependiendo del circuito conectado a Vdd, esta resistencia puede tener que ser incrementada o posiblemente eliminada.

Los diodos D1-D3 deben elegirse de manera que a máxima carga, la caída de tensión en D1-D3 sea lo suficientemente baja para cumplir con los requerimientos del mínimo tolerado por los PIC® MCUs.

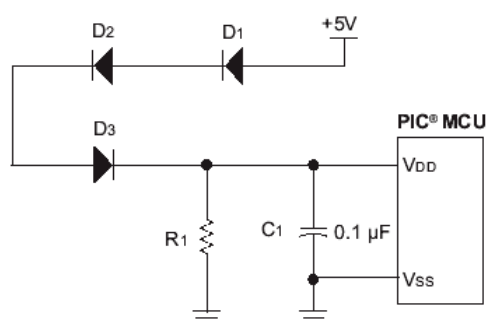


Figura 114-1: Alimentación con diodo

Tip 115 – Alimentando un sistema con 3.3V desde 5V utilizando una fuente Switching.

Un regulador "buck switching", mostrado en la **Figura 115-1**, es un convertidor basado en un inductor usado para bajar la tensión de entrada a una magnitud menor de salida. La regulación de la salida se consigue controlando el tiempo de ON del MOSFET Q1. Como el MOSFET está en estado de "lower resistive" o "high resistive" (ON o OFF respectivamente), una alta tensión puede ser convertida a una menor salida muy eficientemente.

La relación entre la entrada y la salida puede ser establecida balanceando el "volt-time" del inductor durante los dos estados de Q1.

Ecuación 115-1

$$(V_s - V_o) * t_{on} = V_o * (T - t_{on})$$

Donde: $T \equiv t_{on}/Duty_Cycle$

Entonces cumple que el MOSFET Q1:

Ecuación 115-2

$$Duty_Cycle_{Q1} = V_o/V_s$$

Cuando se elija el valor del inductor, un buen punto de comienzo es seleccionar el valor para producir una corriente máxima pico a pico de ripple en el inductor igual al 10% de la máxima corriente en la carga.

Ecuación 115-3

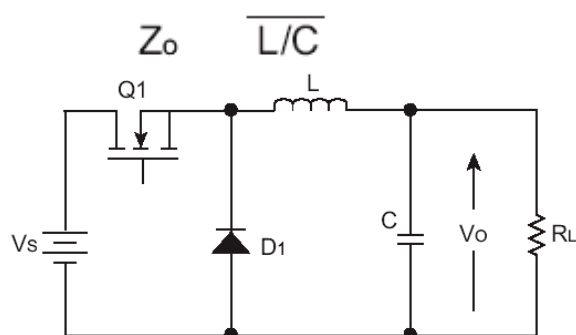
$$V = L * (di/dt)$$

$$L = (Vs - Vo) * (ton/lo * 0.10)$$

Cuando se elija un valor para el capacitor de salida, un buen punto de comienzo es setear la impedancia característica del filtro igual a la resistencia de la carga.

Esto produce un "overshoot" aceptable cuando se opere con la carga y se remueva abruptamente.

Ecuación 115 - 4



Cuando se elija el diodo D1, elija un dispositivo que pueda manejar la corriente del inductor durante el ciclo de descarga.

Figura 115 -1: Regulador Buck

Interface Digital

Cuando se hace una interface entre dos dispositivos que operan en diferentes voltajes, es importante saber los umbrales de salida y entrada de los dos dispositivos. Una vez que se sepan estos valores, se puede seleccionar una técnica para hacer la interface basada en los otros requerimientos de la aplicación. La Tabla 115-1 contiene los umbrales de entrada y salida que van a ser usados a lo largo de este documento.

Cuando se diseñe una interface, asegurese de referirse a los "datasheets" del fabricante correspondiente para averiguar los umbrales.

	VoH min	VoL max	VIH min	VL max
5V TTL	2.4V	0.5V	2.0V	0.8V
3.3V LVTTTL	2.4V	0.4V	2.0V	0.8V
5V CMOS	4.7V (Vcc-0.3V)	0.5V	3.5V (0.7xVcc)	1.5V (0.3xVcc)
3.3V LVCMOS	3.0V (Vcc-0.3V)	0.5V	2.3V (0.7xVcc)	1.0V (0.3xVcc)

Tabla 115-1: Umbrales Entrada/Salida

Tip 116 – Conexión Directa 3.3V a 5V

La manera más simple y deseada de conectar una salida de 3.3V a una entrada de 5V es por medio de una conexión directa. Esto puede ser llevado a cabo sólo si se cumplen los siguientes 2 requerimientos:

- ❑ El valor de **V_{oh}** de la salida de **3.3V** es mayor que el valor **V_{ih}** de la entrada de 5V.
- ❑ El valor de **V_{ol}** de la salida de **3.3V** es menor que el valor de **V_{il}** de la entrada de 5V.

Un ejemplo de cuando usar esta técnica puede ser cuando se hace una interface entre **una salida 3.3V LVCMOS** y **una entrada 5V TTL**. De los valores que figuran en la **Tabla 115-1**, se puede ver claramente que se cumplen los 2 requerimientos.

El V_{oh} de 3.3V LVCMOS de 3.0V es mayor que el V_{ih} de 5V TTL de 2.0V, y

El V_{ol} de 3.3V LVCMOS de 0.5V es menor que el V_{il} de 5V TTL de 0.8V.

Cuando ambos de los requerimientos no se cumplen, se necesita de un circuito adicional para hacer de interface entre las dos partes. Ya se verán en los próximos tips

#117, #118 #119 y #124 para posibles soluciones.

Continuará



ELECTRONICA ELEMON S.A.
Capdevila 2707, Villa Urquiza
C. A. de Buenos Aires, C1431FKA
Argentina

capacitacion@elemon.com.ar

soporte@elemon.com.ar

ventas@elemon.com.ar

Encontranos en FACEBOOK:
<https://www.facebook.com/pages/Electronica-Elemon/119727961396798>