



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECÁNICA  
DE LAS  
INGENIERÍAS

FoDAMI

## TRANSFORMACIÓN, ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA GENERADA POR UN GENERADOR ELÉCTRICO DE CORRIENTE ALTERNA MEDIANTE ENERGÍA MECÁNICA AL MOMENTO DE EJERCITARSE

(Transformation, storage and electricity control generated by an ac electric generator though mechanical energy at the time of exercise)

*Luis Miguel Zabala Gualtero<sup>1</sup>, Luis Alejandro Peñaranda Rincón<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Facultad Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Santander, Calle 28 #22-41 Edificio Monte Grande Apartamento 701, Bucaramanga (Colombia) 680002  
Teléfono: 314 461 1781 Email: luismizaba@hotmail.com

<sup>2</sup>Facultad Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Santander, Calle 28 #22-41 Edificio Monte Grande Apartamento 701, Bucaramanga (Colombia) 680002  
Teléfono: 319 290 4063 Email: lualperi@hotmail.com

### RESUMEN

La energía gastada por una persona cuando hace ejercicio es grande [1] y en lugar de desperdiciar éste tipo de energía mecánica, es mejor usarla para transformarla en energía eléctrica, mediante el uso de un generador eléctrico.

Por lo tanto, formamos un cuerpo mecánico utilizando un juego de poleas; en el rin trasero de la bicicleta ubicamos la polea conductora para poder aprovechar el mecanismo de engranajes y cadena, la polea conducida está ubicada en el generador eléctrico que al momento de ejercer pedaleo se logra un par torque en la polea conducida y ésta a su vez por medio del generador eléctrico [2] genera corriente. En el instante en que se suspenda el movimiento, las poleas no rotarán y por consiguiente el generador deja de funcionar.

Para lograr que la tensión no caiga es necesario almacenar la energía eléctrica, por esta razón se construyó un rectificador para convertir la corriente alterna producida por el generador, en corriente continua y así poder almacenarla en una batería y luego un inversor para convertirla en corriente alterna y re-usarla.

La persona que se esté ejercitando querrá saber cuántas calorías está quemando y cuanta energía eléctrica está generando. Con ayuda de un Arduino, se construyó un contador de revoluciones y un detector de carga, con el cual medimos las R.P.M de la polea conducida, carga y descarga de la batería, las calorías gastadas por la actividad cardiovascular, todo se imprime en el monitor serial del Arduino.

El montaje logra generar y almacenar energía eléctrica dependiendo de la potencia que requiera el electrodoméstico, así mismo es el tiempo de carga de la batería, comprobándose que es de gran utilidad poderlo transportar a otros lugares, además con la ayuda proporcionada del Arduino el usuario logra observar las calorías que está quemando.

**Palabras claves:** Energía eléctrica, energía mecánica, corriente alterna, corriente continua, Arduino.



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

## 1. INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica es un campo de investigación muy amplio, donde se busca almacenar dicha energía de forma limpia y utilizarla de igual forma. La energía limpia es una necesidad para el ser humano, debido a la contaminación exponencial a la que nos encontramos actualmente; dicho caso hace buscar formas alternativas para la generación de la misma. Mientras una persona se ejercita en un gimnasio quema calorías, y usa energía cinética para dicho objetivo [3], pero este tipo de energía mecánica es desperdiciado en este uso, ¿por qué, intentar reutilizar la energía empleada?.

El presente documento, muestra el desarrollo de un mecanismo que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, aprovechando únicamente la energía cinética de una persona. La energía cinética es producida por la velocidad que va generar el mecanismo de ejercicio utilizado por el usuario; en primera instancia se toma el mecanismo de una bicicleta común (puede ser usado otro tipo de mecanismo, pero se realizó con este para su fácil implementación), donde la fuerza de la persona es aplicada en el pedal, generando un par torque [4] en la llanta trasera, donde se acoplo un generador eléctrico que al mismo tiempo transforma directamente la energía mecánica en energía eléctrica. Posterior a esto se obtiene un corriente alterna, con un voltaje y frecuencia variable, según sea el pedaleo del usuario. Para mantener una frecuencia constante, se usó un rectificador que envía la señal en pulsos y almacena la energía en una batería de corriente continua. Consecutivamente, a la batería se une un inversor que transforma la corriente continua de 12V en corriente alterna de 120V y 60 Hz, al cual se le puede conectar la carga (los diferentes electrodomésticos). A medida que se utiliza la carga, la batería se descarga y el inversor no puede entregar los 120V netos, y puede producir daños en los componentes electrónicos de la carga, o la carga misma. Con ayuda de una placa desarrolladora (Arduino) se hace el control digital que mantenga la batería entre 13V (como cargada) y 9V (como descargada), donde por medio de un display muestra el valor actual de la batería e imprime un anuncio que pide cargar la batería por medio del mecanismo de ejercicio. Cuando la batería este por debajo de 9V la carga se conectará a la red eléctrica regional, hasta que se cargue la batería nuevamente y automáticamente se conecte a la batería. Dicho montaje se hizo así para mantener la vida útil de la batería y de la carga.

## 2. DESARROLLO

El montaje total consta de tres partes: el cuerpo mecánico, el rectificador e inversor UPS<sup>1</sup> y el control.

---

<sup>1</sup> El diseño rectificador e inversor UPS fue tomado de un blog tecnológico cuyo link se encuentra en la bibliografía.



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

Para poder visualizar el montaje total de una mejor forma, se presenta el siguiente diagrama de bloques del montaje total (Figura 1):

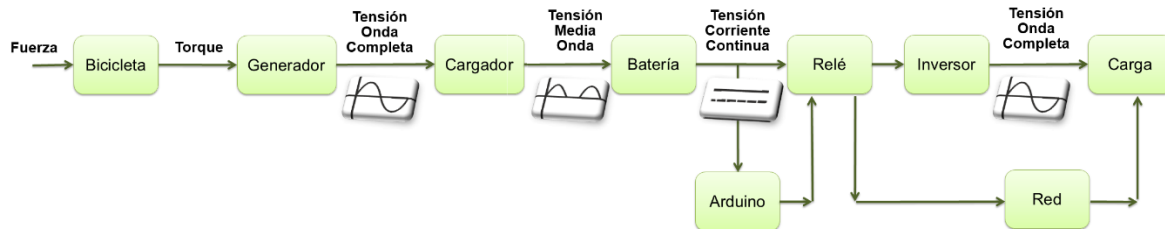


Figura 1: Diagrama de bloques del montaje total

## 2.1 Materiales

- Cuerpo mecánico: Una polea de diámetro 5 centímetros para la polea conducida; un generador eléctrico de corriente alterna 120V a ¼ HP; una correa trapezoidal A90; una bicicleta de 26 pulgadas, base de hierro (especial para la bicicleta y el generador eléctrico), un enchufe hembra.
- Rectificador e inversor UPS: Circuito integrado: 1 - 555; transistores: 1 - TIP 4013B, 4 - TIP 3055, 2 - TIP 125, 2 - 2N3904; resistencias: 4 - 820Ω a ¼W, 4 - 1Ω a 1W, 2 - 33Ω a 5W, 1 - 0.75Ω a 5W, 1 - 33KΩ a ¼W, 2 - 2.2KΩ a ¼W, 2 - 100Ω a ¼W, 2 - 5.6Ω a ¼W, 2 - 560Ω a ¼W, 1 - 1KΩ a ¼W; condensadores: 6 - 0.1μF (104) poliéster, 1 - 100μF a 16V; diodos: 2 - 1N5407, 2 - 1N4007; regulador: 1 - LM7805; 1 reóstato de 100K relé: 1 - 110V/220V a 10 A; 1 fusible y 1 porta-fusible de 10A; 1 transformador de 12x12 a 10A; 1 Baquelita de 12 x 12 cm; 2 leds intermitentes (uno rojo y otro azul); una batería de 12VDC a 12A; un enchufe hembra y un macho; un interruptor de 4 pines; dos metros de cable dúplex.
- Control: 1 - Arduino UNO; 1 - detector de línea HSDL 9100; resistencias: 2 - 200Ω a ¼W, 2 - 1KΩ a ¼W, 1 - 10KΩ a ¼W, 1 - 33KΩ a ¼W; 1 - potenciómetro de 10K; 1 - diodo zener a 7.5V; 1 baquelita de 3 x 3 cm; 2 - transistores 2N3904; leds: 1 rojo y 1 verde.

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Cuerpo Mecánico

Se realizaron los siguientes pasos para poder realizar el cuerpo mecánico:

1. Tornear la polea para acoplarla con el generador eléctrico (Figura 2).
2. Asegurar el generador eléctrico en la base de hierro (Figura 3).
3. Ubicar la bicicleta en el otro extremo de la base dejándola asegurada.
4. La correa se une al rin trasero de la bicicleta (para aprovechar el mecanismo de cadenas y usarla como polea conductora) en la polea conducida que va en el generador eléctrico, de tal forma que quede tensionada (Figura 4).



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

5. La salida de corriente alterna se suelda al enchufe hembra (Figura 5).



Figura 2: Polea torneada y con prisionero para poder acoplarla al eje del generador eléctrico.



Figura 3: Generador eléctrico asegurado a la base de hierro.



Figura 4: Base de hierro con la bicicleta ajustada, el generador eléctrico ajustado y la correa tensionada.



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI



Figura 5: Enchufe hembra con los cables de salida del generador eléctrico acoplados.

## 2.2.2 Rectificador e inversor UPS

El siguiente montaje se realizó para poder construir el rectificador e inversor UPS[5], los pasos del montaje son:

1. Imprimir el siguiente PCB (printed circuit board por sus siglas en inglés) del circuito construido (Figura 6).

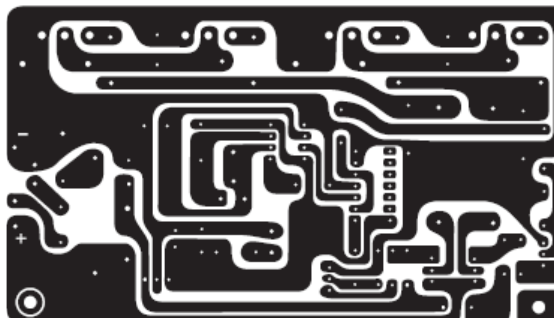
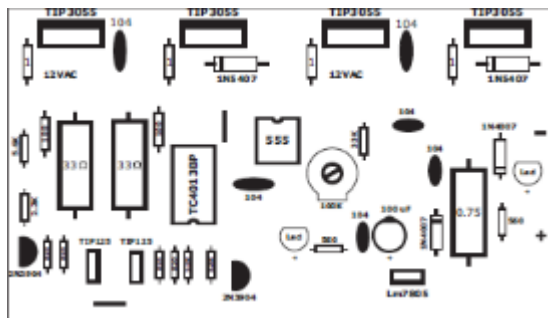


Figura 6: PCB del circuito construido<sup>2</sup>.

2. Quemar la baquelita con el PCB.
3. Abrir los orificios de la baquelita según el tamaño del componente.
4. Soldar los componentes electrónicos a la baquelita en la posición correcta (Figura 7).



<sup>2,3</sup> Fuente:[http://construyasuvideorockola.com/downloads/inversor\\_4013.pdf](http://construyasuvideorockola.com/downloads/inversor_4013.pdf)



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

Figura 7: Componentes electrónicos ubicados en la baquelita<sup>3</sup>.

5. Soldar las salidas 12x12 del transformador a las entradas respectivas de la baquelita, el 0V al pin 4 del relé, y las salidas de 120V/220V AC a los pines 6 y 2 del relé (Figura 8).

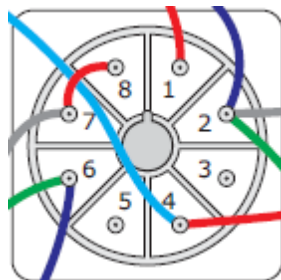


Figura 8: Conexiones al relé<sup>4</sup>.

6. Soldar un pin del enchufe hembra al pin 6 y el otro al pin 2 del relé.
7. Soldar un pin del enchufe macho al pin 7 del relé y el otro al pin 4 del interruptor.
8. Soldar un pin del fusible al pin 3 del interruptor y el otro al neutro de la baquelita y al pin 4 del relé.
9. Soldar el pin negativo de la batería al pin respectivo de la baquelita, y el pin positivo al pin 1 del interruptor. En el siguiente esquema se muestra la numeración del interruptor doble (Figura 9).

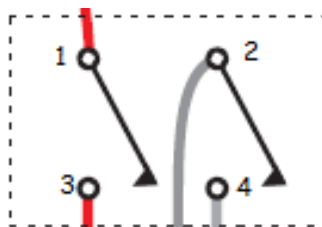


Figura 9: Conexiones del interruptor doble.

## 2.2.3 Control

La parte de control se elaboró en sub-partes que al final se ensamblaron para poder obtener el montaje total.

### 2.2.3.1 Programa visual

Con ayuda de Visual Studio 2013 se elaboró un programa que nos mostrara las calorías quemada por el usuario, las revoluciones por minuto, la velocidad en metros por segundo, el VO<sub>2</sub>máx (cantidad máxima de oxígeno) en ml/kg/min, la distancia a recorrida en metros de la persona que se esté usando el mecanismo de ejercicio, y la carga actual de la batería para lograr mantener un control de

<sup>4</sup> Fuente: [http://construyasuvideorockola.com/downloads/inversor\\_4013.pdf](http://construyasuvideorockola.com/downloads/inversor_4013.pdf)



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

# FoDAMI

la misma y darle un tiempo de vida más amplio. La interfaz del programa cuenta con unos cuadros de texto para que el usuario proporcione datos como: el peso en kilogramos, la edad en años, el tiempo que se desea ejercitar en minutos, y el ritmo cardiaco en un minuto (Figura 10).

Figura 10: Interfaz del programa para obtener los datos por medio del computador.

Estos valores son usados en las diferentes formas de calcular el VO<sub>2</sub>máx; todos los cálculos tienen un 10% de margen de error [6], los métodos usados para calcular del VO<sub>2</sub>máx son: el de Ruffier, el de Luc Legger, el de Cooper y el de Rockport. Según el método seleccionado, el cálculo para el VO<sub>2</sub>máx será diferente (Tabla 1).

Tabla 1: Diferentes formas de calcular el VO<sub>2</sub>máx.

Test	Fórmula	
	Hombres	Mujeres
Ruffier	$VO_2 \text{ max (ml.kg.min)} = 111.33 - (0.42 \times RC)$	$VO_2 \text{ max (ml.kg.min)} = 65.81 - (0.1847 \times RC)$
Luc Legger o Course Navette	$VO_2 \text{ max. (ml./kg./min.)} = 31.025 + (3.238 \times V) - (3.248 \times E) + (0.1536 \times V \times E)$	
Cooper	$VO_2 \text{ max (ml.kg.min)} = (D - 504.9) / 44.73$	
Rockport	$VO_2 \text{ max (ml.kg.min)} = 132.6 - (0.17 \times PC) - (0.39 \times \text{Edad}) + (6.31 \times S) - (3.27 \times T) - (0.156 \times RC)$	

Por medio del puerto serial, el programa leerá el número de r.p.m y el valor del diferencial de potencial en voltios de la batería que proporcionara el Arduino; por lo tanto, podrá imprimir en los cuadros de



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

texto ubicados abajo del título “RESULTADOS” los valores correspondientes. Igualmente, cuando el Arduino detecte que el diferencial de potencial de la batería está por debajo de 9V, se mostrará un mensaje que pedirá que la cargue, desconectando por medio de un relé la batería, y se volverá a conectar cuando la batería este cargada. La carga que está a la salida del montaje, seguirán funcionando siempre y cuando se tenga conectado el pin que separa la red con el relé que va al Arduino. La programación para la interfaz se realizó en lenguaje BASIC (ver Anexo 1).

## 2.2.3.2 Contador de revoluciones

Para el contador de revoluciones se usó un detector de línea HSDL-9100, el cual conectamos a dos resistencias de  $200\Omega$  y a la entrada analógica del Arduino, con la cual leemos el cambio de voltaje y las revoluciones por minuto (Figura 11).

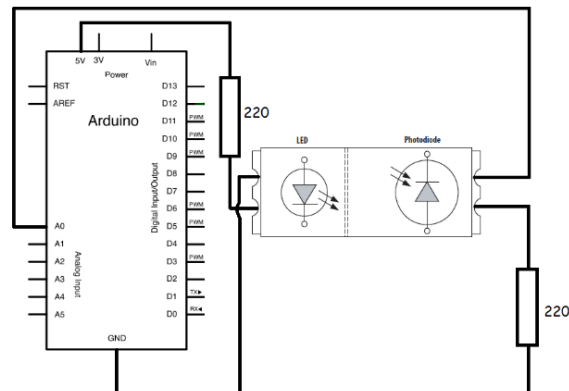


Figura 11: Montaje físico del detector de línea.

Se caracterizó el detector de línea y el valor para una cinta de color negro es de 55 (una pedacito de cinta que se une a la polea para saber cuándo se da una vuelta), por consiguiente este es el dato que usamos para la programación (ver Anexo 2).

## 2.2.3.3 Verificador de batería

Para lograr saber cuándo la batería está cargada y descargada usamos un circuito con dos leds que nos va indicar un nivel alto y un nivel bajo del diferencial de voltaje de la batería (Rojo para bajo y Verde para alto). El mini montaje se realiza con un diodo zener a 7.5V, un potenciómetro de 10K $\Omega$ , dos leds, 2 transistores 2N3904 y 3 resistencias (Figura 12). La fuente de alimentación es la misma batería.



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

# FoDAMI

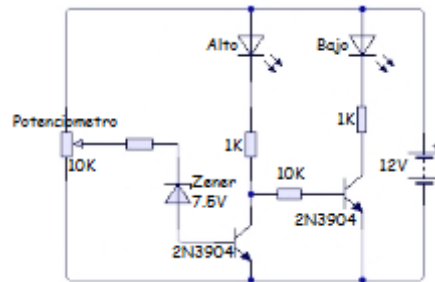


Figura 12: Plano electrónico del medidor de batería.

Se realizó lo siguiente para la elaboración del circuito:

1. Imprimir el PCB (printed circuit board por sus siglas en inglés).
2. Quemar la baquelita con el PCB.
3. Abrir los orificios de la baquelita según el tamaño del componente.
4. Soldar los componentes electrónicos a la baquelita en la posición correcta.

Sin embargo, el circuito presentado anteriormente únicamente nos muestra dos niveles de carga, alto o bajo, para saber la carga real de la batería usamos Arduino, y utilizando una de sus entradas analógicas vamos a obtener la tensión actual de la batería (Figura 14), en un proceso cuasi-continuo; de igual forma usando el IDE de Arduino vamos a programarlo para que active o desactive el relé que va a la batería y a la red eléctrica regional (cuando la tensión permanezca entre 13V y 9V la carga estará conectada a la batería, y cuando sea menor que 9V se conectará a la red eléctrica) en el caso de que se conecte a la red eléctrica, el sistema pedirá que se cargue y se volverá usar la batería cuando este cargada (ver Anexo 3).

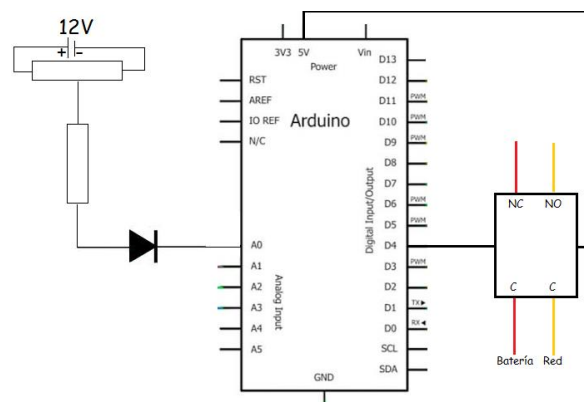


Figura 14: Montaje del lector de batería en arduino.

### 3. RESULTADOS

Según la carga conectada al rectificar e inversor UPS, así mismo es la carga proporcionada que brinda la batería, igualmente esta es directamente proporcional a la descarga de la misma. Se conectaron diferentes cargas al inversor, durante un tiempo aleatorio (ver Anexo 4), se tomaron nota



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

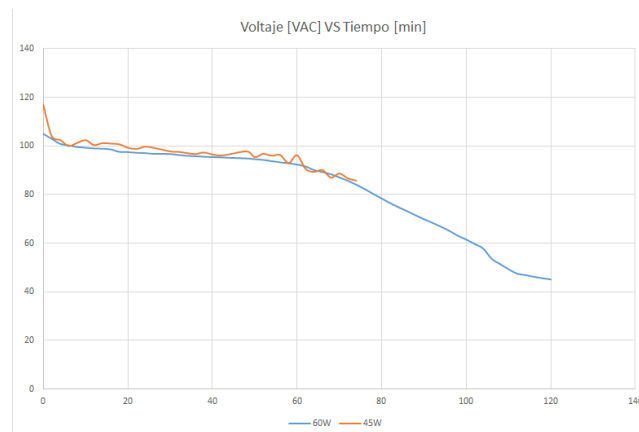
FORDOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

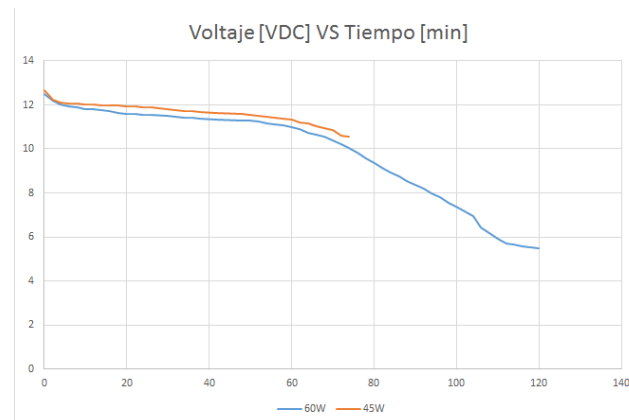
del voltaje de la batería (VDC) y el proporcionado por el inversor (VAC) conectado con diferentes electrodomésticos.

El tiempo promedio que dura funcionando un electrodoméstico antes de que se descargue la batería es de 120 minutos, según sea la potencia del aparato. Con montaje total funcionando, el comportamiento es eficiente, ya que el Arduino no permite que se desconecte la carga, y esta puede seguir funcionando sin ningún problema.

La gráfica 1 muestra el comportamiento del VAC (corriente alterna) y la gráfica 2 muestra el comportamiento del VDC (corriente continua) con respecto al tiempo a medida que se descarga la batería con diferentes electrodomésticos conectados. La línea de color naranja representa un televisor de 45W, la azul un ventilador de 60W. Claramente, este montaje preliminar es recomendable usarlo con cargas de baja potencia y/o cargas que no tengan involucrado motores.



Gráfica 1: Voltaje[VAC] vs Tiempo[min] en tiempo de descarga



Gráfica 2: Voltaje[VDC] vs Tiempo [min] en tiempo de descarga

La gráfica 3 muestra el comportamiento de carga de la batería a medida que se pedalea constantemente (un promedio de 2800 r.p.m en la polea conducida). Como la batería usada es de



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

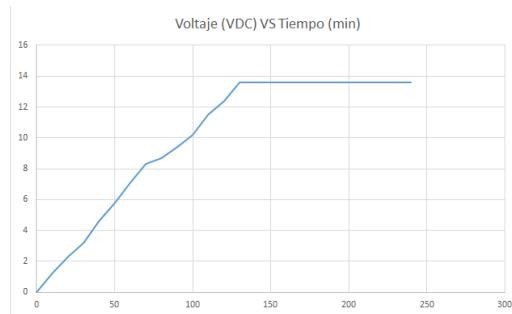


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

12A, cargarla con la tercera o cuarta parte de su valor nominal, hace que el tiempo de vida sea mayor. Entre mayor sea la intensidad menor es el tiempo de carga.



Gráfica 3: Voltaje[VDC] vs Tiempo[min] en tiempo de carga

## 4. CONCLUSIONES

- Se estima que la batería este cargada totalmente de 3 a 4 horas, ya que el generador eléctrico proporciona hasta un máximo de 3,5A de intensidad y la batería es de 12A.
- Los TIP3055 no soporta la suficiente potencia como para encender motores.
- El sistema cuasi-continuo proporcionado por el Arduino generó buenos resultados a la hora de mantener la carga funcionando, con ausencia del usuario cargando la batería.
- Se comprobó que no es necesario mantener un ritmo de pedaleo para cargar la batería; sin embargo, mantener un pedaleo mayor ayuda a cargar la batería de una forma más rápida.
- Con ayuda del reóstato la frecuencia puede ser graduada según sea la requerida (porque dependiendo de la región la frecuencia es diferente).

## REFERENCIAS

- [1]. Harvard Medical School. Calories burned in 30 minutes for people of three different weights, USA. 2004.
- [2]. Sears, Zemansky. Física Universitaria vol1.12va Edición Pearson. Prentice Hall. Santa Barbara, USA. 2009.
- [3]. R.C. Hibbeler. Ingeniería Mecánica Dinámica. 12va Edición. Pearson. Prentice Hall. Naucalpan de Juárez, Estado de México. 2010.
- [4]. Andrew Pytel. Engineering Mechanics Dynamics. 3ra Edición. SI Edition. Stamford. USA. 2010.
- [5]. Inversor de Voltaje DC/AC y Cargador de Batería. Obtenido el 20 de noviembre del 2013 en [http://construyasuvideorockola.com/proyecto\\_inversor\\_02.php](http://construyasuvideorockola.com/proyecto_inversor_02.php)
- [6]. D. Ismael López Lemus. Ejemplos de cálculo VO2máx. España. 2013.



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

## ANEXO 1

**Private Sub** Form1\_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load

```
SerialPort1.Close()  
SerialPort1.PortName = "COM7"  
SerialPort1.BaudRate = 9600  
SerialPort1.DataBits = 8  
SerialPort1.Parity = Parity.None  
SerialPort1.StopBits = StopBits.One  
SerialPort1.Handshake = Handshake.None  
SerialPort1.Encoding = System.Text.Encoding.Default
```

```
SerialPort2.Close()  
SerialPort2.PortName = "COM9"  
SerialPort2.BaudRate = 9600  
SerialPort2.DataBits = 8  
SerialPort2.Parity = Parity.None  
SerialPort2.StopBits = StopBits.One  
SerialPort2.Handshake = Handshake.None  
SerialPort2.Encoding = System.Text.Encoding.Default
```

**End Sub**

La programación usada para el método de Cooper es la siguiente:

**Private Sub** CalcularCooper\_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles

CalcularCooper.Click

```
SerialPort1.Open()  
SerialPort1.Write("0")  
lectura = SerialPort1.ReadLine  
salida1.Text = lectura  
SerialPort1.Close()
```

```
SerialPort2.Open()  
SerialPort2.Write("2")  
valor = SerialPort2.ReadLine  
Bateria.Text = valor  
SerialPort2.Close()
```

```
Velocidad.Text = lectura * ((2 * 3.14159265358979) / 60)
```

```
Distancia.Text = lectura * (2 * 3.14159265358979) * Radd
```

```
VO2max.Text = (Val(Distancia.Text) - 504.9) / 44.73
```

```
If Hombre.Checked Then Calorias.Text = (0.634 * Val(Ritmo.Text)) + (0.404 *  
Val(VO2max.Text)) + (0.179 * Val(Peso.Text)) + (0.271 * Val(Edad.Text)) - ((95.7735 *  
Val(Tiempo.Text)) / 4.184)
```

```
If Mujer.Checked Then Calorias.Text = (0.45 * Val(Ritmo.Text)) + (0.38 * Val(VO2max.Text)) +  
(0.0468 * Val(Peso.Text)) + (0.274 * Val(Edad.Text)) - ((59.3954 * Val(Tiempo.Text)) / 4.184)
```

**End Sub**

Para el método Lug Logger:



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

Private Sub CalcularLug\_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles CalcularLug.Click

```
SerialPort1.Open()  
SerialPort1.Write("0")  
lectura = SerialPort1.ReadLine  
salida1.Text = lectura  
SerialPort1.Close()
```

```
SerialPort2.Open()  
SerialPort2.Write("2")  
valor = SerialPort2.ReadLine  
Bateria.Text = valor  
SerialPort2.Close()
```

Velocidad.Text = lectura \* ((2 \* 3.14159265358979) / 60)

Distancia.Text = lectura \* (2 \* 3.14159265358979) \* Radd

VO2max.Text = 31.025 + (3.238 \* Val(Velocidad.Text)) - (3.248 \* Val(Edad.Text)) + (0.1536 \* Val(Velocidad.Text) \* Val(Edad.Text))

If Hombre.Checked Then Calorias.Text = (0.634 \* Val(Ritmo.Text)) + (0.404 \* Val(VO2max.Text)) + (0.179 \* Val(Peso.Text)) + (0.271 \* Val(Edad.Text)) - ((95.7735 \* Val(Tiempo.Text)) / 4.184)

If Mujer.Checked Then Calorias.Text = (0.45 \* Val(Ritmo.Text)) + (0.38 \* Val(VO2max.Text)) + (0.0468 \* Val(Peso.Text)) + (0.274 \* Val(Edad.Text)) - ((59.3954 \* Val(Tiempo.Text)) / 4.184)

End Sub

Para el método Rockport:

Private Sub CalcularRockport\_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles

CalcularRockport.Click

```
SerialPort1.Open()  
SerialPort1.Write("0")  
lectura = SerialPort1.ReadLine  
salida1.Text = lectura  
SerialPort1.Close()
```

```
SerialPort2.Open()  
SerialPort2.Write("2")  
valor = SerialPort2.ReadLine  
Bateria.Text = valor  
SerialPort2.Close()
```

Velocidad.Text = lectura \* ((2 \* 3.14159265358979) / 60)

Distancia.Text = lectura \* (2 \* 3.14159265358979) \* Radd

If Hombre.Checked Then VO2max.Text = 132.6 - (0.17 \* Val(Peso.Text)) - (0.39 \* Val(Edad.Text)) + (6.31) - (3.27 \* Val(Tiempo.Text)) - (0.156 \* Val(Ritmo.Text))

If Mujer.Checked Then VO2max.Text = 132.6 - (0.17 \* Val(Peso.Text)) - (0.39 \* Val(Edad.Text)) - (3.27 \* Val(Tiempo.Text)) - (0.156 \* Val(Ritmo.Text))

If Hombre.Checked Then Calorias.Text = (0.634 \* Val(Ritmo.Text)) + (0.404 \* Val(VO2max.Text)) + (0.179 \* Val(Peso.Text)) + (0.271 \* Val(Edad.Text)) - ((95.7735 \* Val(Tiempo.Text)) / 4.184)



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

```
If Mujer.Checked Then Calorias.Text = (0.45 * Val(Ritmo.Text)) + (0.38 * Val(VO2max.Text)) +  
(0.0468 * Val(Peso.Text)) + (0.274 * Val(Edad.Text)) - ((59.3954 * Val(Tiempo.Text)) / 4.184)  
End Sub
```

Para el método Ruffier:

```
Private Sub Ruffier_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Ruffier.Click
```

```
SerialPort1.Open()  
SerialPort1.Write("0")  
lectura = SerialPort1.ReadLine  
salida1.Text = lectura  
SerialPort1.Close()
```

```
SerialPort2.Open()  
SerialPort2.Write("2")  
valor = SerialPort2.ReadLine  
Bateria.Text = valor  
SerialPort2.Close()
```

```
Velocidad.Text = lectura * ((2 * 3.14159265358979) / 60)
```

```
Distancia.Text = lectura * (2 * 3.14159265358979) * Radd
```

```
If Hombre.Checked Then VO2max.Text = 11.33 - (0.42 * Val(Ritmo.Text))
```

```
If Mujer.Checked Then VO2max.Text = 65.81 - (0.1847 * Val(Ritmo.Text))
```

```
If Hombre.Checked Then Calorias.Text = (0.634 * Val(Ritmo.Text)) + (0.404 *  
Val(VO2max.Text)) + (0.179 * Val(Peso.Text)) + (0.271 * Val(Edad.Text)) - ((95.7735 *  
Val(Tiempo.Text)) / 4.184)
```

```
If Mujer.Checked Then Calorias.Text = (0.45 * Val(Ritmo.Text)) + (0.38 * Val(VO2max.Text)) +  
(0.0468 * Val(Peso.Text)) + (0.274 * Val(Edad.Text)) - ((59.3954 * Val(Tiempo.Text)) / 4.184)
```

```
End Sub
```



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

# FoDAMI

## ANEXO 2

```
#include <MsTimer2.h>
float medida;
double tiempo1, tiempo2, vuelta;
int rev_g;
int val, level;
int t;
int lectura;
void tapado()
{
    tiempo1 = millis();
    vuelta = tiempo1 - tiempo2;
    tiempo2 = tiempo1;
    rev_g = (1/vuelta)*60*1000;
}
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(A0, INPUT);
    pinMode(2, INPUT);
}
void loop()
{
    medida = analogRead(A0);
    if (medida > 55)
    {
        t = 1;
        Serial.println(rev_g);
        if (Serial.available())
        {
            lectura = Serial.read();
            if (lectura == '0')
            {
                Serial.println(rev_g);
            }
            else if (lectura == '1')
            {
            }
        }
    }
    delay(200);
}
if (medida <= 55)
{
    digitalWrite(led, LOW);
    t = 0;
}
attachInterrupt(t,tapado,RISING);
}
```



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

FoDAMI

## ANEXO 3

```
int valor;  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop()  
{  
  int val = analogRead(A0);  
  float voltaje = val * (5.0/1023.0) + 7.0;  
  Serial.println(voltaje);  
  if (Serial.available())  
  {  
    if (valor == '2')  
    {  
      Serial.println(voltaje);  
      delay(500);  
    }  
    else if (valor == '1')  
    {  
    }  
  }  
}
```



# IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO  
DOCENTE  
DEL AREA  
MECANICA  
DE LAS  
INGENIERIAS

# FoDAMI

## ANEXO 4

Electrodomésticos	
1	Sin nada conectado
2	Parlante (3W, 0.021A)
3	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A)
4	Lampara (40W, 0.36A), Televisor (45W, 0.41A), Parlante (3W, 0.021A)
5	Lampara (40W, 0.36A), Televisor (45W, 0.41A), Ventilador (60W, 0.55A), Parlante (3W, 0.021A)
6	Lampara (40W, 0.36A), Televisor (45W, 0.41A), Ventilador (60W, 0.55A), Parlante (3W, 0.021A)
7	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A)
8	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A), Computador (2A)
9	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A)
10	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A), Ventilador (60W, 0.55A)
11	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A)
12	Lampara (40W, 0.36A), Parlante (3W, 0.021A)
13	Licuadaora sin vaso nivel 1 (350W, 3,3A)
14	Sin nada conectado
15	Licuadaora con vaso nivel 1 (350W, 3,3A)
16	Licuadaora con vaso nivel 2 (350W, 3,3A)
17	Licuadaora con vaso nivel 1 (350W, 3,3A)
18	Sin nada conectado
19	Licuadaora con vaso nivel 1 (350W, 3,3A)