

## Su Historia

### ¿Qué es una fuente de alimentación?

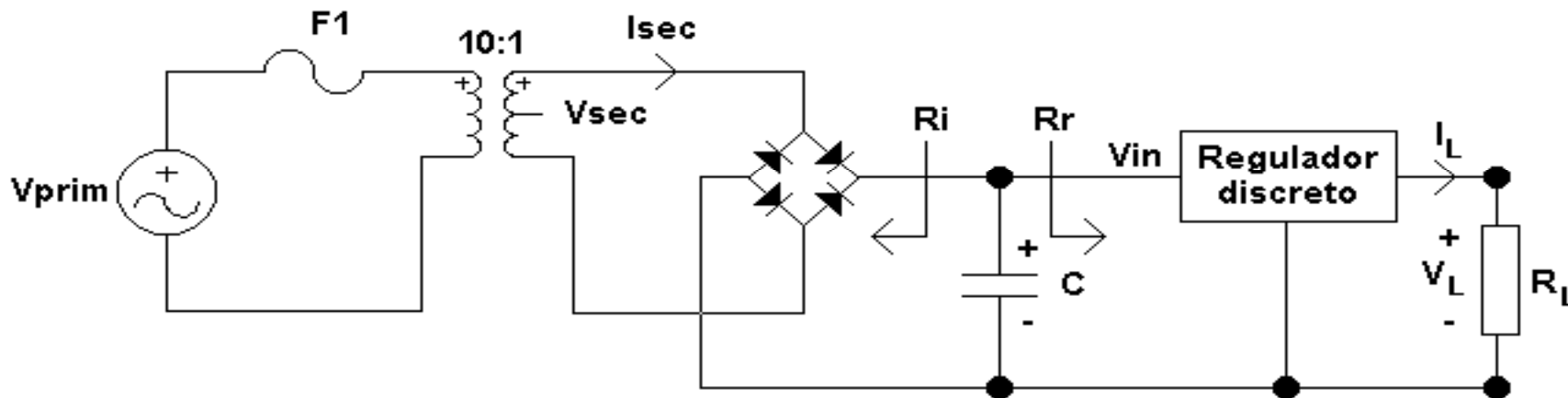
**Una fuente de alimentación es un dispositivo que convierte la corriente eléctrica alterna a corriente continua.**

**También llamadas rectificadores, transformadores, convertidores, alimentadores,... No siempre correctamente pero igualmente utilizados.**

## ● Su Historia

### Fuentes lineales

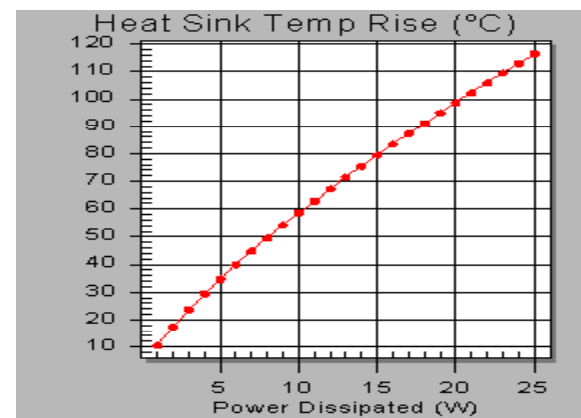
Las primeras fuentes de alimentación eran lineales. Un transformador que reducía la tensión de entrada de 220/120 VAC a otra tensión seguida de un puente de diodos y algún filtro para estabilizar la salida.



## Su Historia

### Fuente lineales

El inconveniente de las fuentes lineales es su gran tamaño, que disipan gran parte de la energía en calor. Consecuentemente su eficiencia se reduce y la vida de los componentes electrónicos que puedan estar cercanos se ve mermada.



## Su Historia

**Las necesidades en la carrera aeroespacial de reducir peso y consumo de toda la electrónica llevó al primer desarrollo de fuentes de alimentación conmutadas. Así en los años cuarenta se dieron los primeros pasitos en sistemas conmutados por parte de la NASA.**

**En 1977 se introduce la regulación en la modalidad de conmutación**

**Con las fuentes de conmutación se viene a mejorar el factor de eficiencia hasta en un 95% teóricamente, por lo cual su implementación en equipos de cómputación y video.**

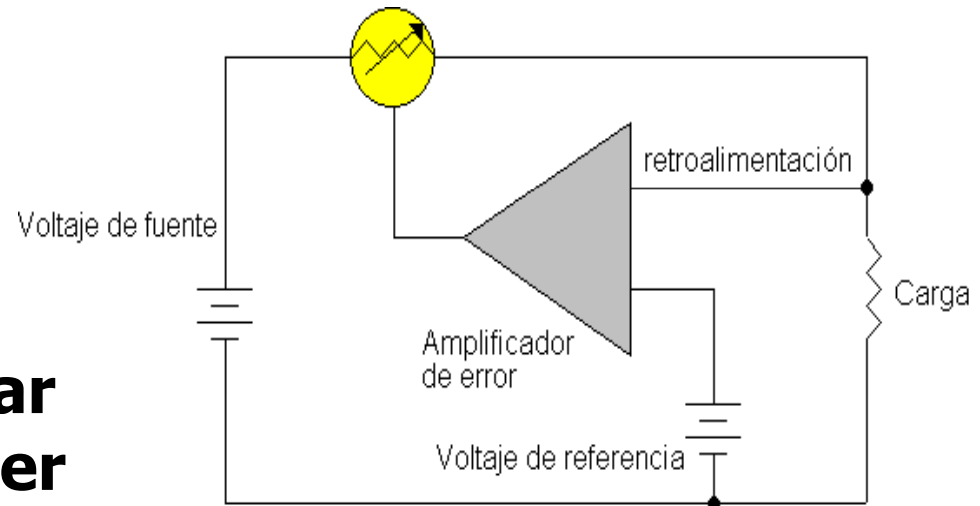
## Su Historia

**En principio era una tecnología muy cara y desconocida. Paulatinamente, el abaratamiento de la electrónica y la miniaturización, ha conseguido que las fuentes de alimentación conmutadas se abaraten considerablemente, ofreciendo mayor estabilidad, seguridad, eficiencia y a un precio similar a las fuentes lineales.**

## Principios de Operación

### Como opera un Regulador DC:

- **Sensa los cambios en el voltaje de salida.**
- **Usa algún tipo de circuito de retroalimentación.**
- **Efectúa algún tipo de control para compensar este cambio y mantener una salida constante.**



## Principios de Operación

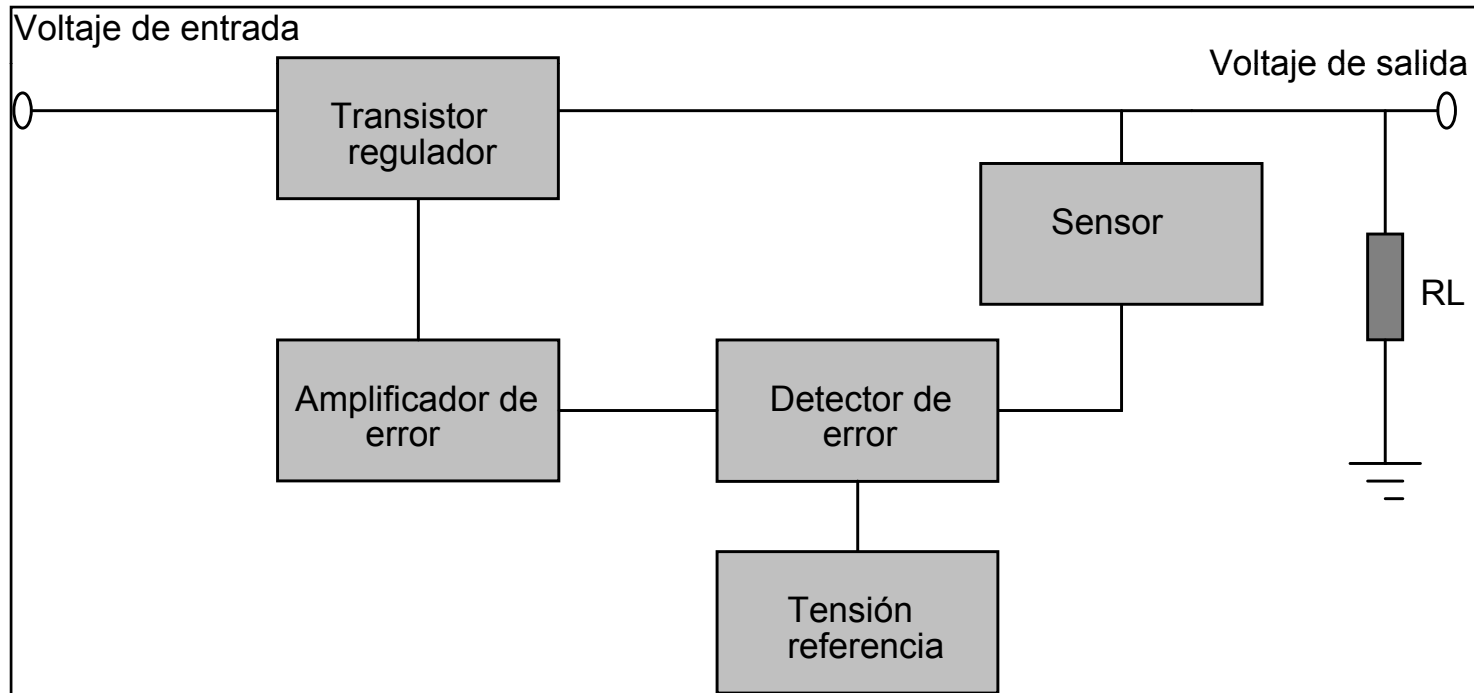
### En un regulador Monolítico:

**La salida de voltaje es comparada con un voltaje de referencia y pasada por un amplificador de error .**

**La salida del amplificador de error es usada para controlar el punto de operación de un transistor entre su región lineal o sus dos puntos de corte y saturación.**

## Principios de Operación

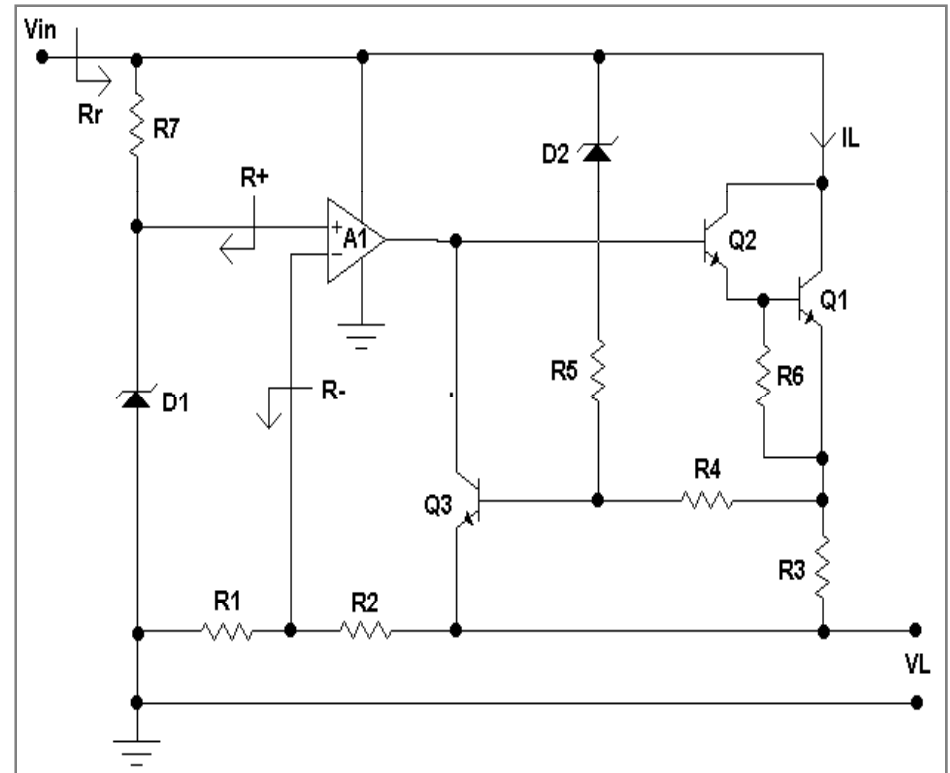
### Regulador Monolítico





## Principios de Operación

Quando el transistor de paso opera en su región intermedia de corte y saturación, el regulador opera como un **regulador lineal**.

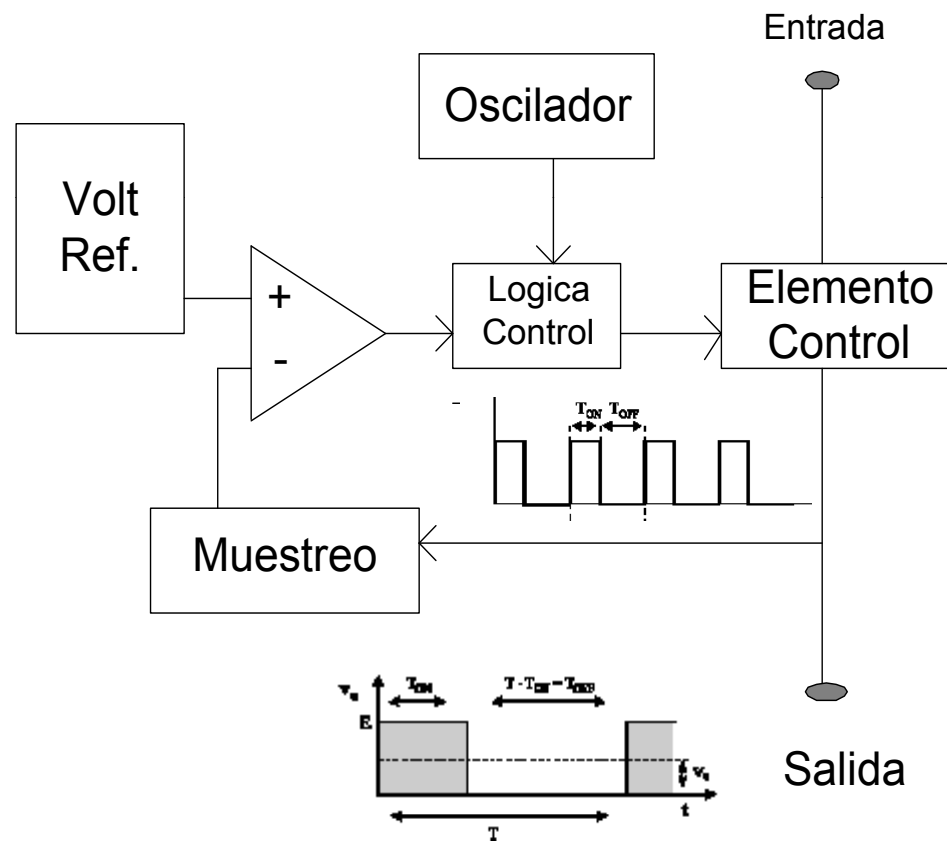


## Principios de Operación

Mientras que al operar en corte y saturación este opera como un **regulador conmutado**.

$$V_o = \frac{1}{T} \int_0^{T_{ON}} v_o dt = \delta \cdot E$$

$$V_o = \delta E = \frac{E}{T} T_{ON}$$

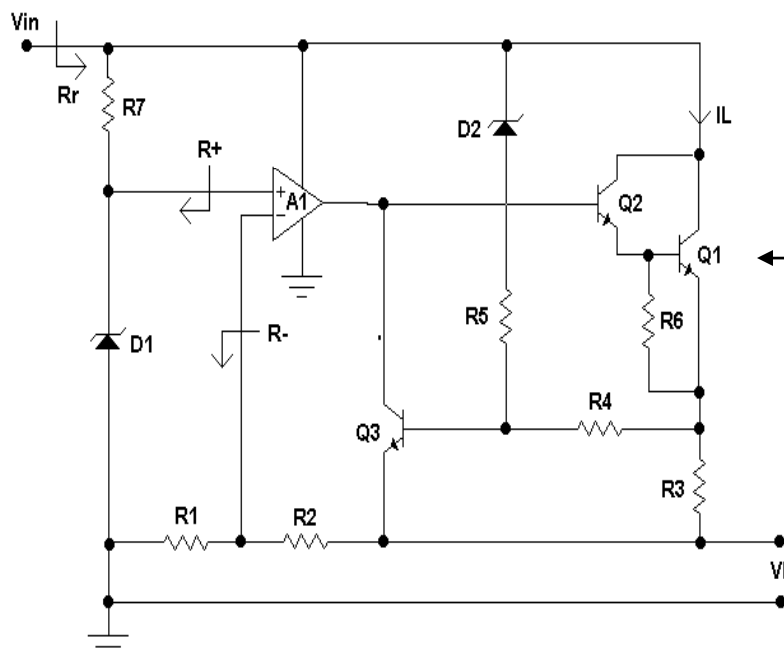


## Principios de Operación

La operación lineal tiene menor eficiencia que la operación conmutada.

$$P_{Entrada} = P_{Disipada} + P_{Salida}$$

$$\% \eta = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \cdot 100$$



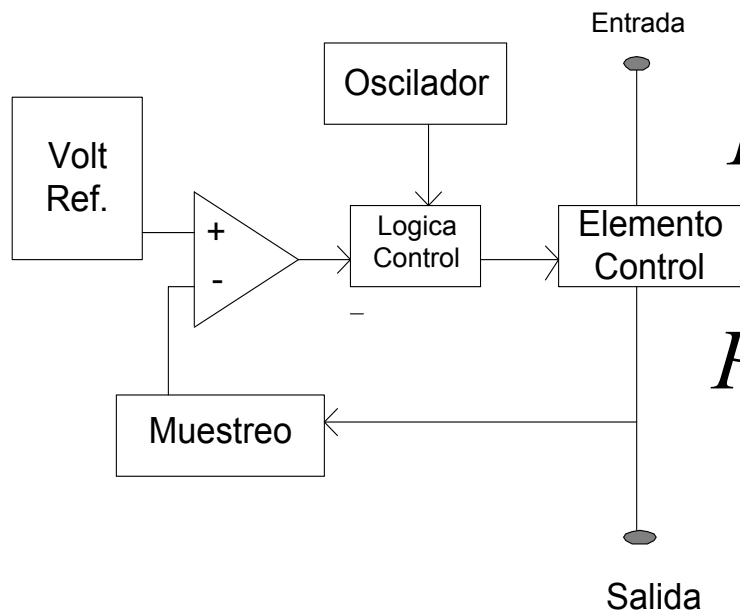
$$P_{Disipada} = I_O \cdot V_{CE}$$

$$P_{salida} = I_O \cdot V_O$$

## Principios de Operación

**La operación conmutada es más eficiente debido a:**

**En la región de corte y en la región de saturación el transistor presenta baja disipación través de él.**



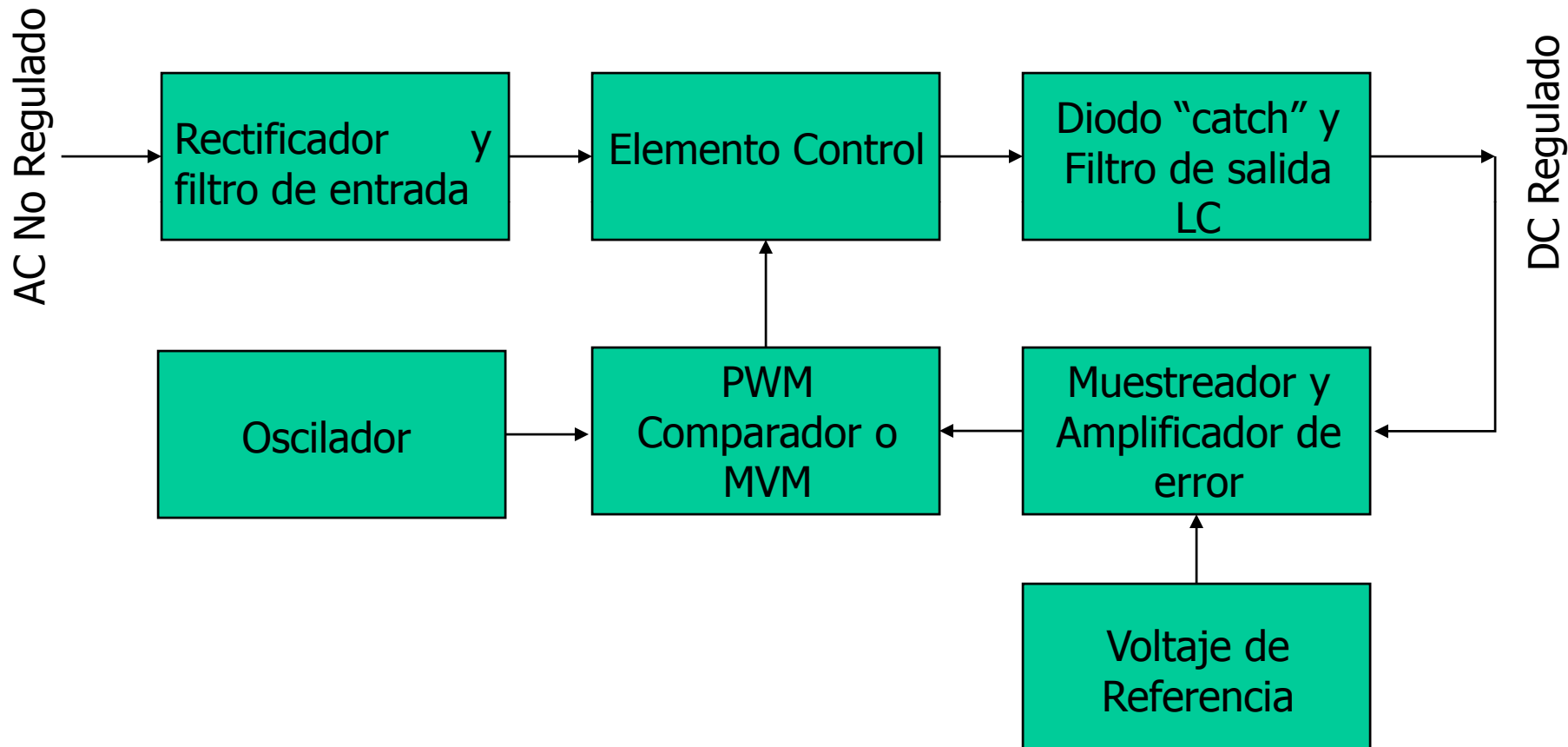
$$P_{Disipada} = I_O \cdot V_{CEsat} \cong 0$$

$$P_{Disipada} = I_{CBO} \cdot (V_{Entrada} - V_O) \cong 0$$

$$\% \eta = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \cdot 100 \cong 95\%$$

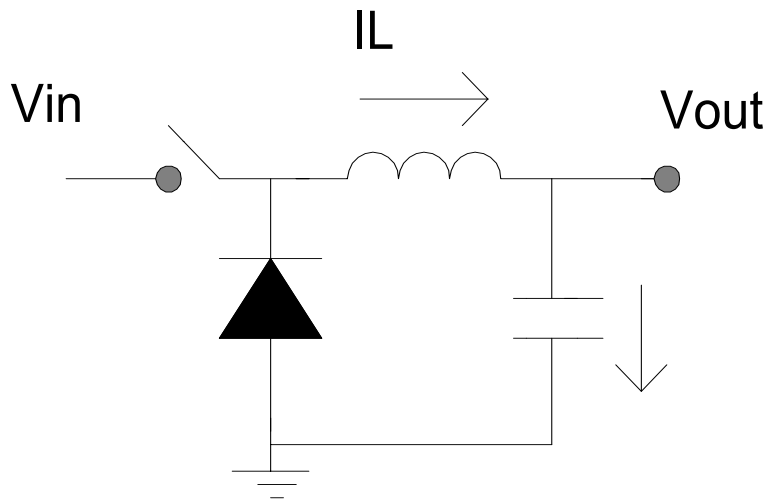
## Principios de Operación

### Bloques funcionales de un regulador conmutado

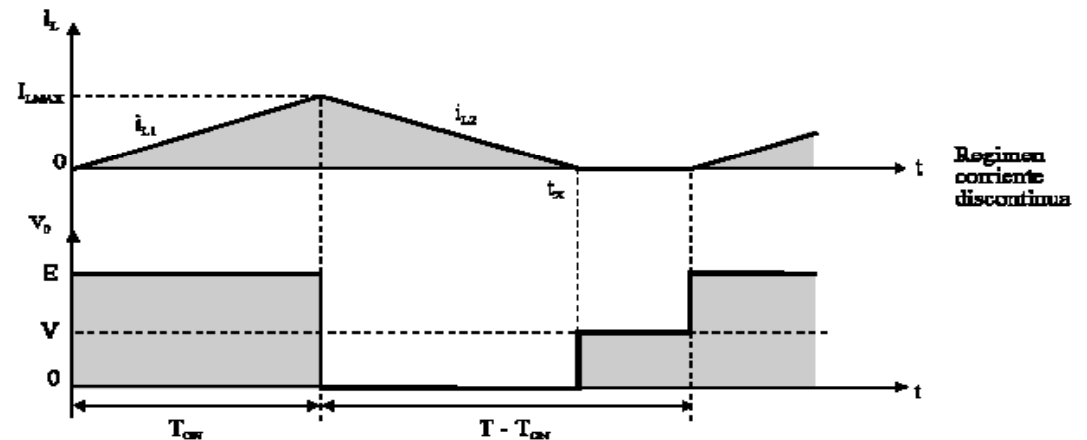
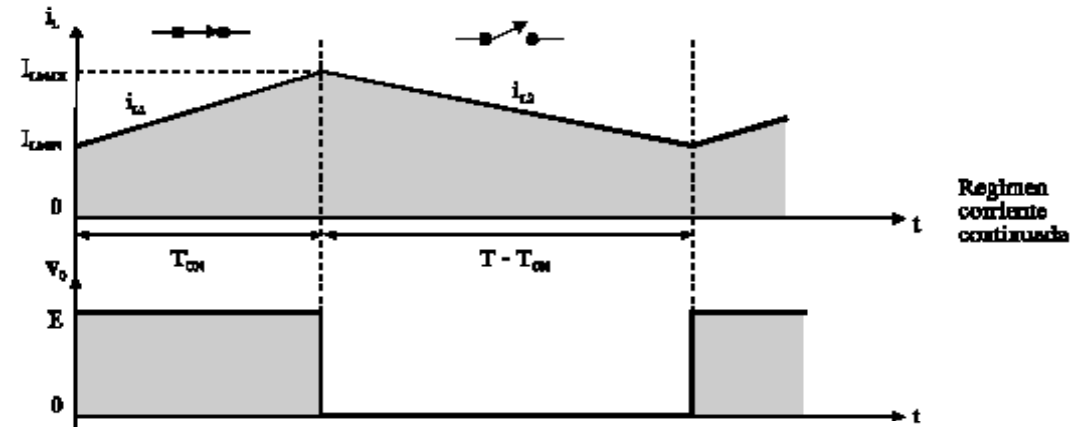


## Topologías

### Operación Reductora (Step Down):



Configuración Reductora



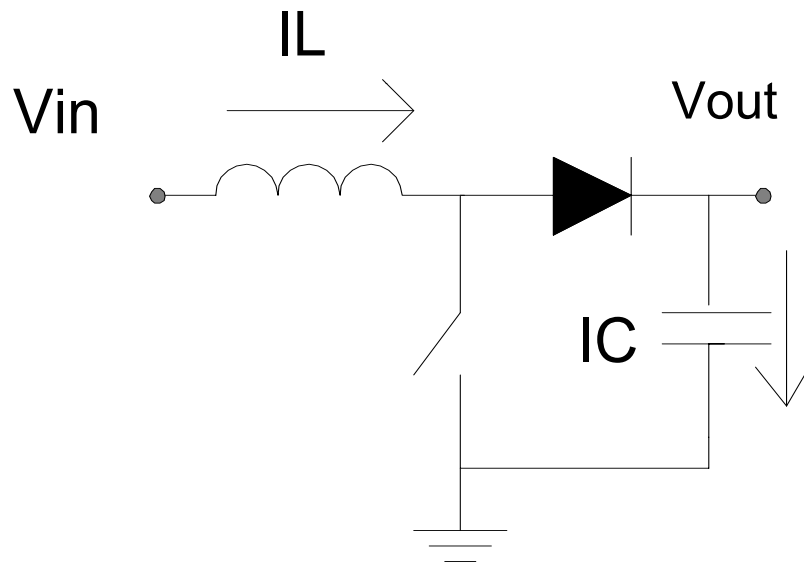
## Topología Reductora

### Características:

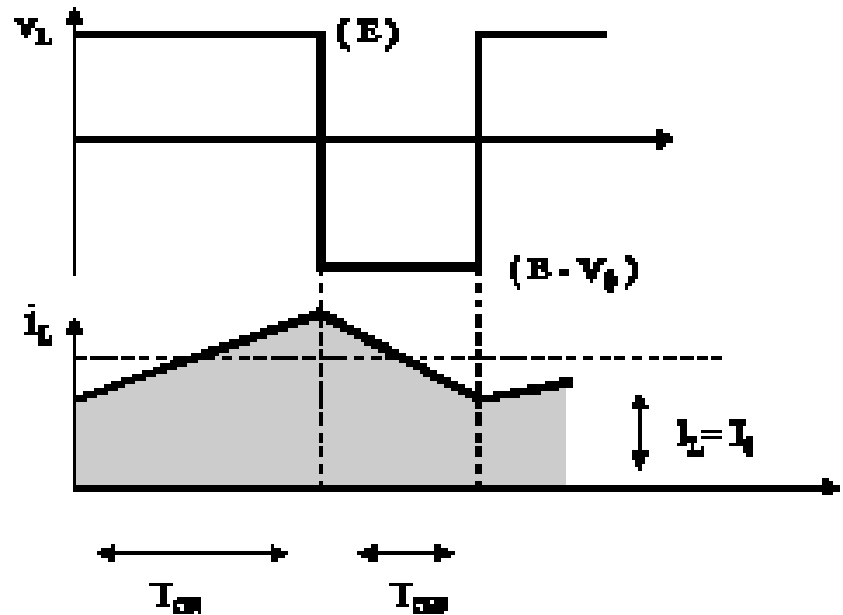
- **Tienen una alta eficiencia.**
- **Voltaje de Salida inferior al de entrada.**
- **Crea una cantidad de ruido relativamente grande en la línea de entrada.**
- **A la salida del circuito el ruido que se detecta es muy bajo.**

## Topología Elevadora

### Operación Elevador (Step Up):



Configuración  
Elevadora





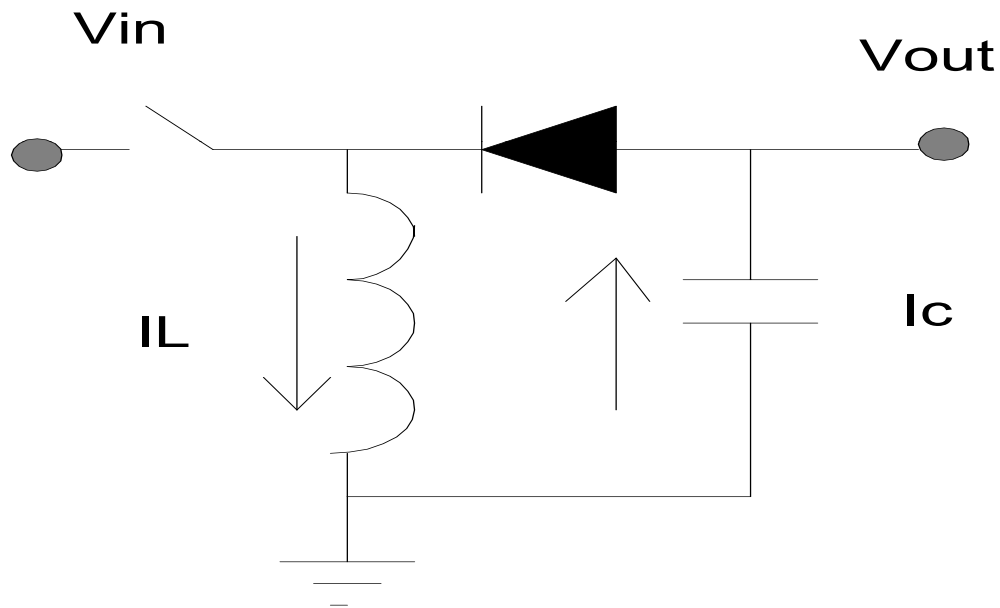
## Topología Elevadora

### Características:

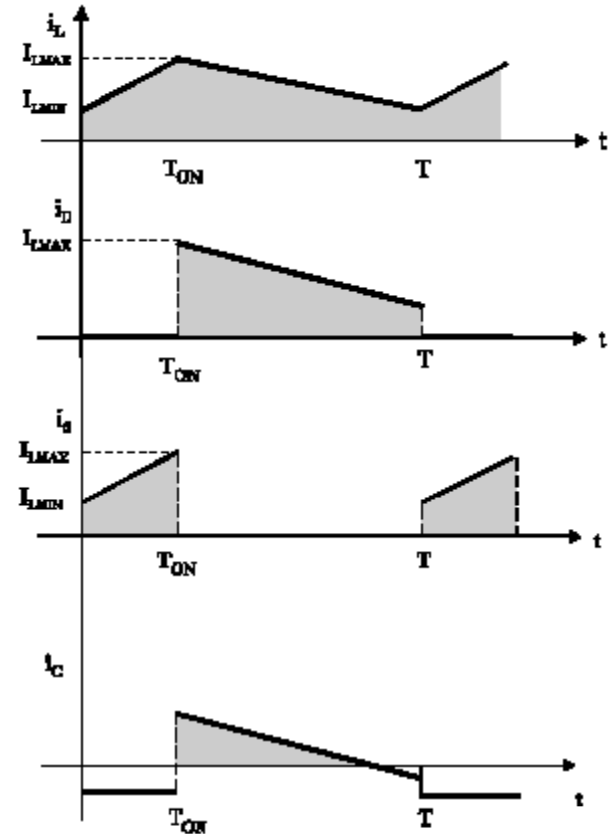
- **Tienen una alta eficiencia.**
- **Voltaje de Salida superior al de entrada.**
- **Crea una cantidad de ruido en la línea de entrada menor que en el reductor.**
- **El ruido que se detecta a la salida del circuito es mayor que en el reductor.**

## Topología Inversora

### Operación Inversor (Buck-Boost):



Configuración  
Inversora



## Topología Inversora

### Características:

- **Tienen una alta eficiencia.**
- **Voltaje de Salida negativo menor o mayor que el de entrada segun  $\delta$ .**
- **Crea una cantidad de ruido en la línea de entrada relativamente alto.**
- **El ruido que se detecta a la salida del circuito es mayor que en el reductor.**

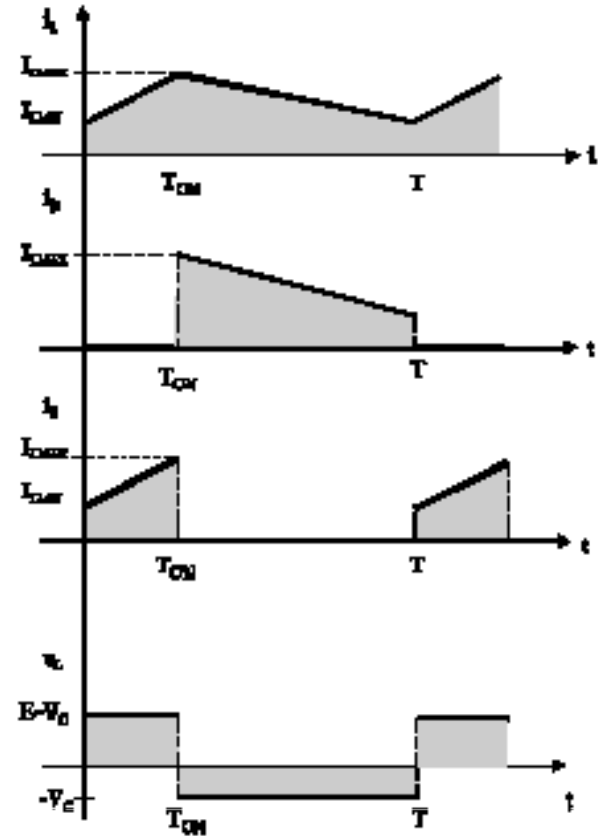
## Topología Reductora

### Ecuaciones:

$$\frac{E - V_C}{L} \delta T = \frac{V_C}{L} (1 - \delta) T$$

$$(E - V_C) \delta = V_C (1 - \delta)$$

$$V_C = \delta E$$



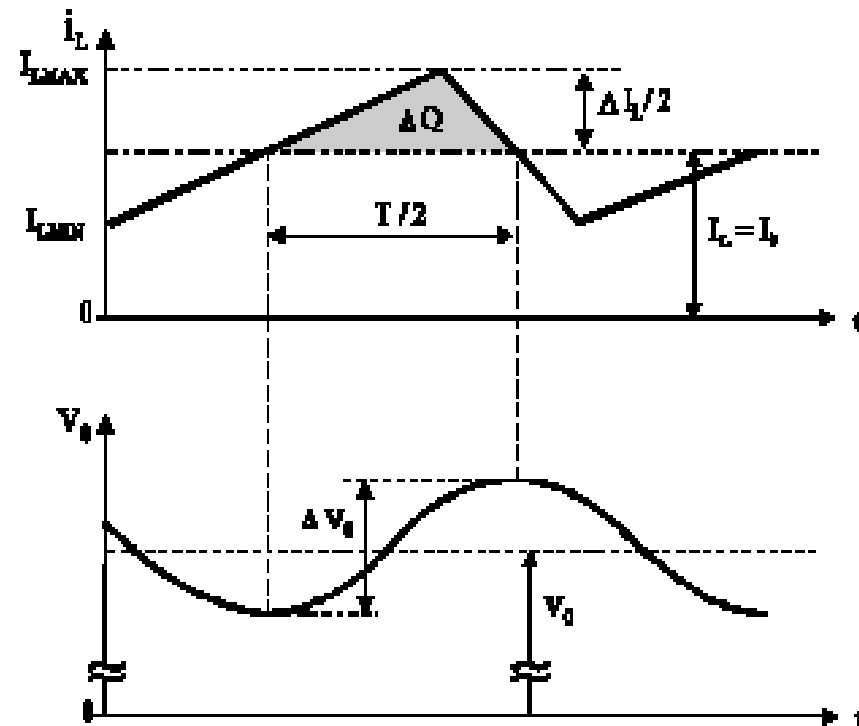
## Topología Reductora

### Ecuaciones:

$$I_{L(MAX)} = \delta E \left[ \frac{1}{R} + \frac{(1-\delta)T}{2L} \right]$$

$$I_{L(MIN)} = \delta E \left[ \frac{1}{R} - \frac{(1-\delta)T}{2L} \right]$$

$$\Delta V_o = \frac{T^2}{8C} \frac{V_o}{L} (1-\delta)$$



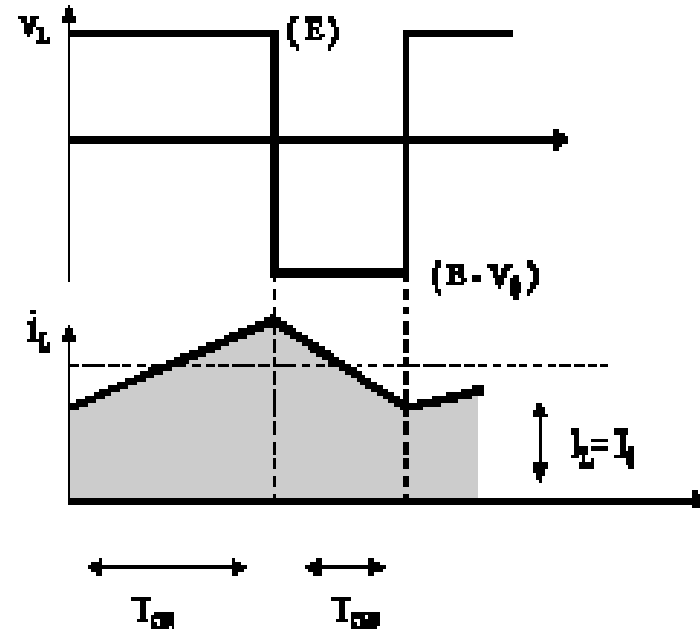
## Topología Elevadora

### Ecuaciones:

$$I_{L(MAX)} - I_{L(MIN)} = \left[ \frac{E}{L} \right] \delta T$$

$$I_{L(MIN)} - I_{L(MAX)} = \left[ \frac{E - V_o}{L} \right] (1 - \delta) T$$

$$V_o = \frac{1}{(1 - \delta)} E$$

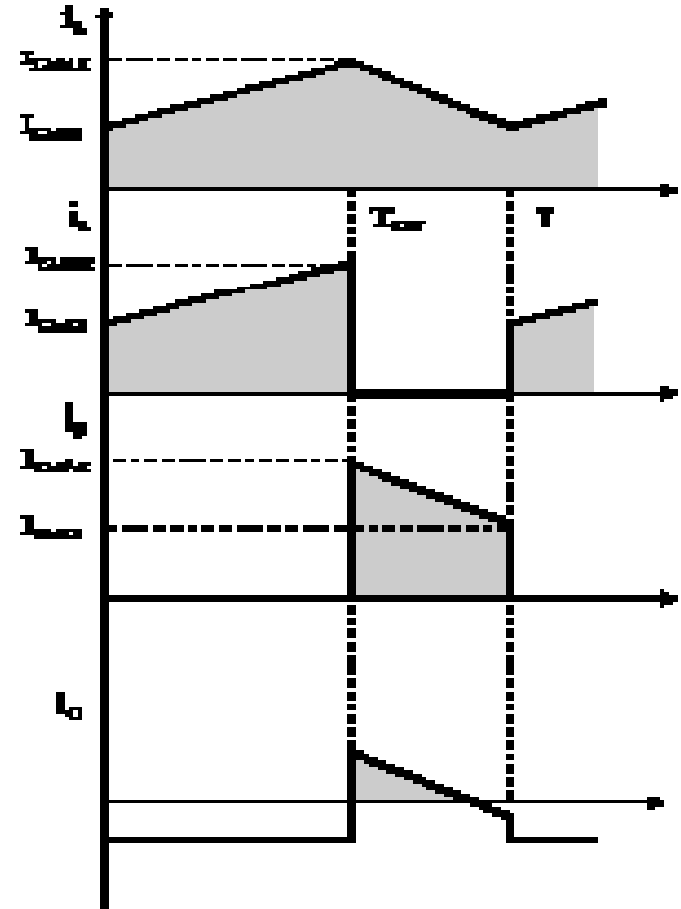


## Topología Elevadora

### Ecuaciones:

$$I_{L(MIN)} = \frac{E}{R(1-\delta)^2} - \frac{E}{2L} \delta T$$

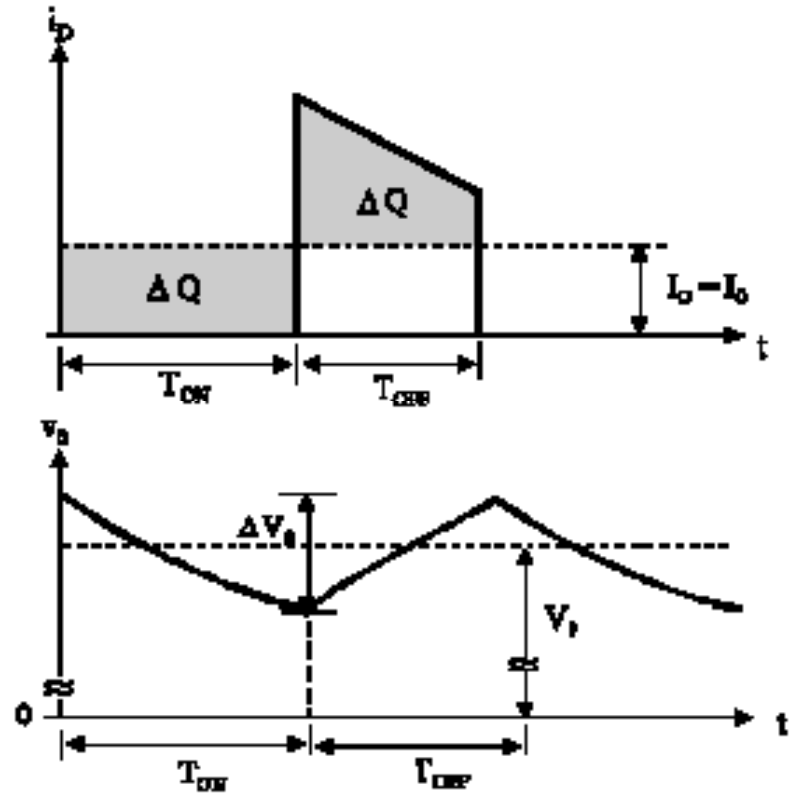
$$I_{L(MAX)} = \frac{E}{R(1-\delta)^2} + \frac{E}{2L} \delta T$$



## Topología Elevadora

### Ecuaciones:

$$\Delta V_o = \frac{V_o}{R} \frac{\delta T}{C}$$





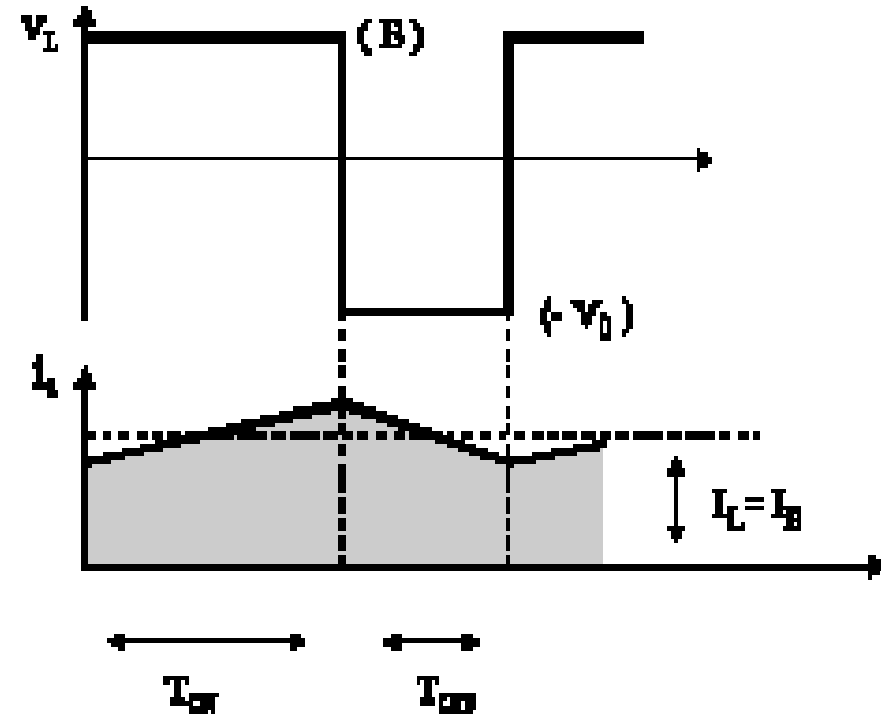
## Topología Inversora

### Ecuaciones:

$$I_{L(MAX)} - I_{L(MIN)} = \frac{E}{L} \delta T$$

$$I_{L(MIN)} - I_{L(MAX)} = -\frac{V_C}{L} (1 - \delta) T$$

$$V_C = V_O = \frac{\delta}{1 - \delta} E$$

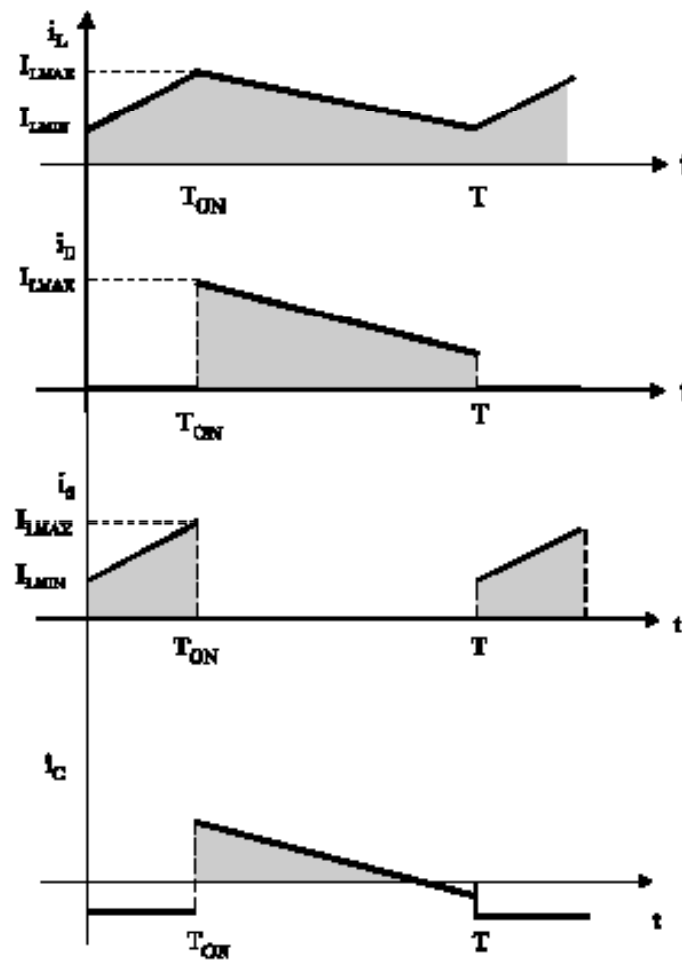


## Topología Inversora

### Ecuaciones:

$$I_{L(MIN)} = \frac{\delta E}{R(1-\delta)^2} - \frac{E\delta T}{2L}$$

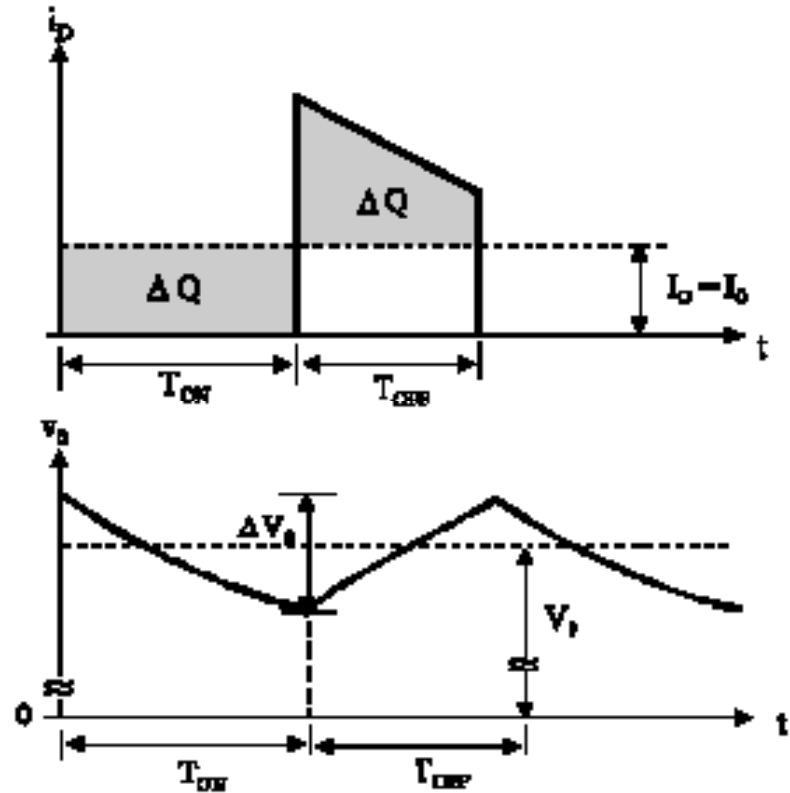
$$I_{L(MAX)} = \frac{\delta E}{R(1-\delta)^2} + \frac{E\delta T}{2L}$$



## Topología Inversora

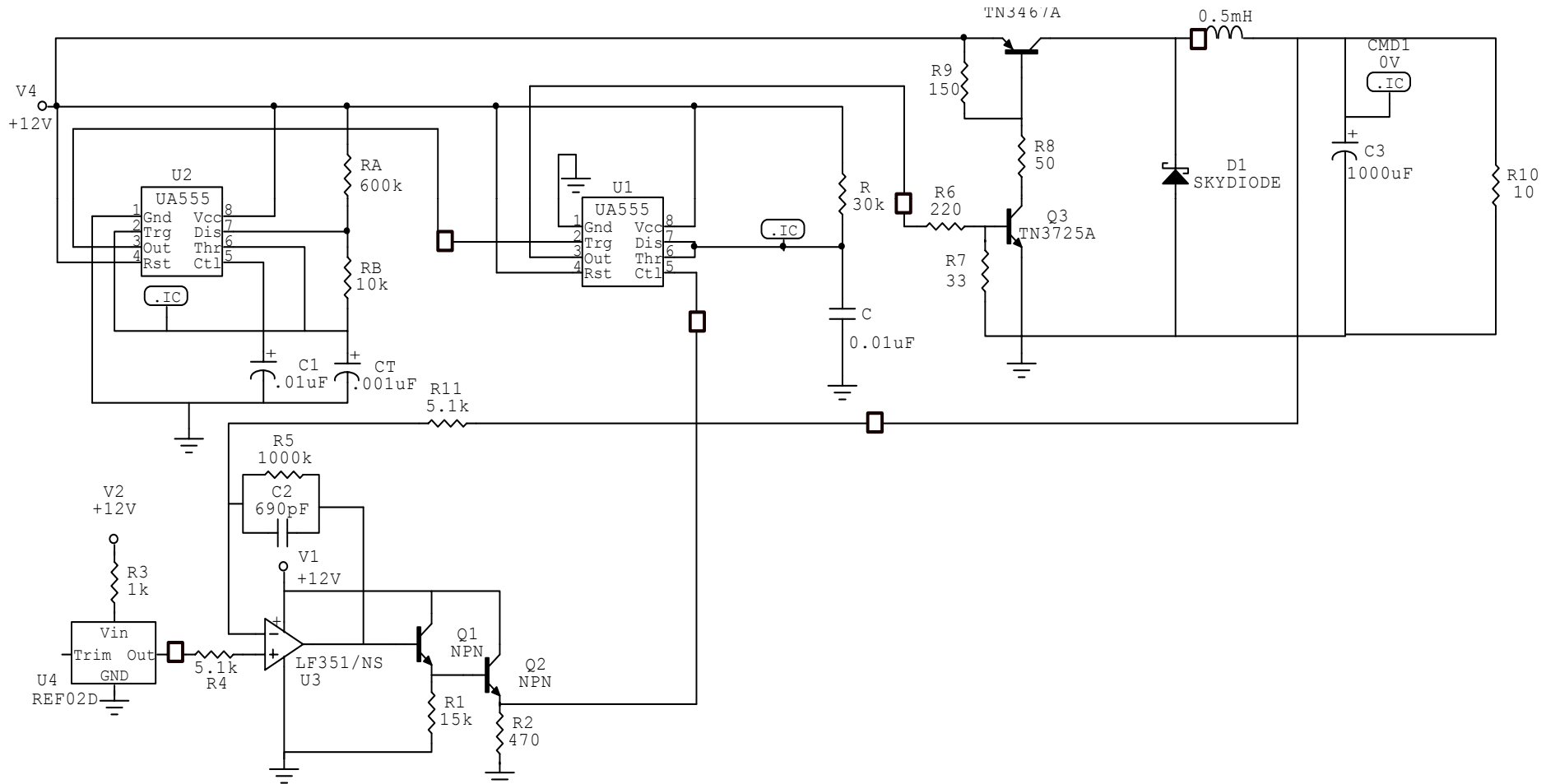
### Ecuaciones:

$$\Delta V_o = \frac{V_o}{R} \frac{\delta T}{C}$$



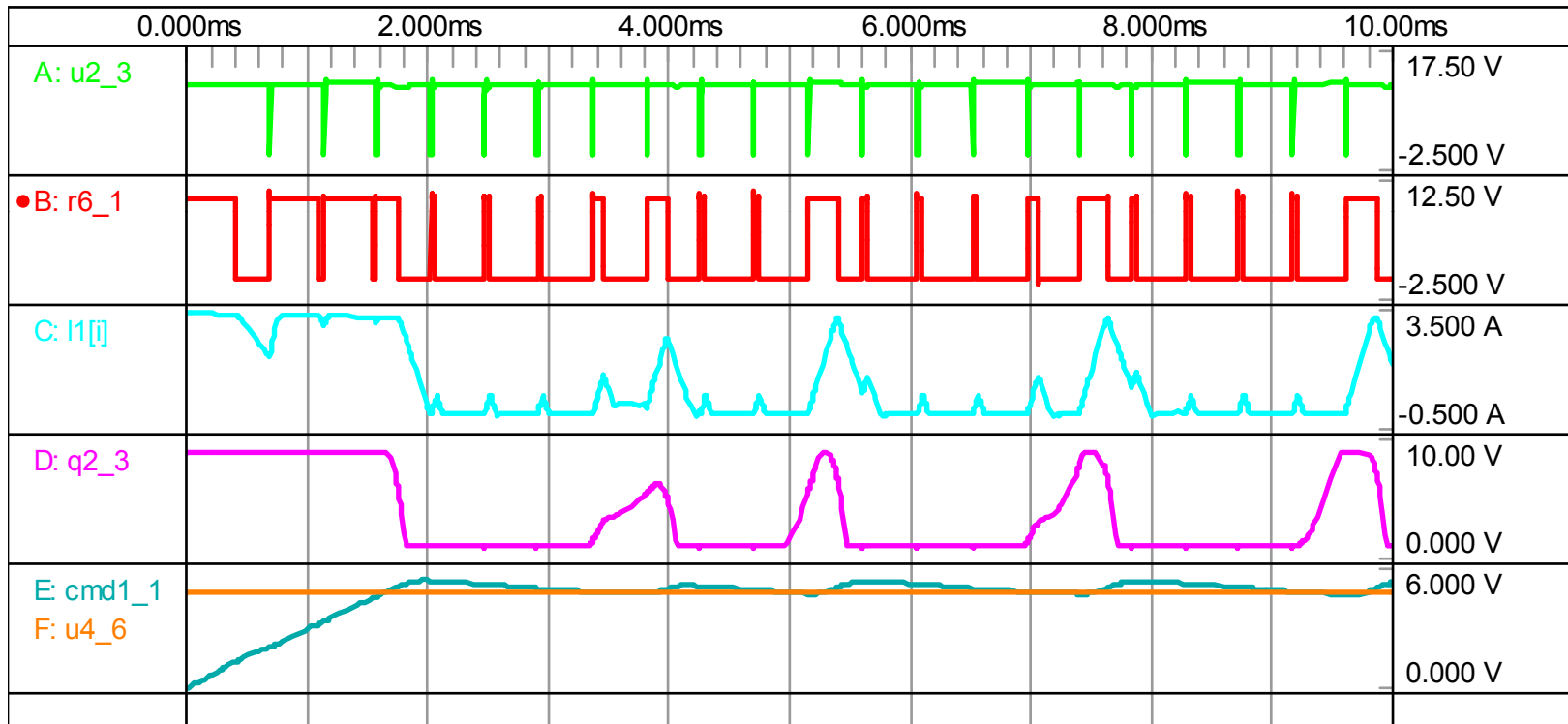
## Diseño con dispositivos discretos

### Regulador Conmutado reductor de +5V



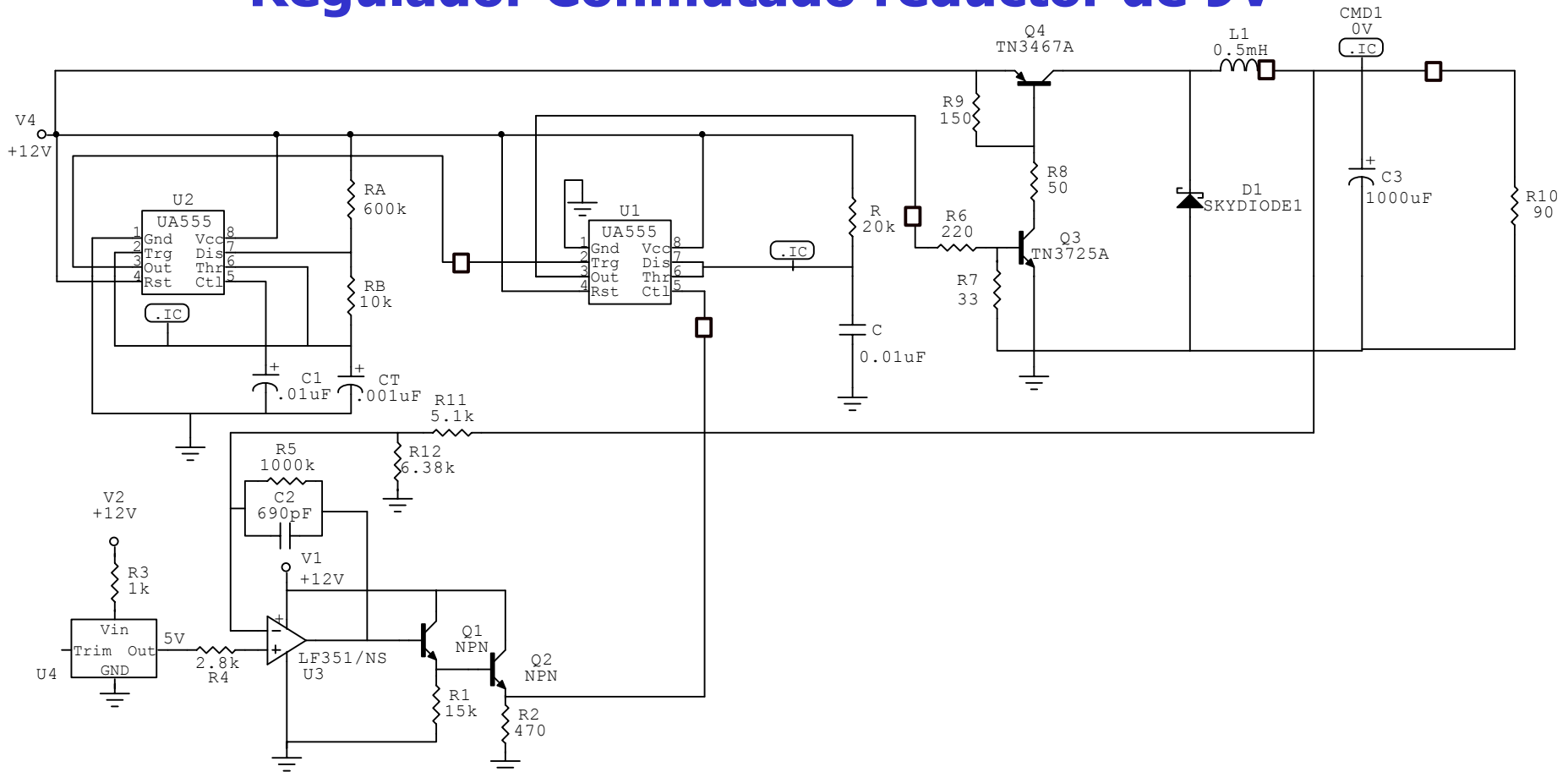
## ● Diseño con dispositivos discretos

### Formas de Onda del Regulador reductor de 5V



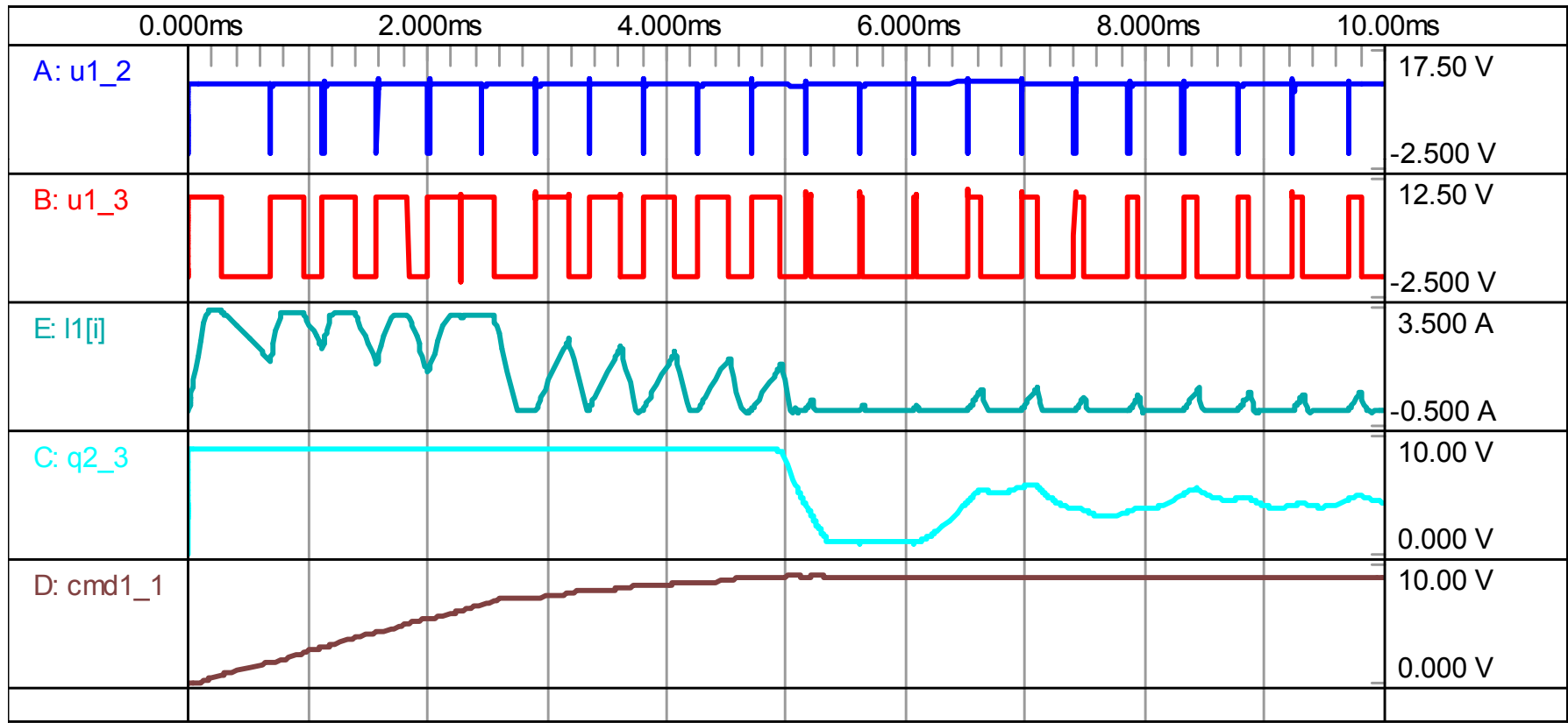
## 🌐 Diseño con dispositivos discretos

### Regulador Conmutado reductor de 9V



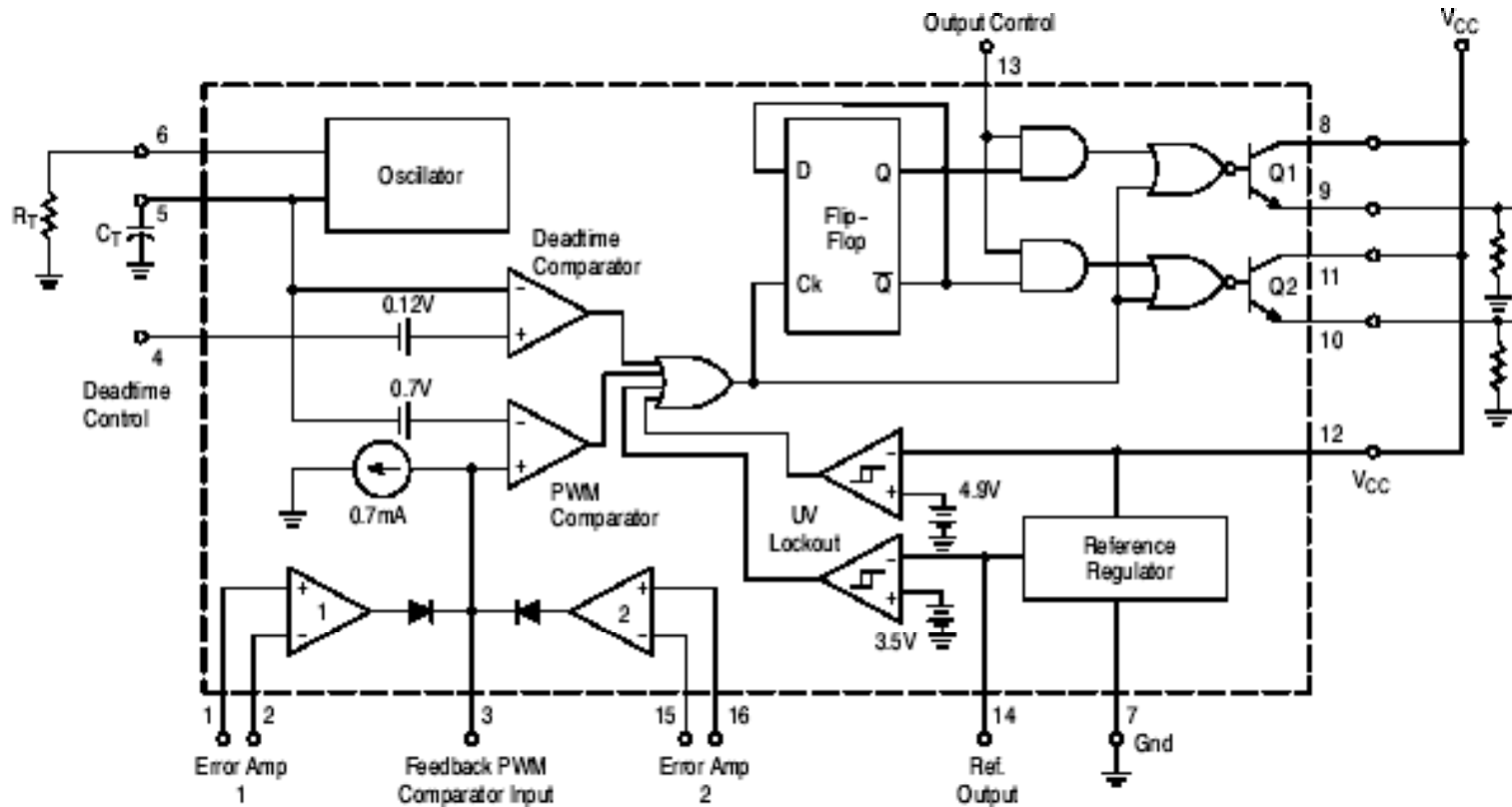
## 🌐 Diseño con dispositivos discretos

### Formas de onda del Regulador reductor de 9V



## 🌐 Diseño con dispositivos dedicados

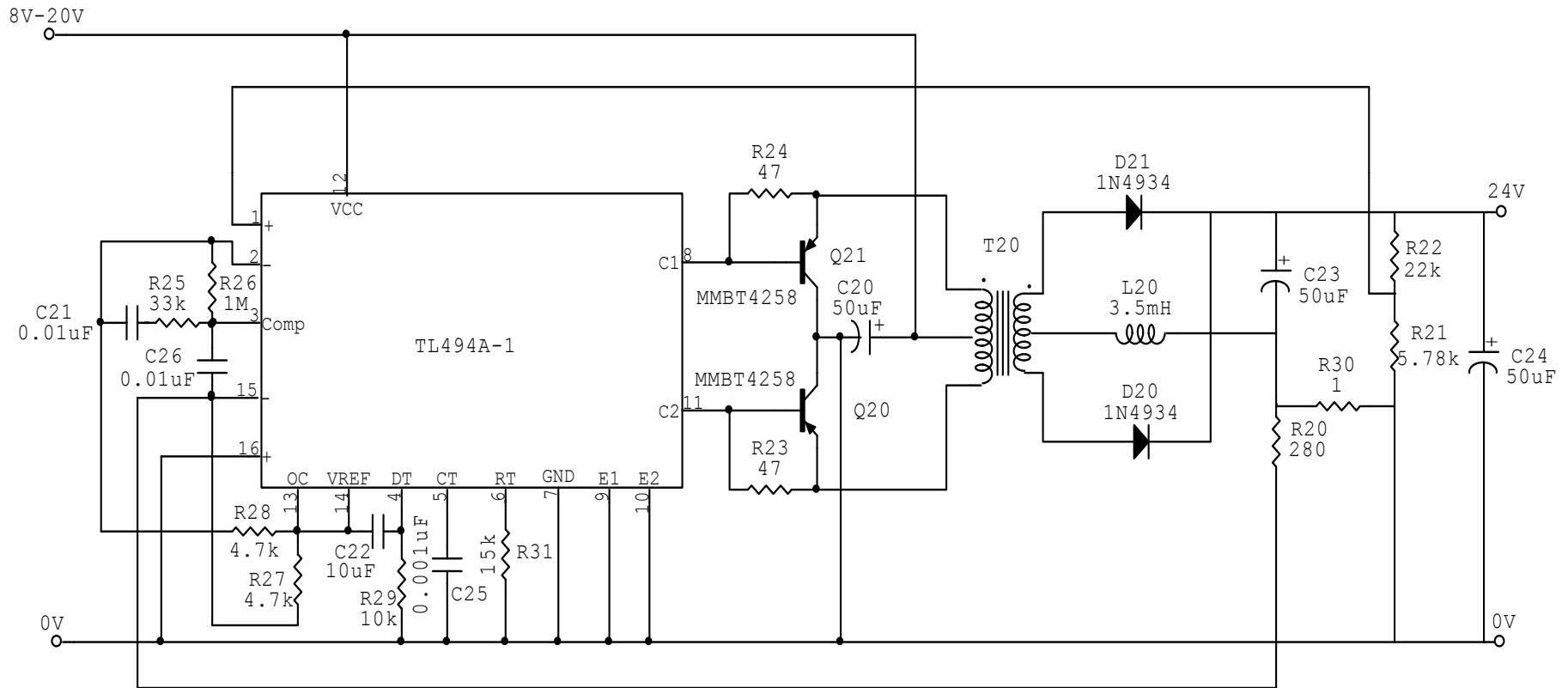
### Controlador PWM TL494 de Motorola





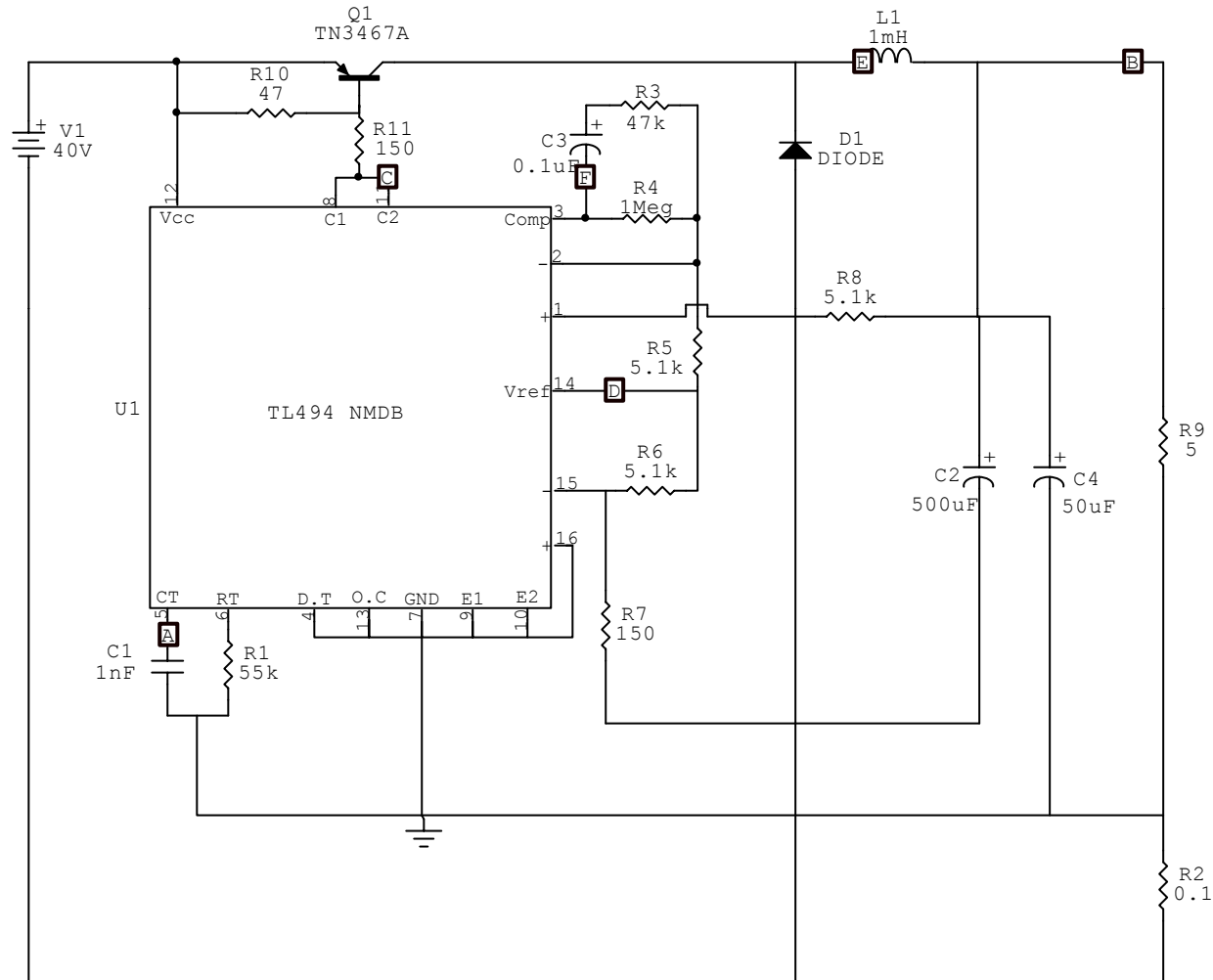
## Diseño con dispositivos dedicados

### Regulador de +24 V usando el TL494



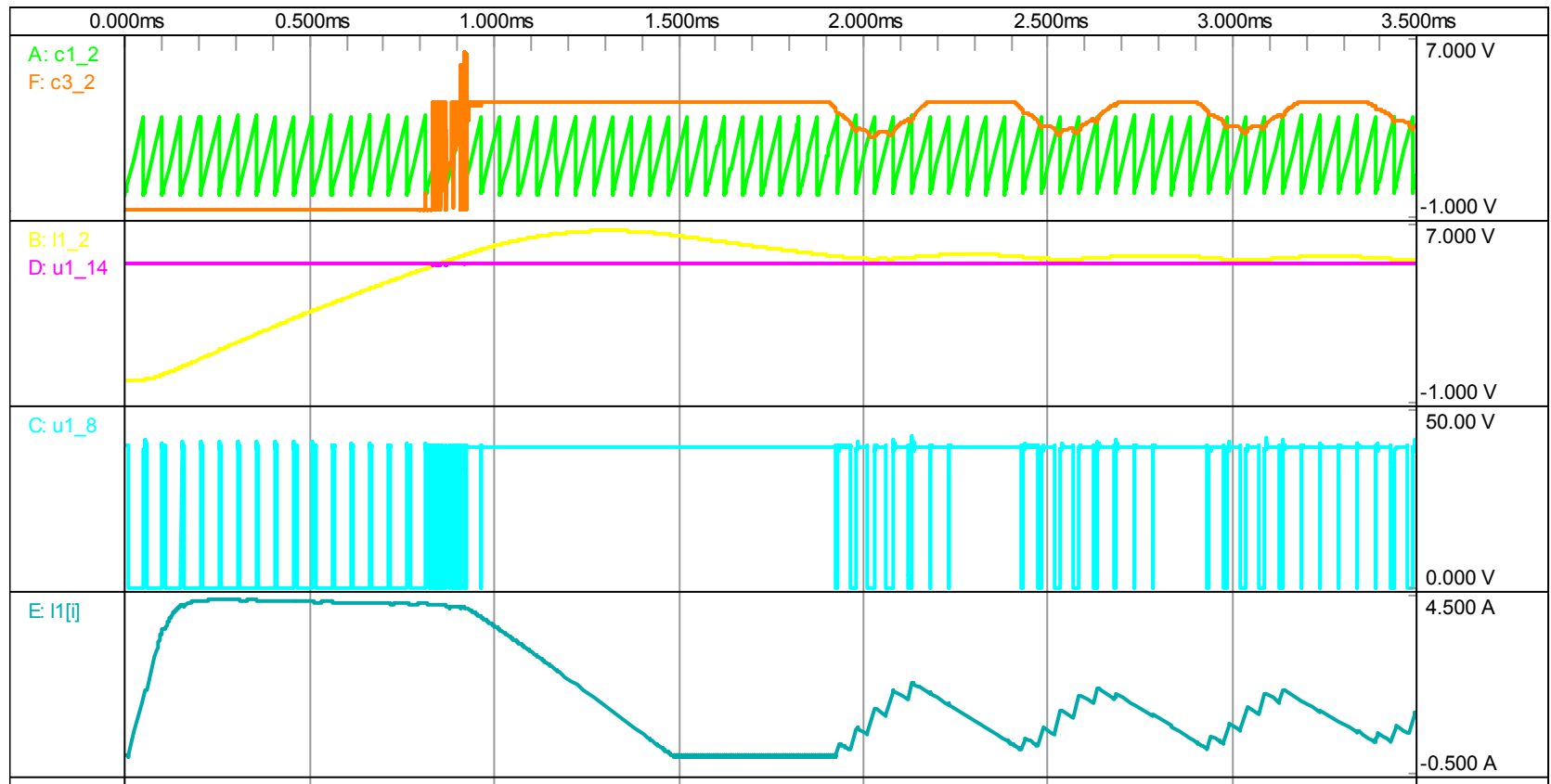
## 🌐 Diseño con dispositivos dedicados

### Regulador conmutado reductor de +5 V usando el TL494



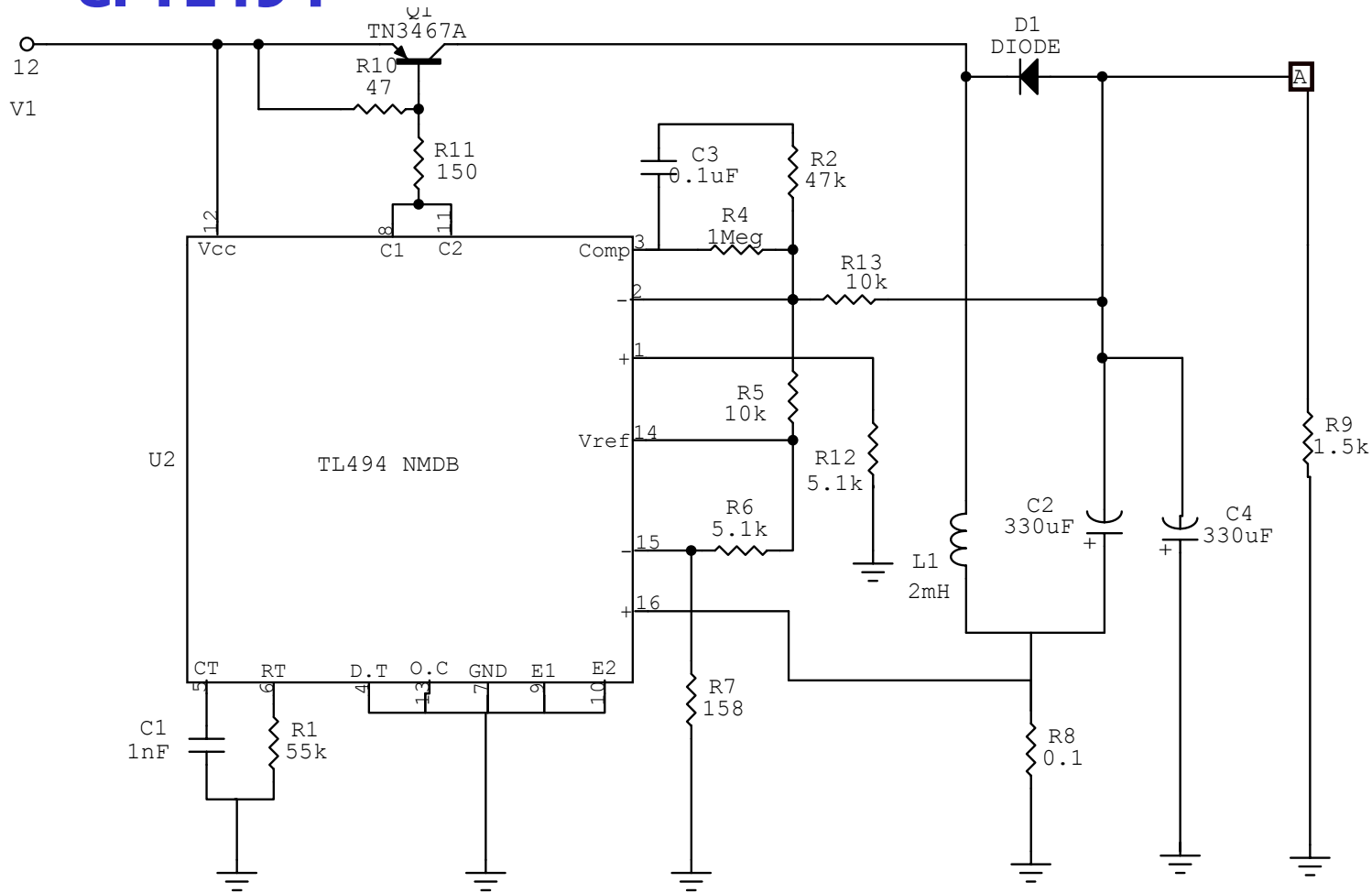
## 🌐 Diseño con dispositivos dedicados

### Regulador conmutado reductor de +5 V usando el TL494



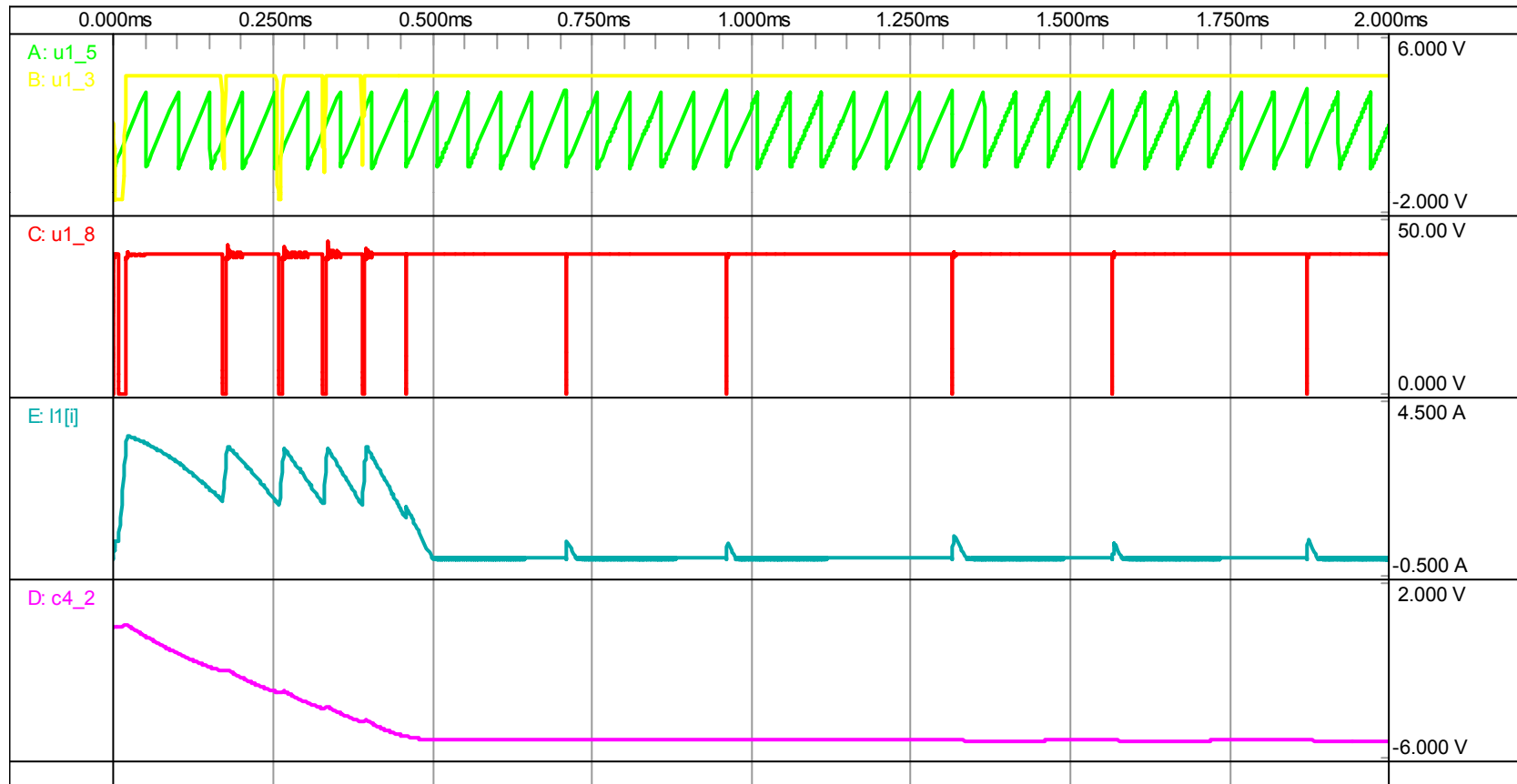
 **Diseño con dispositivos dedicados**

## Regulador conmutado inversor de -5 V usando el TL494



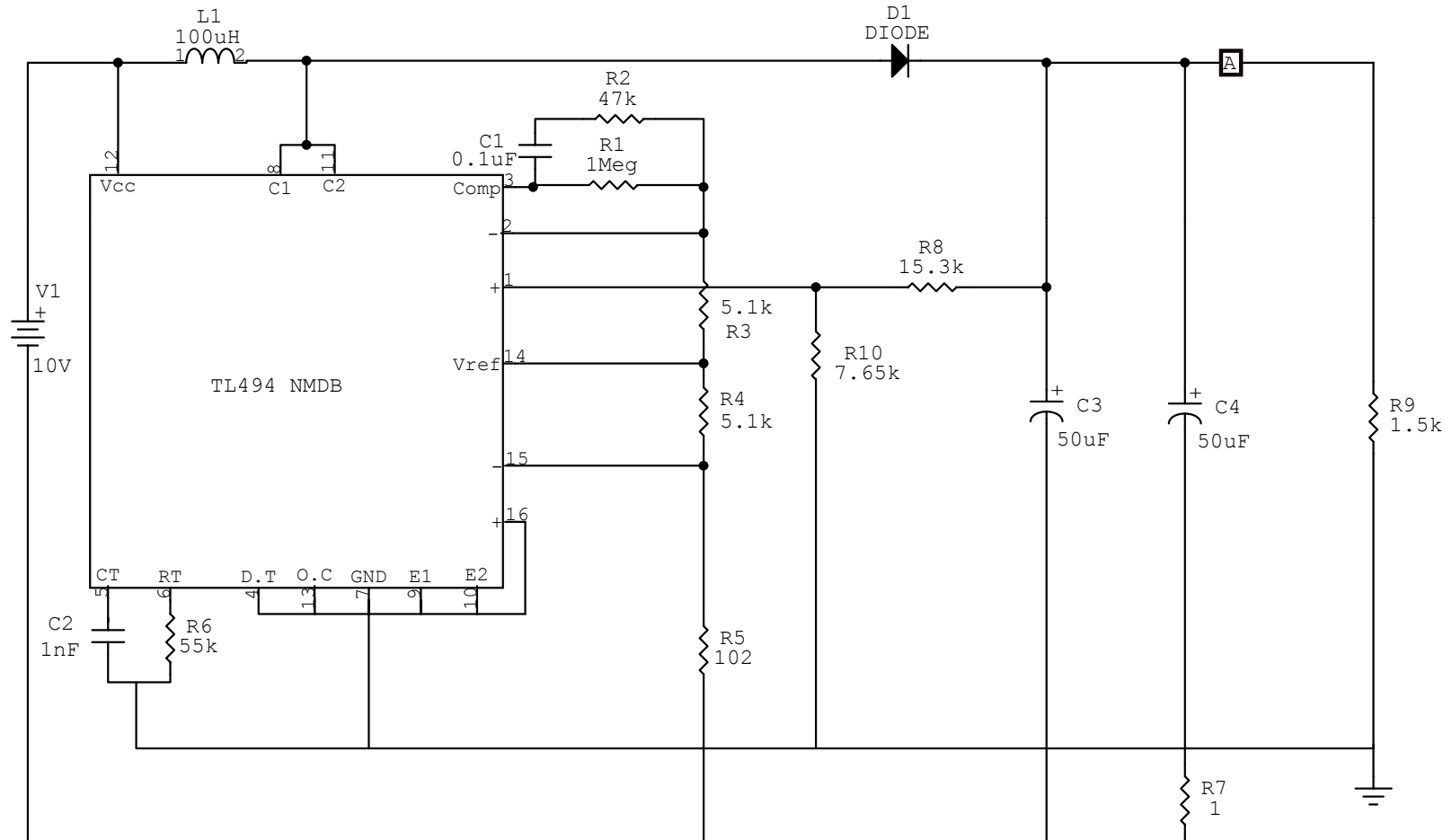
## 🎯 Diseño con dispositivos dedicados

### Regulador conmutado inversor de -5 V usando el TL494



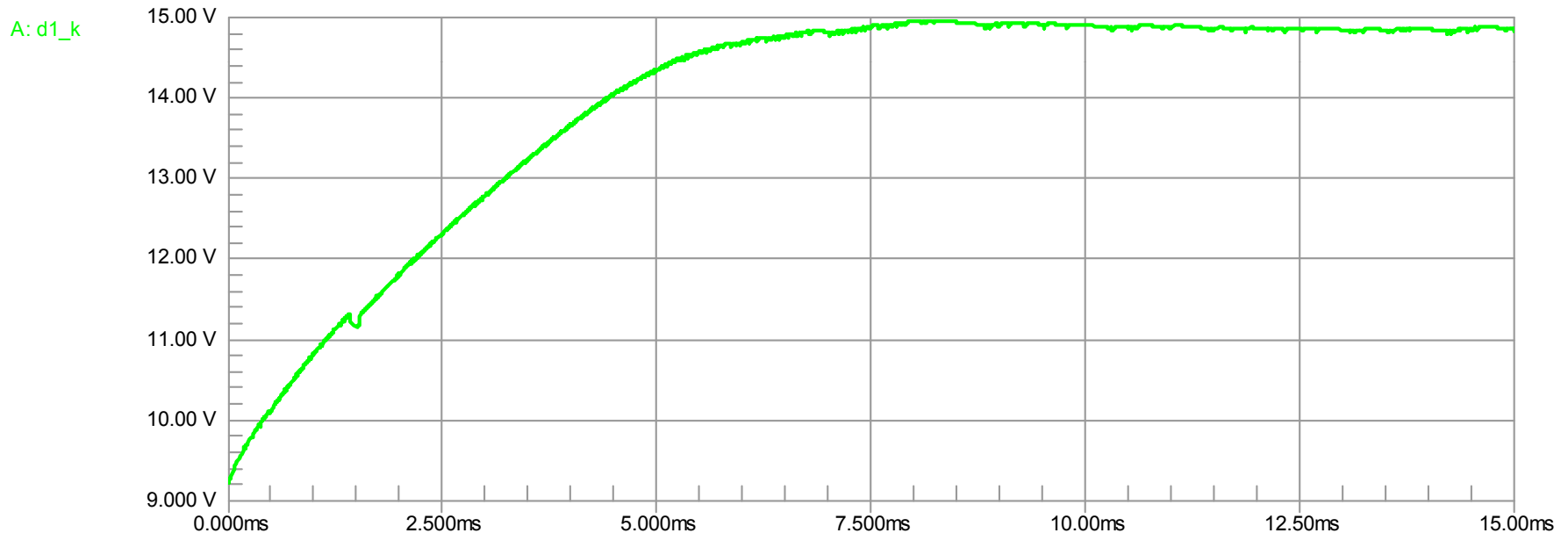
## Diseño con dispositivos dedicados

### Regulador conmutado Elevador de +15 V usando el TL494



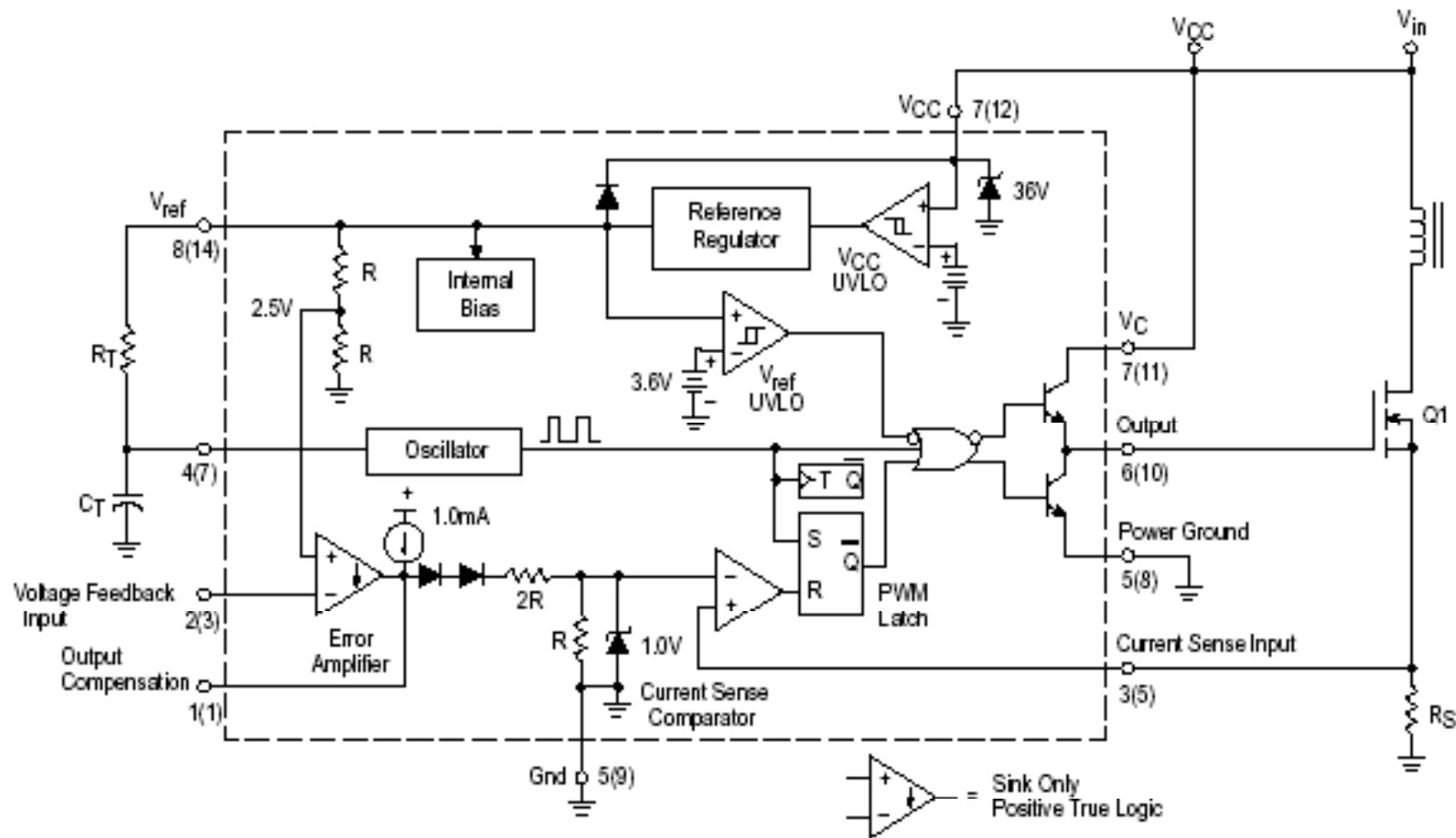
## 🌐 Diseño con dispositivos dedicados

### Regulador conmutado Elevador de +15 V usando el TL494



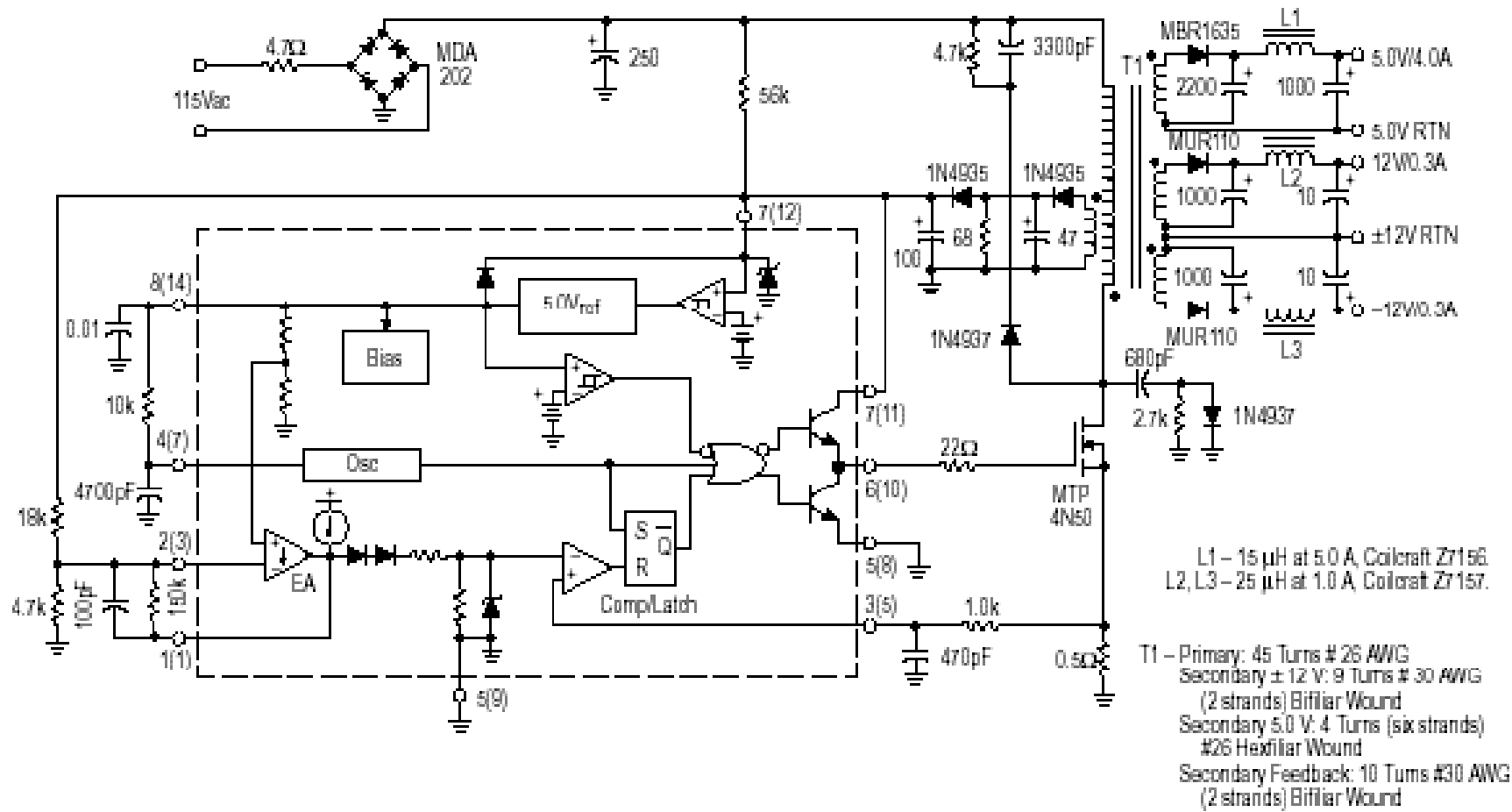
## 🌐 Diseño con dispositivos dedicados

### Controlador en modo corriente UC3842A Motorola





## Diseño con dispositivos dedicados



## ● Cálculo del inductor

La inductancia de un arrollado alrededor de un anillo toroidal de un material con un núcleo de sección transversal circular y permeabilidad relativa  $\mu_r$  es :

$L$  = inductancia en H

$\mu_0$  = permeabilidad del aire =  $4\pi \times 10^{-7}$  H/m

$\mu_r$  = permeabilidad relativa del núcleo

$N$  = número de vueltas

$r$  = radio del arrollado de la bobina

$D$  = diámetro total del anillo toroidal en metros

$$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 r^2}{D}$$



## Comparación con reguladores lineales

Parámetro	Conmutada	Lineal
Eficiencia	75%	30%
Tamaño	2W/in <sup>3</sup>	0.5W/in <sup>3</sup>
Regulación de Línea y de carga	0.1%	0.1%
Rizo en la salida	50mVpp	5mVpp
Ruido	50 a 200 mVpp	---
Respuesta transitoria	1mS	20uS
Tiempo de sostenimiento	20 a 30 mS	1 a 2 mS

Desempeño de una Fuente de Alimentación Conmutada a 20kHz versus una Fuente lineal