

A versão que utilizo é LTspice XVII(x64), para Windows, atualizada em 3/12/2019. Os artigos anteriores da série podem lhe auxiliar num melhor acompanhamento. No décimo primeiro artigo veremos uma aplicação mais interessante e com certa profundidade na análise. Para quem é iniciante os artigos anteriores são os primeiros passos, mas, temos que elevar o nível porque os outros estão ficando entediados.

O circuito que simularemos é uma fonte de corrente constante e tensão constante. Converteremos 5 (V), corrente contínua, em 12 (V), corrente contínua, através de um conversor elevador (Step-Up), que utiliza o circuito integrado LT1618, da Linear Technology. Esse conversor, CC/CC Step-Up, combina um circuito tradicional com realimentação de tensão e um circuito com realimentação de corrente exclusivo para operar como uma fonte de corrente e tensão constante.

Com frequência fixa, esse circuito integrado chaveador/comutador opera em modo de corrente, com uma ampla faixa de tensão de entrada, de 1,6V a 18V, e a alta frequência de comutação de 1,4 (MHz) permite o uso de indutores e capacitores menores. A tensão no sensor de corrente (shunt) é ajustada em 50,52 mV e pode ser ajustada usando o pino 4 (I_{ADJ}). O datasheet do LT1618 pode ser baixado no site <https://www.analog.com/en/products/lt1618.html>.

O circuito da figura (1) foi obtido no datasheet do LT1618, portanto, é basicamente o circuito que vamos simular no LTspice, ver circuito da figura (3). Algumas ideias de aplicação desse circuito seriam: Drivers para LED Backlight, Conversores Boost/SEPIC para USB, carregadores de baterias e outras. Conversores SEPIC somente tem um indutor de primário (Single-Ended Primary Inductor Converter), que é um tipo de conversor CC/CC, cuja saída é controlada por duty cycle. No duty cycle o período é mantido, mas, dependendo do percentual do duty cycle, o tempo do sinal em 'ON' e 'OFF', muda.

Figura 1 – USB to 12V Boost Converter com limite de corrente de 100/500 (mA)

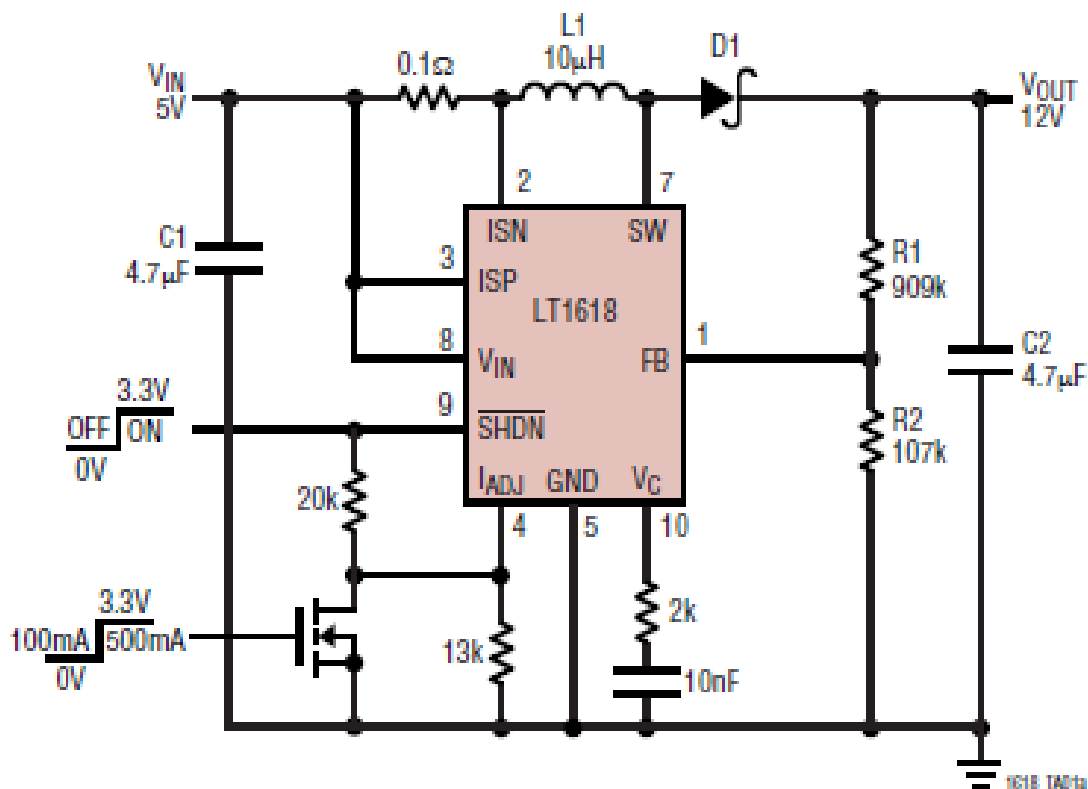
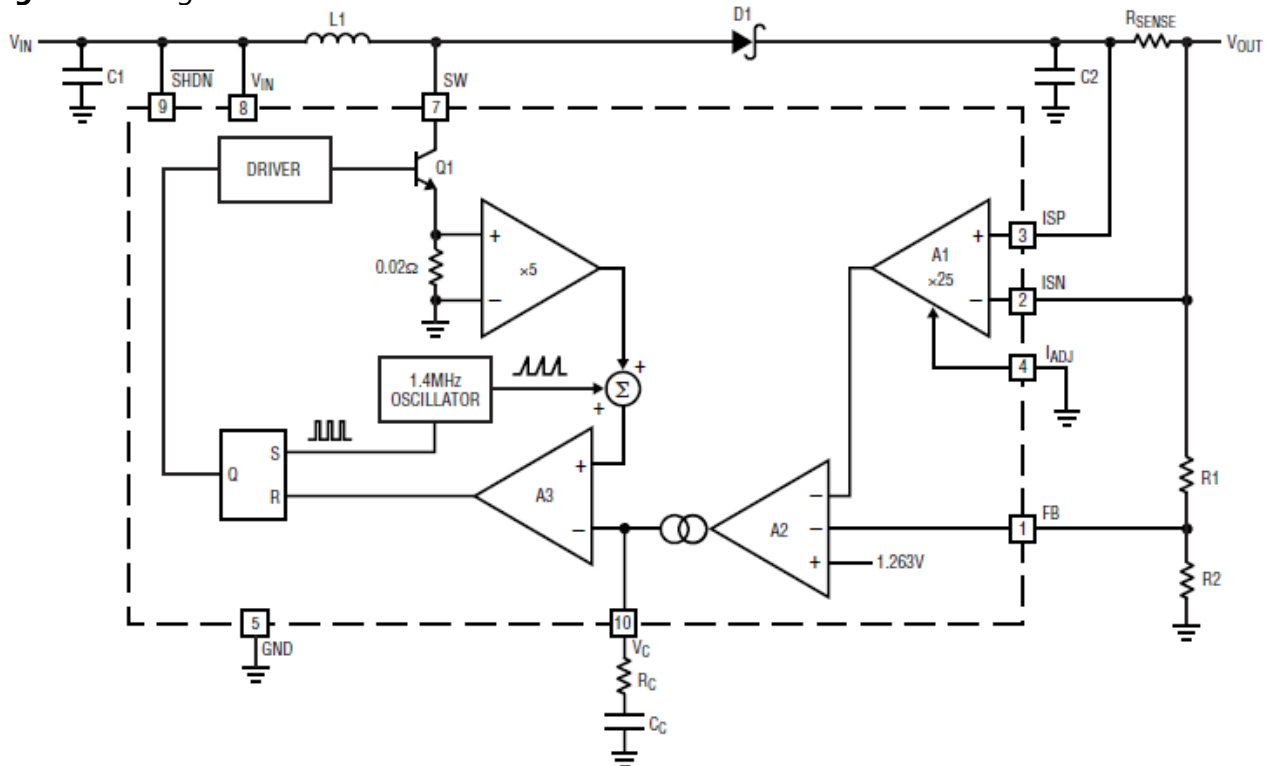


Figura 2 – Diagrama de blocos do LT1618.



A função de cada terminal do LT1618 é:

Pino 1 (FB) – Terminal de realimentação de tensão. A tensão de saída é ajustada pela seleção dos valores de R1 e R2. $V_{out} = \left\{ \left[\frac{1,263 \text{ (V)}}{R2 \text{ (}\Omega\text{)}} \right] * R1 \right\} + 1,263 \text{ (V)}$, portanto: $R1 = R2 * \left\{ \left[\frac{V_{out}}{1,263 \text{ (V)}} \right] - 1 \right\}$.

Pino 2 (ISN) – Terminal negativo do sensor de corrente, que é a entrada inversora do amplificador do sensor de corrente.

Pino 3 (ISP) – Terminal positivo do sensor de corrente, que é a entrada não-inversora do amplificador do sensor de corrente.

Pino 4 (Iadj) – Terminal de ajuste do sensor de corrente. Uma tensão CC aplicada nesse terminal reduzirá a tensão do sensor de corrente. Se ajuste não for necessário, então, conecte para o GND.

Pino 5 (GND) – Terminal de ground. Potencial de referência do circuito.

Pino 6 (NC) – Terminal não conectado.

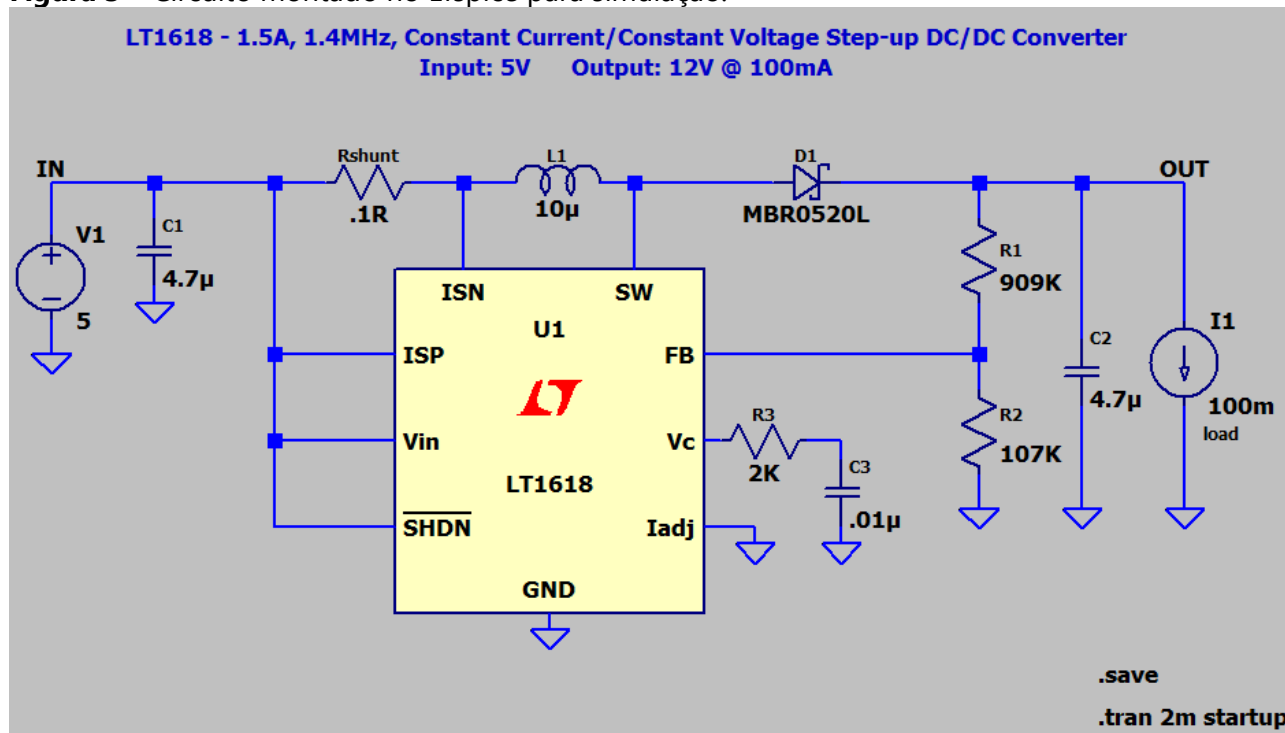
Pino 7 (SW) – Terminal do chaveador/comutador. Internamente é o terminal ligado ao coletor do Transistor chaveador/comutador. Mantenha o mais curto possível para minimizar Interferências Eletromagnética (EMI).

Pino 8 (Vin) – Terminal de alimentação positiva de entrada. Coloque um Capacitor de filtro (bypass) entre esse pino e o GND, o mais próximo possível do LT1618.

Pino 9 (NOT SHDN) – Terminal de desligamento (shutdown). Uma tensão maior do que 1 (V) ativa o LT1618, e uma tensão menor do que 0,3 (V) desliga o LT1618.

Pino 10 (Vc) – Terminal de compensação do amplificador de erro. Conectamos um RC série desse pino para o GND. Tipicamente são os valores são 2 (k Ω) e 10 (nF).

Figura 3 – Circuito montado no LTspice para simulação.



Funcionamento do circuito

O LT1618 usa uma frequência constante, e um modo de controle de corrente para fornecer excelente regulação na carga. Seu funcionamento pode ser melhor entendido analisando o Diagrama de Blocos da Figura 2.

No início de cada ciclo do oscilador, o Flip-Flop SR é setado, chaveando o comutador (Q1). O sinal na entrada não inversora do comparador PWM (A3) é uma versão reduzida da corrente do comutador, somada com uma porção da rampa do oscilador PWM. Quando esse sinal atinge o nível definido pela saída do amplificador de erro (A2), o comparador PWM (A3) reseta o Flip-Flop SR e abre o comutador (Q1). Dessa maneira, o amplificador de erro (A2) define o nível correto da corrente de pico para manter a regulação da saída. Se a saída do amplificador de erro (A2) aumentar, mais corrente será entregue à saída; se diminuir, menos corrente é fornecida.

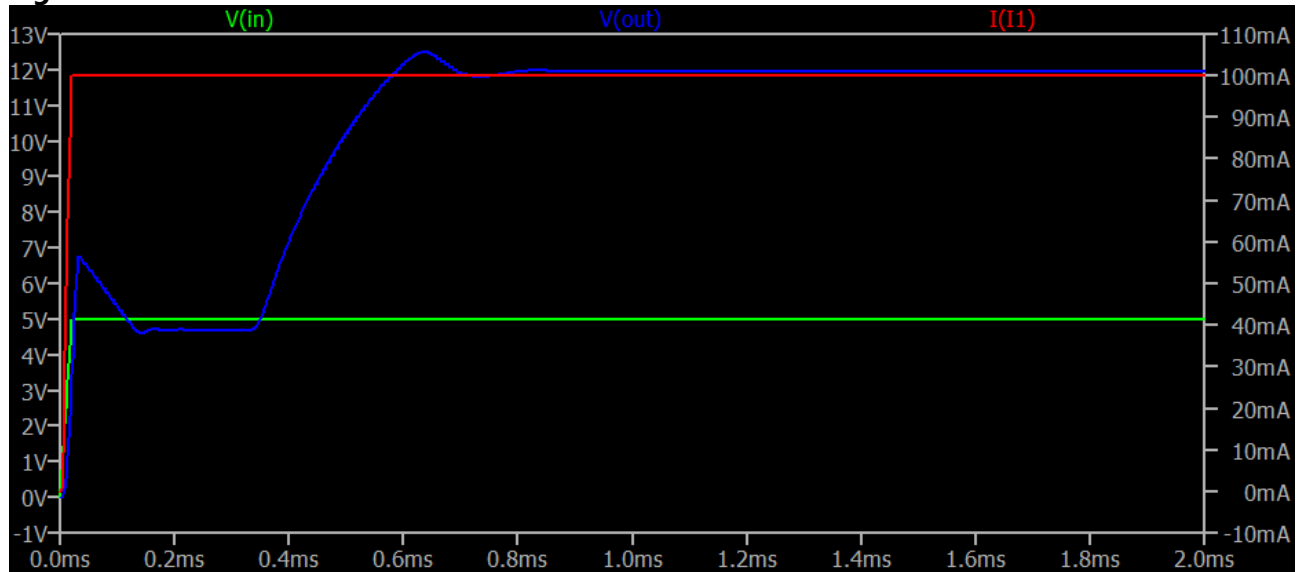
O amplificador de erro (A2) possui duas entradas inversoras, uma do circuito de realimentação de tensão e outra do circuito de realimentação de corrente. Qualquer entrada inversora que seja mais alta tem precedência, forçando o conversor a entrar no modo de corrente constante ou de tensão constante.

O LT1618 faz uma transição limpa entre os dois modos de operação. O amplificador de detecção de corrente (A1) detecta a tensão entre os pinos ISP e ISN e fornece uma versão com alteração de nível x25 para o amplificador de erro (A2). Quando a tensão entre o ISP e o ISN atinge 50,52 (mV), a saída do amplificador de detecção de corrente (A1) fornece 1,263 (V) a uma das duas entradas

inversoras do amplificador de erro (A2) e o conversor está no modo de corrente constante. Se a tensão do sensor de corrente exceder 50,52 (mV), a saída do amplificador de detecção de corrente (A1) aumentará, diminuindo a saída do amplificador de erro (A2), reduzindo assim a quantidade de corrente fornecida à saída. Dessa maneira, a tensão do sensor de corrente é regulada em 50,52 (mV).

Da mesma forma, se o terminal de realimentação de tensão (FB) aumentar acima de 1.263 (V), a saída do o amplificador de erro (A2) diminuirá para reduzir o nível de corrente de pico e regular a saída no modo de tensão constante.

Figura 4 – Formas de onda do circuito simulado.



Podemos ver na figura 4 que o circuito está fornecendo uma corrente constante de 100 (mA) e uma tensão constante de aproximadamente 12 (V), conforme os objetivos desse projeto. No próximo artigo da série desejo aprofundar nos conceitos básicos desse tipo de conversor CC, vendo no detalhe o armazenamento e transferência de energia.