

Fuente de Alimentación Variable Digitalmente por Microcontrolador

Franco D. Bernstein ^{a, *}; Maximiliano V. Ruiz ^{a, *}; Diego N. Sosa ^{a, *}
Juan P. Gross ^{a, b, *}

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b GID-IE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina.

e-mails: maxi9304@gmail.com, bernstein593@gmail.com, nicososa82@gmail.com, gross@fio.unam.edu.ar

Resumen

En el presente artículo se describe el desarrollo, prueba y resultados obtenidos del diseño y construcción de una fuente de alimentación de tensión variable configurable de forma digital, basada en una placa Arduino® con microcontrolador ATmega2560. Fue desarrollado como proyecto de fin de curso de la cátedra *Técnicas Digitales 2* con el objeto de integrar conocimientos de diversas áreas.

Se obtuvo un prototipo funcional que permitió validar el diseño propuesto.

Palabras Clave – fuente de alimentación, microcontroladores, modulación por ancho de pulso, PWM, Arduino

1. Introducción

En la industria electrónica es necesario contar con algunas herramientas básicas para encarar cualquier desarrollo, la fuente de alimentación es una de ellas. Los inicios de la electricidad/electrónica han sido justamente desarrollando fuentes de alimentación para accionar motores y luminarias. Primero funcionales mediante elementos mecánicos, pasando por los electromecánicos, termoiónicos y desde finales de los 50's con el advenimiento del transistor comenzaron a desarrollarse fuentes enteramente electrónicas. A finales de los años 60' se introduce en el mercado el primer amplificador de audio que utilizó la técnica de PWM (*Pulse Width Modulation* – modulación por ancho de pulso), el “Sinclair® X10”, lo que sentó un precedente tecnológico que se extendió a la actualidad. La misma técnica de modulación utilizada, que para audio permitió mejorar el rendimiento y calidad, permitió mejorar las prestaciones y eficiencia de las fuentes de alimentación.

Actualmente, es el tipo de fuentes más utilizado en electrónica, debido a sus características de calidad de la energía entregada, así como también su eficiencia energética.

El objetivo del presente informe es describir las consideraciones y el desarrollo de una fuente regulada variable controlada por microcontrolador, basado en un circuito integrado LM317 y un microcontrolador ATmega 2560.

2. Descripción del funcionamiento

Diagrama en bloques funcional

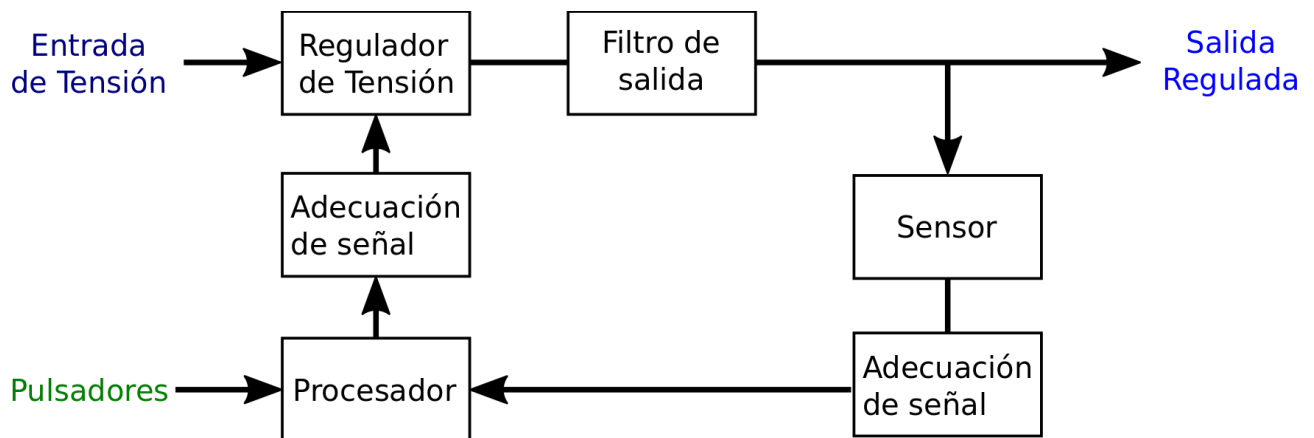


Figura 1- Diagrama de Bloques Funcional.

Descripción General

El circuito propuesto se compone de un filtro pasa bajos RC, un amplificador operacional en modo no inversor, un LM317 que funciona como regulador de tensión, finalmente posee un divisor resistivo.

- Regulador de Tensión

La señal de control que proviene del procesador, debidamente adaptada, es inyectada en el pin de ajuste del regulador. Éste se encarga de controlar la tensión de entrada, entregando a la salida el nivel deseado ajustado por el usuario.

- Amplificador Operacional

Este componente se encarga de amplificar la señal generada por el procesador, adaptándola para poder inyectarla al regulador de tensión.

- Filtro de salida RC

El objetivo del filtro es eliminar las componentes de alta frecuencia en la tensión de salida, de forma de obtener una tensión con el menor contenido de rizo posible. Se calcula para una frecuencia de corte de 16 Hz.

- Realimentación

El procesador mide la tensión de salida y ajusta la señal de control de forma de mantener una tensión de salida constante de acuerdo al valor deseado por el usuario. Esta etapa se compone de un divisor resistivo y un seguidor de tensión.

- Divisor resistivo

Una vez que la tensión es provista por el regulador de tensión necesita reingresar al microcontrolador como una señal de realimentación analógica reducida, esto se debe a que el microcontrolador no admite señales de tensiones superiores a los 5V, por este motivo se diseña un divisor resistivo que permite reducir la misma para el ingreso correcto al sistema.

- Seguidor de Tensión

El seguidor de tensión se encarga de proteger la entrada del procesador de la tensión de salida de la fuente. Se compone de un amplificador 1:1, que le permite leer al procesador el nivel de tensión de salida “copiado” de la salida de la fuente regulada, actuando como barrera ante posibles sobretensiones que pudieran quemar al procesador.

Software

A continuación, se representa un diagrama de flujo general,

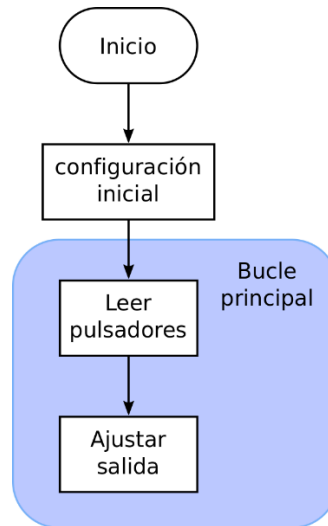


Figura 2- Diagrama de Flujo General.

A continuación, se representa el diagrama de flujo.

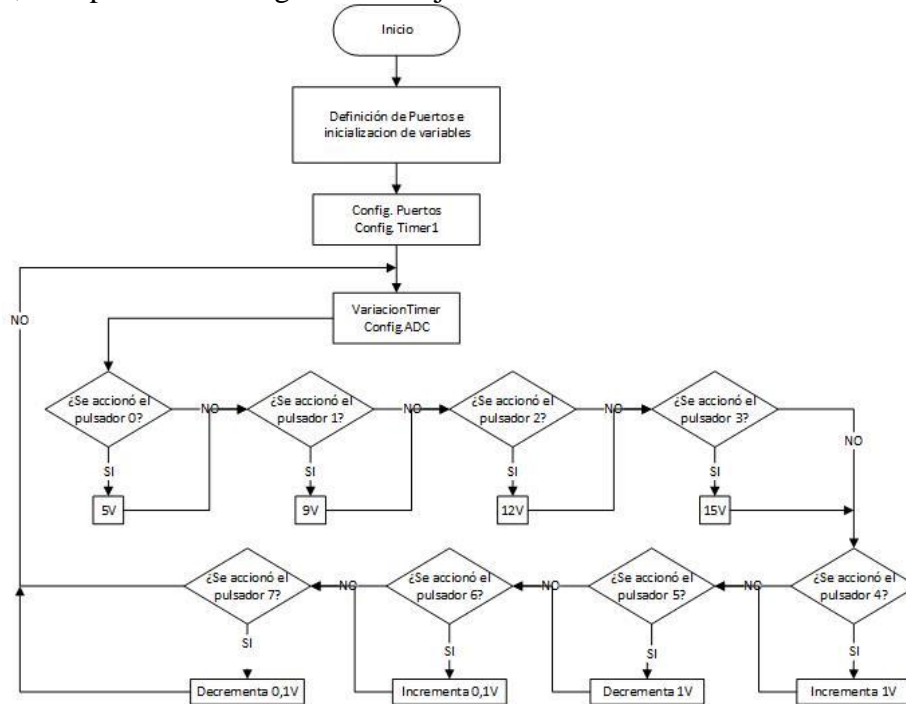


Figura 3- Diagrama de Flujo Principal.

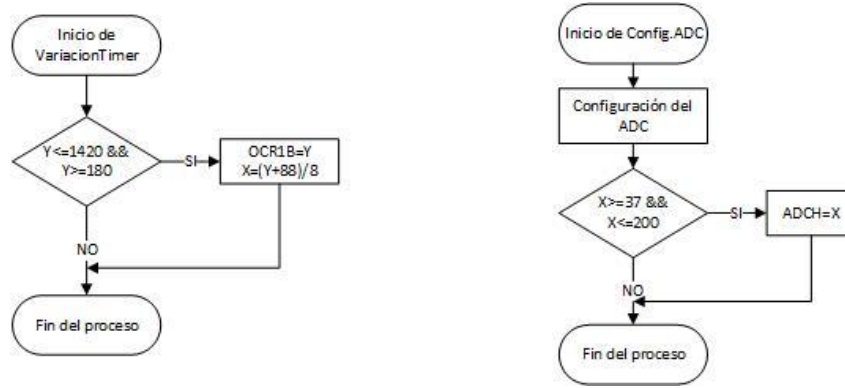


Figura 4 -Diagrama de Flujos Secundarios.

El programa inicia al encenderse la fuente, lo primero que hace es configurar los puertos del procesador, el temporizador interno y el convertidor A/D.

Dentro del *while* (estructura bucle, en programación), se testea siempre los estados de los pulsadores. Dependiendo de que botón se presionó hace la operación correspondiente a la modificación de la tensión de salida de la fuente. Al ser presionada un botón, se modifica el valor de la recta que relaciona la conversión ADC con el PWM y se traduce este resultado como tensión de salida en el circuito elaborado. Para la visualización en el display LCD se trabaja de una manera idéntica. El valor que se modificó en la variable “y” se transfiere a una función que transforma ese valor en otra recta que relaciona la conversión ADC con la salida regulada de la fuente, seguidamente hay una operación que transforma ese resultado en una cadena de caracteres para luego ser visualizado en el display.

En bucle principal, se revisa constantemente el estado de los pulsadores. En caso de detectarse un pulsador, se ejecuta la subrutina correspondiente al mismo.

3. Resultados y Discusiones

Con los componentes calculados se procede a ensayar el circuito para poder tener una idea de cómo se comporta el sistema, en donde se representan todos los datos relevantes.

Tabla N°1-Resultados Experimentales.

Ciclo Útil	V regulada	V realimentación	PWM	OCR1B
10	4,185	0,729	0,5	200
20	7,04	1,23	1	400
30	9,93	1,73	1,5	600
40	12,8	2,24	2	800
50	15,7	2,74	2,5	1000
60	18,56	3,24	3	1200
70	21,43	3,74	3,5	1400
80	22,47	3,92	4	1600
90	22,47	3,92	4,5	1800

Visualizando los datos en forma gráfica es posible extraer información sobre la salida, en particular, se puede observar que la relación entre la señal de control y la tensión de salida es prácticamente lineal hasta los 20 V de salida

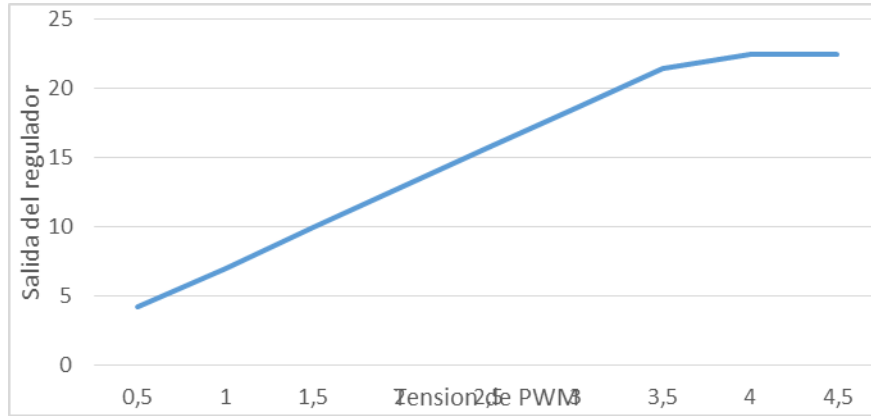


Figura 5-Salida regulador vs PWM

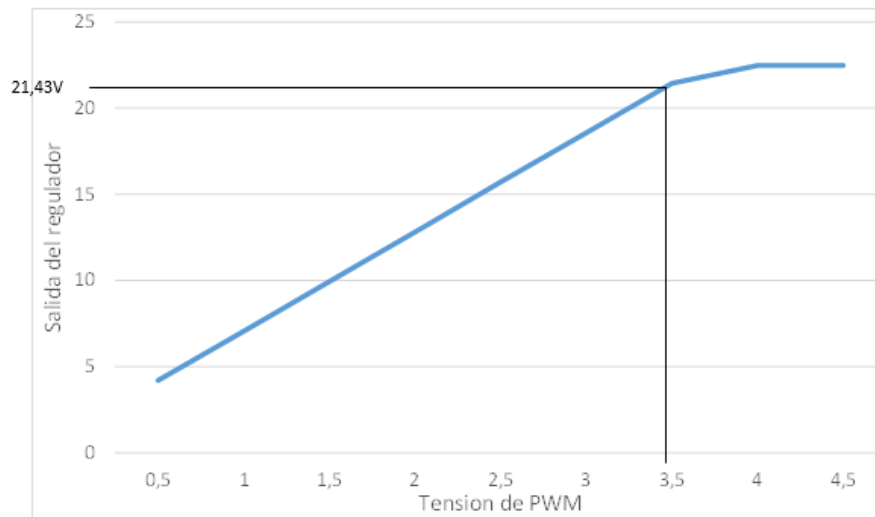


Figura 6-Salida regulador vs PWM (adopción)

Podemos observar que el comportamiento del regulador es lineal a medida que variamos su salida, esto ocurre hasta un PWM de aproximadamente 3,74 V (70%), a partir de este punto la salida del regulador empieza a saturar producto de la alimentación del mismo integrado. Teniendo estos datos se procede a realizar una variación del PWM desde el 10% hasta el máximo de 70% que es donde funciona en la zona lineal como se ha mencionado anteriormente.

A continuación, se anexa las capturas de la señal PWM obtenidas mediante el osciloscopio.

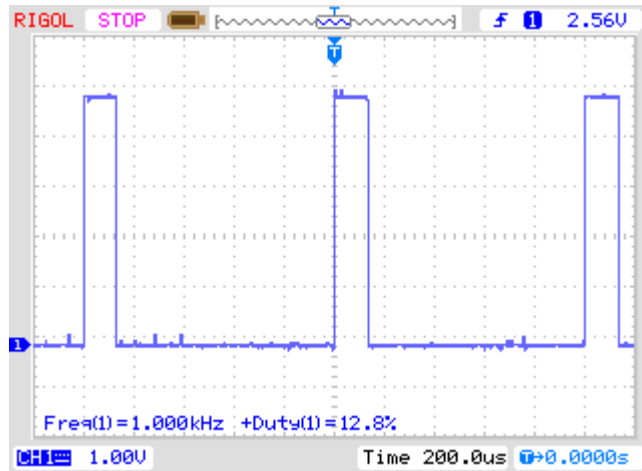


Figura N°5- Señal PWM para una tensión de 5V.

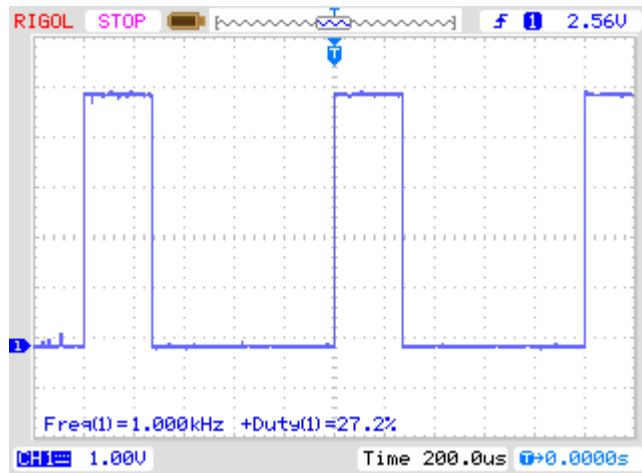


Figura N°6- Señal PWM para una tensión de 9V.

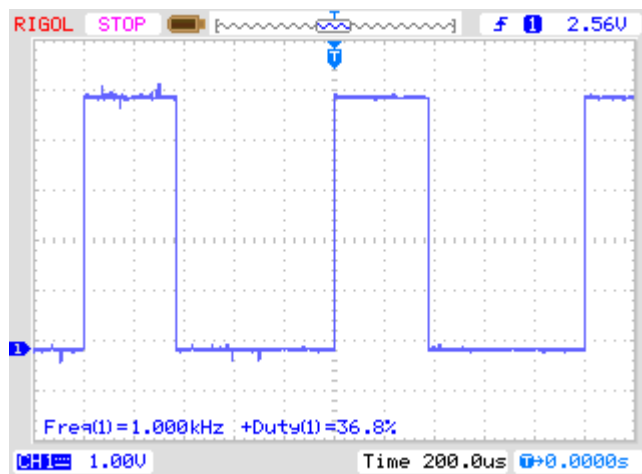


Figura N°19- Señal PWM para una tensión de 12V.

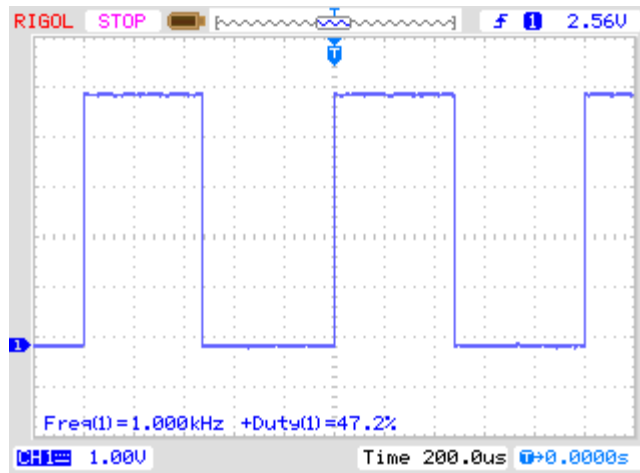


Figura N°7- Señal PWM para una tensión de 15V.

En las figuras anteriores se puede apreciar como varia el ciclo útil del PWM a medida que se cambia la tensión regulada (V_{reg}). Estos valores de tensión se obtienen cuando se presionan los pulsadores correspondientes a dichas tensiones 5V-9V-12V y 15V. También en las gráficas que puede apreciar que la frecuencia en todos los casos se mantiene fija en 1 kHz.

4. Conclusiones

- El prototipo montado funcionó correctamente, el desempeño del mismo estuvo dentro del rango esperado.
- El prototipo funciona con corrientes bajas dificultando la alimentación de cargas.
- A futuro se plantea modificar la topología del prototipo para que pueda entregar una corriente de mayor amplitud.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido llevado a cabo gracias al apoyo incondicional, económico y predisposición de varias personas. Los autores desean agradecer al Mgter Ing. Guillermo A. Fernández, al resto del equipo de la materia “Técnicas Digitales 2”.

Referencias

- [1] http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf
- [2] Embedded C Programming and the Atmel AVR, 2da.Ed. Richard Barnett ,Larry O’Culland Sarah Cox, Delmar, Cengage Learning,2007.
- [3] The AVR microcontroller and embedded systems using assembly and C–Muhammad Ali Mazidi, Prentice Hall, 2011.