

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE UN CONVERTIDOR DE POTENCIA DC/DC
TIPO BUCK PARA APLICACIONES EDUCATIVAS

ANDRES HIGUITA MARULANDA

Programa Académico
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

Daniel González Montoya

Docente Ocasional

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

22 DE AGOSTO 2018

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

RESUMEN

Convertidor Buck.

En este manual aprenderemos sobre el funcionamiento del convertidor de potencia dc/dc tipo buck y sus respectivas características.

El convertidor Buck (o reductor) es un convertidor de potencia que obtiene a su salida un voltaje DC menor que el de su entrada. Es una fuente conmutada con dos dispositivos semiconductores (transistor-diodo o transistor-transistor), un inductor y opcionalmente un condensador a la salida (ver Fig. 1). La forma más simple de reducir una tensión continua (DC) es usar un circuito divisor de voltaje, pero los divisores gastan mucha energía en forma de calor. Por otra parte, un convertidor Buck puede tener una alta eficiencia (superior al 95% con circuitos integrados) y autorregulación. (DC, 2007)

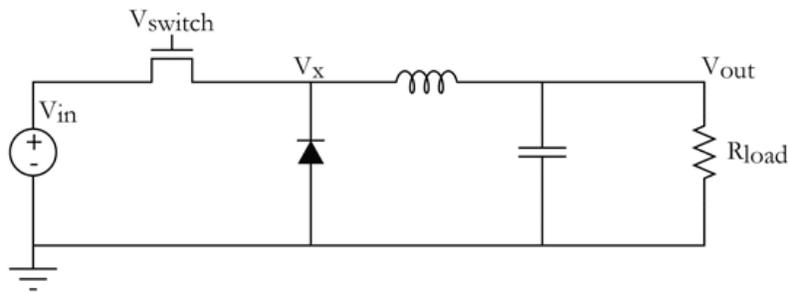


Fig.1 convertidor buck básico.

Palabras clave: convertidor; pwm; duty; voltaje; mosfet.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

RECONOCIMIENTOS

A mis distinguidos asesores, maestros y colaboradores del laboratorio ETI del ITM ya que fueron modelos de gran valor y sabiduría, por sus aportes a mi formación académica y en la realización de este proyecto.

Profesor Daniel González Montoya (Doctorado), por su generosa labor de docencia y transmisión de conocimiento.

Santiago Alejandro Acevedo Pérez (Laboratorista). Por su disposición, acompañamiento y acertados consejos para mi formación.

Cristian Escudero Quintero (Estudiante). Por su acompañamiento y buena disposición con su ayuda frente al proyecto.

A mi familia por su comprensión durante el camino que estoy recorriendo para mi formación profesional, por su incesante aliento en los momentos de dificultad y apoyo incondicional.

Amigos y compañeros de estudio por su ayuda incondicional y desinteresada, fueron de gran apoyo para mí.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

ACRÓNIMOS

ITM Instituto Tecnológico Metropolitano.

Lab Laboratorio.

ETI Electrónica, Telecomunicaciones e Informática.

R Resistor.

L Inductor.

C Condensador.

V Voltaje.

A Amperio.

Ω Ohmio.

K Kilo.

M Mega.

G Giga.

W Watios.

μ F micro Faradio.

μ H micro Henrios.

Hz Hertz.

KHz Kilo Hertz.

Vcc Voltaje de corriente continua.

Gnd Tierra.

V_{in} Voltaje de entrada.

V_{out} o V_o Voltaje de salida.

I_{max} Corriente máxima.

IC Circuito integrado.

RL Resistencia de carga.

PWM Modulación por ancho de pulso.

On activado.

Off Desactivado.

H_{in} Entrada de alta.

H_{out} Salida de alta.

Duty Ciclo útil de trabajo.

SCR Rectificador Controlado de Silicio.

AC Corriente alterna.

DC Corriente directa.

Mosfet Transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor.

PCB Placa de circuito impreso.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda de energía a nivel mundial se ha incrementado de manera exponencial y más aún cuando estamos en un mundo en el que dependemos de los combustibles. En las últimas décadas se ha tomado conciencia del problema que generan los combustibles fósiles en el medio ambiente y a nuestra salud, más aun en los últimos años donde muchos países han visto esto como un problemática a nivel mundial y han tomado conciencia de que las energías renovables son la solución a este problema, tanto así que ya se destinan más recursos para la investigación e implementación de estas nuevas fuentes de energía como son: la hidroeléctrica, eólica, geotérmica, biogás, biomasa, del mar, solar, por hidrógeno y nuclear. Estas energías renovables para que puedan ser aplicadas en los procesos mentadas anteriormente, necesitan de circuitos convertidores de energía; con el objetivo de suministrar la alimentación necesaria para todo tipo de aplicación, además la energía generada por las fuentes no convencionales de energía. El objetivo general de la electrónica optimizar de potencia está enfocado en controlar y procesar el flujo de potencia de forma tal que esta sea suministrada a la carga de manera óptima, bajo este contexto las fuentes de conmutación conforman una interfaz entre las fuentes de energía y los diferentes tipos de cargas. En la actualidad más del 75% de la potencia generada en el mundo es procesada por medio de elementos de potencia, lo cual evidencia la importancia de las fuentes de conmutación en el procesamiento de la potencia y energías en todo el mundo. (<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/13610/1/VelasquezSastoquelvaFrancisco2013.pdf>) La finalidad de este proyecto es dar la facilidad de conocer el funcionamiento de un convertidor de potencia DC/DC tipo buck, donde se muestra cada etapa del circuito, que componentes se utilizaron, y la posibilidad de realizar medidas de señales en el convertidor.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

2. MARCO TEÓRICO

Contenido

Resumen Convertidor Buck.	2
Reconocimientos.....	3
Acrónimos	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Convertidor buck.....	9
2.1.1 Características Convertidor Buck.....	10
2.1.2 Foto original convertidor Buck.....	11
2.2 Conexiones requeridas por el convertidor.....	12
2.2.1 Voltaje de entrada acondicionamiento.....	12
2.2.2 Señal de entrada PWM	12
2.2.3 Voltaje entrada de alta tensión.....	12
2.2.4 Voltaje de salida alta tensión.....	12
2.3 puntos de chequeo y voltaje de referencia.....	13
2.3.1 Voltaje en regulador 12V.....	13
2.3.2 Voltaje en regulador 5V.....	13
2.3.3 chequeo de voltaje entrada del conversor.....	13
2.3.4 chequeo de voltaje salida del conversor	13
2.3.5 chequeo de corriente del conversor.....	13
2.3.6 chequeo control modo de corriente.....	13
2.4 indicadores luminosos.....	14
2.4.1 indicador luminoso regulador 12V.....	14
2.4.2 indicador luminoso regulador 5V.....	14
2.4.3 indicador luminoso conversor encendido.....	14
2.4.4 indicador luminoso conversor apagado.....	14
2.5 Componentes importantes y sus características.....	15
2.5.1 LM7812.....	15
2.5.2 LM7805.....	15
2.5.3 Pulsador de encendido.....	15
2.5.4 Pulsador de apagado.....	15
2.5.5 IR2110 Driver control mosfet.....	16

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

2.5.6 NE555 CI control encendido y apagado.....	16
2.5.7 IRF3710 Transistores mosfet.....	17
2.5.8 Bobina 2318-RC/330uh.....	17
2.5.9 Condensador 22uf.....	17
2.5.10 Sensor de corriente INA225.....	18
2.6 Lista de materiales	18
3.CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO	19
FUTURO.....	19
TENER EN CUENTA.....	20

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

La historia de la electrónica de potencia empezó en el año 1900, con la introducción del rectificador de mercurio. Luego aparecieron gradualmente, el rectificador de tanque metálico, el rectificador de tubo al alto vacío de rejilla controlada, el ignitrón, el fanotrón y el tiratrón. Estos dispositivos se aplicaron al control de la energía hasta la década de 1950.

La primera revolución electrónica inicia en 1948 con la invención del transistor de silicio en los Bell Telephone Laboratories por los señores Bardeen, Brattain y Schockley. La mayor parte de las tecnologías electrónicas avanzadas actuales tiene su origen en esta invención. A través de los años, la microelectrónica moderna ha evolucionado a partir de los semiconductores de silicio. La siguiente gran invención fue en 1956, también provino de los Bell Telephone Laboratories: la invención del transistor de disparo PNP, que se define como un tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR por sus siglas en ingles).

La segunda revolución electrónica empezó en 1958 con el desarrollo del tiristor comercial por General Electric Company. Ese fue el principio de una nueva era en la electrónica de potencia, desde entonces, se han introducido muy diversos tipos de dispositivos semiconductores de potencia y técnicas de conversión.

(Sanchez, 1995) Como refiere el autor (Galera, 2002) la electrónica de potencia como una de las ramas de la ingeniería eléctrica, en ella se combina la energía, la electrónica y el control. Estudia la conversión y control de la energía eléctrica y sus aplicaciones tratando de maximizar el rendimiento, o lo que es lo mismo, minimizar la disipación de energía.

En la década de los 80 se pasó del concepto de conversión y control en general de la energía eléctrica, al campo de modulación del flujo de energía utilizando convertidores conmutados, dotados de elementos conmutadores estáticos del tipo semiconductores de potencia. Los cuales tienen la capacidad de trabajar a frecuencias de conmutación elevadas y soportar potencias relativamente elevadas. Así que los convertidores de energía eléctrica que se estudia en el ámbito de la electrónica de potencia se denominan convertidores estáticos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

Dentro de los convertidores estáticos se pueden encontrar diferentes clases, según el tipo de energía que convierta. Dependiendo de la conversión que realiza, el circuito recibe un nombre determinado: (Galera, 2002)

2.1 CONVERTIDOR BUCK

Un convertidor DC-DC Buck (reductor) conmutado corresponde a un dispositivo que convierte niveles de voltaje a otro igual o menor, consiguiendo esto gracias a la apertura y cierre de interruptores que trabajan a una alta velocidad como son los mosfet. Para realizar la conmutación de los mosfet se utiliza un circuito integrado driver (IR2110), Junto con un generador de señales, se obtiene una señal cuadrada (PWM). a una frecuencia constante de (100KHZ), con un ciclo de trabajo (duty) variable manualmente en el mismo generador externo y de esta forma establecer la relación Del voltaje de salida con respecto al de la entrada del convertidor. Esta relación es establecida por la siguiente formula $V_o = D \times V_i$ siendo D un escalar llamado ciclo de trabajo (duty cycle) cuyo valor está comprendido entre 0 y 1 o 0% y 100%, siendo así para un duty de 0.5 el voltaje de salida seria 50% del valor de voltaje de la entrada, se debe tener en cuenta que para un conversor se utiliza como mínimo un duty de 0.2 y como máximo 0.8.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

2.1.1 Características del convertidor Buck

	Voltaje dc	Corriente A	Potencia W	Frecuencia KHZ	Resistencia Ω	Temperatura centígrados
Voltaje input etapa acondicionamiento	15-27					
Voltaje input convertidor	2-100					
Voltaje output convertidor	0-98					
Corriente máxima I_{max}		5				
Potencia máxima convertidor			200			
Almacenaje de energía inductor simple					67m	-55c +105c
Frecuencia PWM externo				100		
Carga resistiva mínima convertidor					10	
Temperatura de funcionamiento						-55c +105c

Tabla 1 características convertidor buck

2.1.2 Convertidor Buck foto original

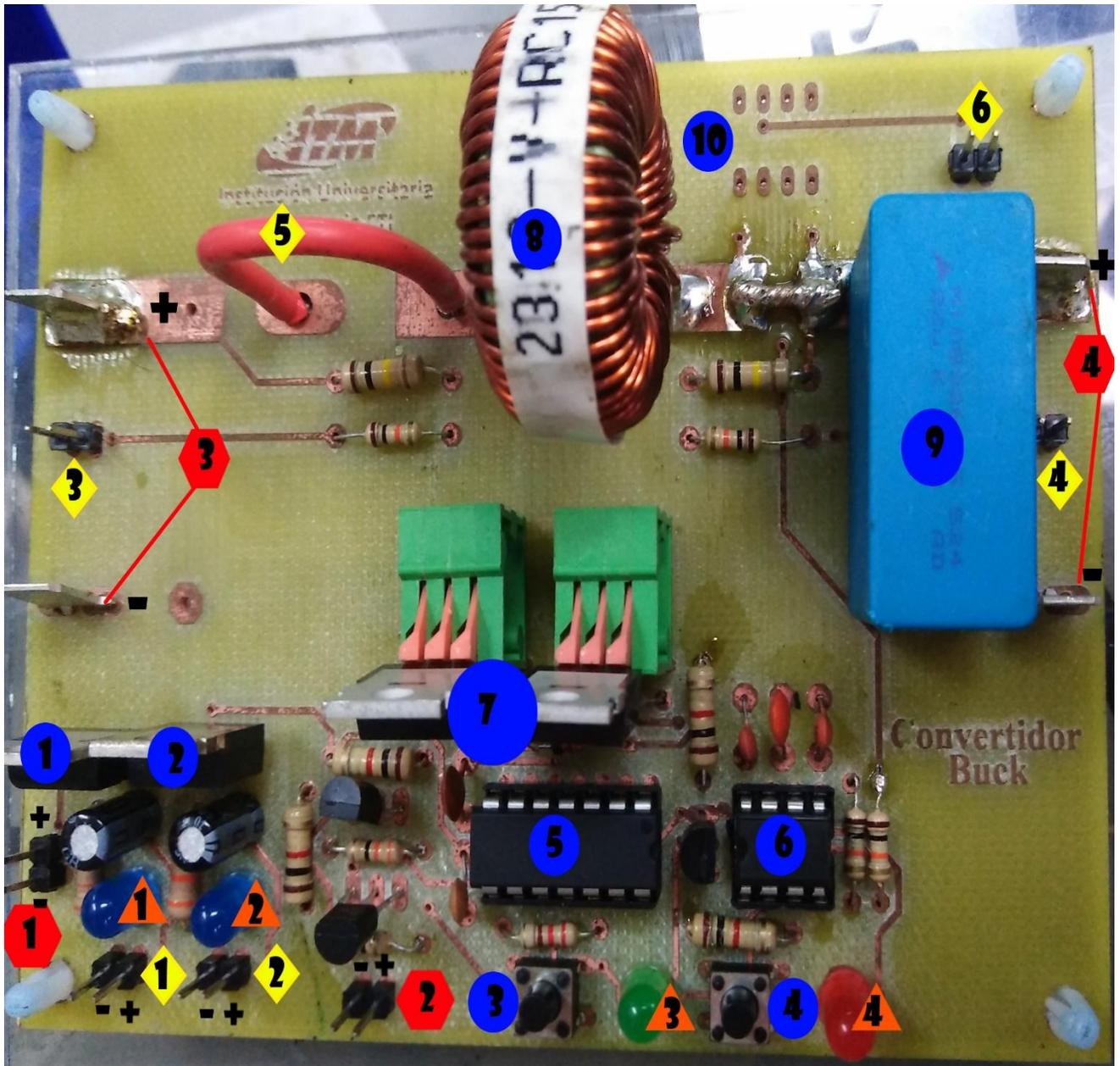


Figura 2 Foto original convertidor buck

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

2.2 Conexiones requeridas por el convertidor referenciado con hexágonos rojos

A continuación, se presentan todas las conexiones requeridas para el funcionamiento del convertidor buck, las cuales están representadas en la figura 2 con un hexágono rojo  y con su respectiva numeración, de igual manera cada punto de alimentación tiene debidamente referenciado su polaridad con los signos, Así el numeral marcado como 2.2.1 corresponde al hexágono marcado con el número 1 y así sucesivamente.

- 2.2.1 voltaje de entrada de acondicionamiento de 15 a 27 voltios Dc como máximo, con este voltaje se alimentan 2 reguladores de 12Vdc y 5Vdc, voltajes utilizados para alimentar gran parte del circuito de acondicionamiento.
- 2.2.2 Señal de entrada pwm, a estas terminales de debe conectar una señal pwm externa, ya sea de un generador de señales u otro dispositivo con la capacidad de variar manualmente el ciclo de trabajo (duty) de una señal pwm a una frecuencia nominal de 100KHZ, aunque el convertidor puede trabajar a diferentes frecuencias dependiendo de los requerimientos.
- 2.2.3 Voltaje de entrada entre 2 y 100 Vdc, este voltaje de entrada en la parte de potencia es el voltaje al cual se va a ejercer el trabajo para reducir el voltaje, de acuerdo a cuál sea el duty de trabajo del generador pwm.
- 2.2.4 Voltaje de salida entre 0 y 98 Vdc, estos terminales son la salida del voltaje del convertidos buck, respetando la polaridad de los terminales se debe conectar una carga.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

2.3 Puntos de chequeo y voltaje de referencia rombos amarillos



A continuación, se habla de los puntos establecidos para realizar mediciones de corriente y voltaje, como también de controles que pueden ser agregados al convertidor buck, sus terminales se encuentran representados y polarizados en la figura 2 de la guía, así para el numeral 2.3.1 hace referencia al rombo amarillo marcado con el número 1 y así sucesivamente.

- 2.3.1 En estos terminales tenemos el voltaje de salida del primer regulador, en este punto se tiene un voltaje de 12Vdc, el cual puede ser utilizado para alimentar un circuito diferente o simplemente para mediciones del funcionamiento.
- 2.3.2 En estos terminales tenemos el voltaje de salida del segundo regulador, en este punto se tiene un voltaje de 5Vdc, el cual puede ser utilizado para alimentar un circuito diferente o simplemente para mediciones del funcionamiento.
- 2.3.3 Estos terminales están ubicados para la toma de medidas de voltaje desde la entrada en un divisor de tensión en el jumper 3, estos terminales se pueden utilizar para agregar un control en modo de voltaje al convertidor buck o simplemente para mediciones de funcionamiento, en este punto se puede medir la décima parte del voltaje de la entrada de tensión.
- 2.3.4 Estos terminales están ubicados para la toma de medidas de voltaje desde la salida en un divisor de tensión en el jumper 4, estos terminales se pueden utilizar para agregar un control en modo de voltaje al convertidor buck o simplemente para mediciones de funcionamiento, en este punto se puede medir la décima parte del voltaje de la salida de tensión.
- 2.3.5 puente de alambre, en este puente de alambre se pueden realizar las mediciones de corriente, utilizando una pinza amperimétrica.
- 2.3.6 Terminales para implementar un control en modo de corriente, para adicionar este control se debe agregar además el integrado sensor de corriente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

2.4 Indicadores luminosos referenciados con triángulos naranjados



A continuación, se indican a que hace referencia cada uno de los indicadores luminosos en el convertidor buck, para cada numeral tomamos el numero digito que es al que corresponde en la figura 2 en la numeración de triángulos naranjados, así el numeral 2.4.1 hace referencia al triangulo con el número 1.

2.4.1 Indicador luminoso azul, este indicador se ilumina cuando el circuito esta alimentado y el regulador de 12Vdc funciona correctamente.

2.4.2 Indicador luminoso azul, este indicador se ilumina cuando el circuito esta alimentado y el regulador de 5Vdc funciona correctamente

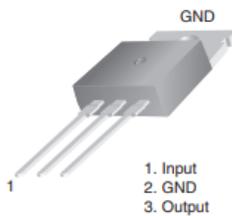
2.4.3 Indicador luminoso verde, este indicador se ilumina al momento de encender el convertidor buck desde el pulsador a su izquierda.

2.4.4 Indicador luminoso rojo, este indicador se ilumina al momento de apagar el convertidor buck desde el pulsador a su izquierda.

2.5 Componentes importantes y sus características, círculos azules

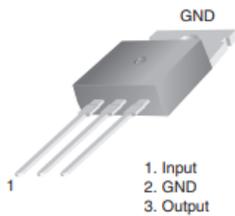
Los componentes más importantes se encuentran referenciados por círculos azules y debidamente numerado, así para el numeral 2.5.1 se toma el ultimo dígito que es el número del componente en la figura 2 con convertidor y así sucesivamente.

2.5.1 LM7812 regulador de voltaje 12Vdc



Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^\circ\text{C}$	11.5	12.0	12.5	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}, P_O \leq 15\text{W}, V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$	11.4	12.0	12.6		
Regline	Line Regulation ⁽¹¹⁾	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	–	10.0	240	mV
				–	3.0	120	
Regload	Load Regulation ⁽¹¹⁾	$T_J = +25^\circ\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	11.0	240	mV
				–	5.0	120	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^\circ\text{C}$	–	5.1	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$		–	0.1	0.5	mA
				–	0.5	1.0	

2.5.2 M7805 regulador de voltaje 5Vdc



PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_J \uparrow$	μA7805C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}, P_D \leq 15\text{ W}, V_I = 7\text{ V to } 20\text{ V}$	25°C	4.8	5	5.2	V
		0°C to 125°C	4.75		5.25	
Input voltage regulation	$V_I = 7\text{ V to } 25\text{ V}$	25°C		3	100	mV
	$V_I = 8\text{ V to } 12\text{ V}$			1	50	
Ripple rejection	$V_I = 8\text{ V to } 18\text{ V}, f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	62	78		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$	25°C		15	100	mV
	$I_O = 250\text{ mA to } 750\text{ mA}$			5	50	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.017		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		–1.1		mV/°C

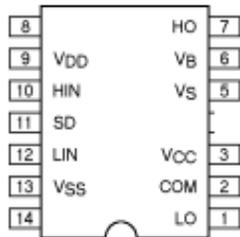
2.5.3 Pulsador de ON, enciende el convertidor buck



2.5.4 Pulsador OFF, apaga el convertidor buck



2.5.5 IR2110 Driver para el control de dos transistores.

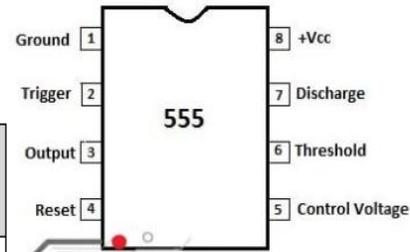


V_{OFFSET} (IR2110) 500V max.
 (IR2113) 600V max.
 $I_{O+/-}$ 2A / 2A
 V_{OUT} 10 - 20V
 $t_{on/off}$ (typ.) 120 & 94 ns
 Delay Matching (IR2110) 10 ns max.



2.5.6 NE555, en el convertidor buck esté integrado es utilizado para el control de encendido y apagado de la fuente conmutada buck.

Pin Functions				
NAME	PIN		I/O	DESCRIPTION
	D, P, PS, PW, JG	FK		
	NO.			
CONT	5	12	I/O	Controls comparator thresholds, Outputs 2/3 VCC, allows bypass capacitor connection
DISCH	7	17	O	Open collector output to discharge timing capacitor
GND	1	2	-	Ground
NC		1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 18, 19	-	No internal connection
OUT	3	7	O	High current timer output signal
RESET	4	10	I	Active low reset input forces output and discharge low.
THRES	6	15	I	End of timing input. THRES > CONT sets output low and discharge low
TRIG	2	5	I	Start of timing input. TRIG < 1/2 CONT sets output high and discharge open
V _{CC}	8	20	-	Input supply voltage, 4.5 V to 16 V. (SE555 maximum is 18 V)



2.5.7 IRF3710 de 100V es un solo canal N que utiliza técnicas avanzadas de procesamiento para lograr resistencia extremadamente baja por unidad, este beneficio, en combinación con la velocidad de conmutación rápido, el convertidor utiliza 2 de estos transistores mosfet utilizados como switches para activación y desactivación del paso de voltaje del convertidor.

- Polaridad: Canal N
- Intensidad drenador continua I_d : 57 A
- Tensión drenaje-fuente V_{ds} : 100 V
- Resistencia de activación $R_{ds(on)}$: 0.023 ohm
- Tensión V_{gs} de medición $R_{ds(on)}$: 10 V
- Tensión umbral V_{gs} : 4 V
- Disipación de potencia P_d : 200 W Temperatura de Trabajo Máx. 175°C
- Temperatura de Trabajo Mín. -55 °C



2.5.8 Bobina 2318-RC/330uh



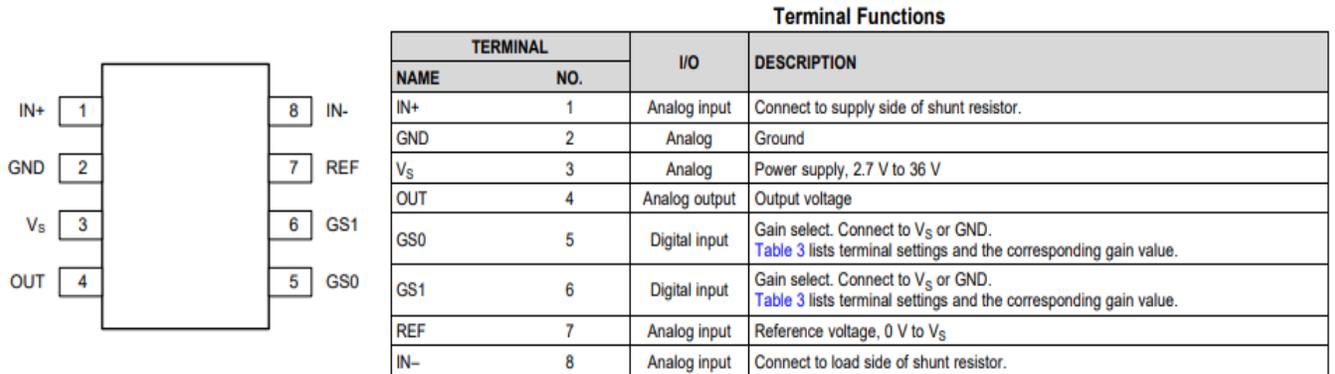
Inductancia:	330 uH
Tolerancia:	15 %
Corriente CC máxima:	5.2 A
Resistencia CC máxima:	67 mOhms
Temperatura de trabajo mínima:	- 55 C
Temperatura de trabajo máxima:	+ 105 C

2.5.9 Condensador 22uf, 100V, es utilizado para mantener estable el voltaje a la salida del convertidor.



2.5.10 Sensor de corriente INA225.

Esta etapa de censado es muy importante a la hora de controlar el funcionamiento del convertidor buck



2.6 Lista de Materiales utilizados

- Regulador LM7812
- Regulador LM7805
- CI IR2110 (Drivers)
- CI NE555
- 2 transistores Mosfet IRF 3710
- 1 Inductor 330 μ H
- 1 Condensador 22 μ f
- 2 Condensador 10 μ f
- 2 Condensador 0.047 μ f cerámicos
- 2 Condensador 0.01 μ f cerámicos
- 1 Condensador 0.1 μ f cerámico
- 3 Diodos 1N4148
- 2 Leds Azules
- 1 Led Rojo
- 1 Led Verde
- 2 pulsadores
- 3 transistores 2N700
- 4 Resistencias 1K Ω
- 2 Resistencias 330 Ω
- 2 Resistencias 4.7 Ω
- 2 Resistencias 33 Ω
- 4 Resistencias 10K Ω
- 2 Resistencias 100K Ω

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

1 Resistencias 220Ω

- 1 Resistencias 0.005Ω
- 7 jumper dobles
- 4 bornes
- Cable para puente calibre 12

3 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- El voltaje de entrada y de salida no deben ser menores al voltaje de alimentación del control de los Mosfet's, es decir; no puede ser menor a los 18V de alimentación mínima del regulador, pero tampoco sobrepasar el límite de tolerancia de voltaje de este.
- Después de realizar todo el proceso de construcción del convertidor Buck, se puede concluir que los elementos que se seleccionaron para la implementación del circuito, se desempeñan de una manera adecuada y responden acertadamente al cambio de diferentes frecuencias y de ciclos de trabajo con una carga determinada.
- En un trabajo a futuro de los convertidores se puede hacer un estudio desde el punto de vista matemático, haciendo el respectivo modelamiento matemático para así llegar a una función de transferencia del circuito, para una mayor eficiencia en el funcionamiento de este.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2018-08-22

Recomendaciones a tener en cuenta

- Alimentar etapa de acondicionamiento con 15-27 Vdc
- Alimentar la entrada del convertidor 2-100 Vdc
- Ubicar los dos transistores mosfet y los dos circuitos integrados en las bases de manera correcta.
- Conectar un generador pwm con una frecuencia de 100KHZ o similar y preferiblemente que permita variar su duty (ciclo de trabajo) para tener un control sobre la conversión de voltaje.
- Conectar una carga con una resistencia mínima de 50Ω
- La potencia máxima a lograr por el convertidor son 200W
- La corriente máxima son 2 amperios, debido a que las bases para los mosfet no permiten mayor corriente.
- Verificar que los indicadores luminosos del funcionamiento de los reguladores y el del stop se enciendan al momento de alimentar la etapa de acondicionamiento.
- Ubicar el convertidor en una zona despejada y con las bases de la tarjeta puestas para mayor seguridad.

