



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

## **RELEVANCIA DEL TIMER/COUNTER PARA EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO**

Patricio Javier Salazar Moreira<sup>(1)</sup>, Luis Alfredo Ortiz Moran<sup>(2)</sup>, Carlos Valdivieso<sup>(3)</sup>

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación <sup>(1) (2) (3)</sup>

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)<sup>(1) (2) (3)</sup>

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador <sup>(1) (2) (3)</sup>

tsalazar@fiec.espol.edu.ec <sup>(1)</sup>, luortiz@fiec.espol.edu.ec <sup>(2)</sup>, cvaldiv@fiec.espol.edu.ec <sup>(3)</sup>

### **Resumen**

*El proyecto que a continuación se presenta consiste en el diseño y construcción de 5 ejercicios de distintas aplicaciones usando las relevancias del TIMERO en el microcontrolador Atmega169 con ayuda del kit AVR Butterfly y demás dispositivos electrónico; tres de ellos realizados en lenguaje de programación C y los dos restantes en lenguaje de programación Assembler. El objetivo principal es el de introducirse en el campo de los microcontroladores de la familia AVR, usando la tarjeta de desarrollo AVR Butterfly y herramientas de software como el AVR Studio 4 y Proteus.*

*Cada ejercicio muestra las diversas maneras de poder usar el TIMERO con la cual nosotros obtendremos una salida visualizada ya sea en el LCD del kit AVR Butterfly o en los leds y un sonido en el Speaker; las cuales serán nuestras respuestas a la programación ya posteriormente mencionada.*

*En cada uno tenemos su teoría respectiva, su implementación en software y hardware, su documentación y su toma de fotografía para que quede registrado como una mejor presentación.*

### **Abstract**

*The project presented here shows the relevance of TIMER 0 from ATmega169 Microcontrollers by means of 5 exercises that show different applications Three were developed in "C" language and the other Two in assemble language. The main objective is to enter the field of the AVR microcontroller family, using the AVR Butterfly development board and software tools such as AVR Studio4 and Proteus. Each exercise shows the various ways the TIMER 0 can be used to obtain an output that will be displayed in either the AVR Butterfly kit LCD, LEDS or a sound from the Speaker, which will be our response to the programming effort.*

*Each of the exercises is presented with its implementation in software and hardware, documentation and photographs which will be used for future references.*



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

### 1. Introducción [1]

El presente proyecto tiene como finalidad destacar el uso del Tmr0, describiendo como utilizar y configurar Timer/Contador 0, así como sus modos de operación, dando una descripción general del mismo y sus características. Los Timers son usados como contadores, temporizadores y para generar PWM con los cuales podemos variar velocidades de motores.

### 2. Aplicaciones

El Kit Butterfly AVR aplicado en el TMR0 aparte de ser educativo posee un gran desenvolvimiento ya que a través de su display de cristal liquido podemos enviar un mensaje, frases o un simple saludo, de gran utilidad ya sea en supermercados, tiendas, en buses o en vallas animadas, que con la ayuda del TMR0 podemos manipular el mensaje para que su velocidad aumente o disminuya.

### 3. Software utilizado

Para desarrollar el proyecto hicimos uso de dos tipos de software: AVR Studio 4, cuyo fin es la programación del ATmega169 y Proteus que nos servirá para la simulación completa del proyecto.

#### 3.1. AVR Studio 4 [5]

AVR Studio 4 es un Entorno de desarrollo AVR-STUDIO para programar el microcontrolador ATMEGA169. La programación se realiza mediante la plataforma de depuración/programación AVR STUDIO también del fabricante ATMEL.

AVR Studio es el software soportado por la propia empresa Atmel para el trabajo con sus microcontroladores de 8 bits.

Este software nos ayuda a programar en tanto en Assembler como en "C" facilitándonos con la visualización de registros, entradas y salidas que utilizemos. El AVR STUDIO es fácil de manejar y rápido en la simulación de cualquier proyecto, también podemos incorporar cualquier librería para una rápida programación.

### 3.2. Proteus. Isis [3]

El software de diseño y simulación Proteus VSM es una herramienta útil para estudiantes y profesionales que deseen mejorar habilidades para el desarrollo de aplicaciones analógicas y digitales. El programa Proteus es una aplicación CAD (aplicación de diseño) que se compone de tres módulos:

ARES.- es el modulo de captura de esquemas. Permite el diseño de circuitos empleando un entorno gráfico, en el cual es posible colocar los símbolos de los componentes y realizar simulaciones de su funcionamiento, sin el riesgo de ocasionar daños a los circuitos.

ISIS.- es el modulo para realización de circuitos impresos. Proteus VSM tiene la capacidad de pasar el diseño a un programa integrado llamado ARES en el cual se puede llevar a cabo el desarrollo de placas de circuitos impresos.

VSM.- es el modulo de simulación. Simular el circuito para comprobar el funcionamiento correcto sin que se generen errores o warnings.

### 4. Hardware utilizado

#### 4.1. Kit AVR butterfly [4]

El AVR Butterfly contiene un microcontrolador ATMega169, el cual va a realizar el comando de las diferentes funciones de las que es capaz éste kit.

El kit viene precargado con un firmware el cual soporta detección de la temperatura, medición de la luz, lecturas de voltaje y la reproducción de sonidos. Hace uso del joystick, el LCD y el buzzer.

Su alimentación se realiza a través de una batería tipo botón de 3V la cual proporciona la energía necesaria para su funcionamiento a razón de 600 mA. Soporta programación ISP y programación mediante bootloader por medio de un puerto serial

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

El ATmega 169 tiene entre sus características principales 16 Kb de memoria FLASH, 1 Kb de SRAM, 512 bytes de EEPROM y posee 4 canales PWM además de un comparador analógico [8][9]

Sus características del ATmega169

- 16 KB de Flash.
- 512B EEPROM.
- 1 KB de SRAM interna.
- Interfaz JTAG.
- 4 x 25 segmentos LCD del controlador.
- Dos de 8 bits temporizadores / contadores.
- Uno de 16 bits temporizador / contador.
- Contador en tiempo real.
- 4 canales de PWM.
- De 8 canales, 10-bit ADC
- USART.
- SPI.
- Interfaz Universal Serial.
- Watchdog Timer.
- Comparador analógico.
- Poder en la detección de Reset y Brown fuera.
- Oscilador interno calibrado.
- Cinco modos de suspensión:
  - ❖ Reducción de marcha mínima, ruido ADC, de ahorro de energía, al apagar.
- 53 programables líneas I / O y 1 entrada de línea.
- 64 derivaciones TQFP y del Fondo Multilateral 64-pad.
- Tensión de funcionamiento:
  - ❖ 1,8 - 3,6 para ATmega169V.
  - ❖ 2,7 - 3,6 para ATmega169L.
- Rango de temperatura:
  - ❖ 0 ° C a 70 ° C.
- Velocidad de Grado:
  - ❖ 0 - 1 MHz para ATmega169V.
  - ❖ 0 - 4 MHz para ATmega169L.
- Ultra-bajo consumo de energía
  - ❖ Modo activo:
    - 1 MHz, 1,8 V: 300µA.
    - 32 kHz, 1,8 V: 20µA (incluido el oscilador).
    - 32 kHz, 1,8 V: TBD (incluido el oscilador y LCD).
- Power-Down Mode:
  - ❖ 0.5µA a 1.8V.

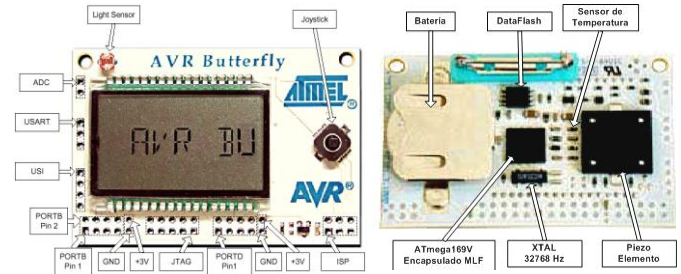


Figura 4.1.- Avr Butterfly [4]

## 5 Descripción del Proyecto

### 5.1 Plataforma de implementación [7]

El ensamble de nuestro prototipo electrónico se hace sobre un elemento llamado protoboard o “tablero de prototipos”, en este elemento se pueden montar y modificar, fácil y rápidamente, circuitos electrónicos sin necesidad de soldadura y muchas veces, sin herramientas.

Describiendo la plataforma en la que vamos a implementar nuestros proyectos, haciendo un análisis de la de las conexiones y una descripción de los componentes utilizados entre el KIT AVR butterfly y todos sus periféricos.

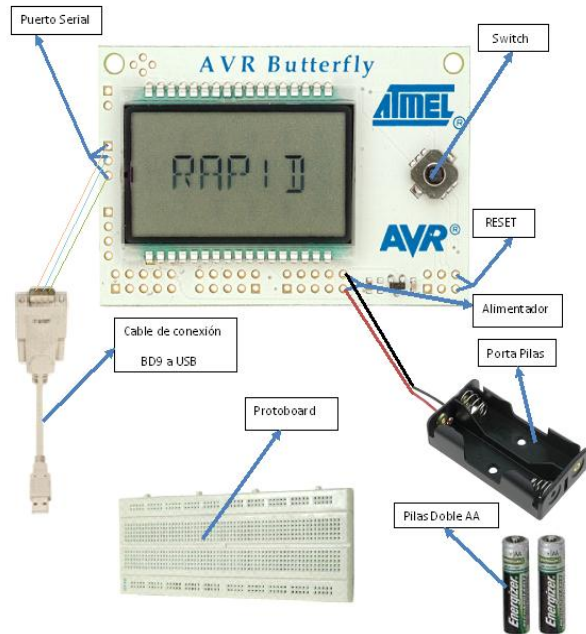
Describiremos como trabaja la plataforma en cada uno de los proyectos que se va a implementar y su forma de uso.

### 5.2. Componentes

- Kit de desarrollo AVR butterfly
- Protoboard (BREAD BOARD)
- Porta pilas AA
- Pilas AA(1.5V)
- Cable UTP
- Cable conector de USB a DB9 macho
- Conector DB9 hembra

### 5.3 Implementación [10]

Vamos a describir las conexiones entre el Kit de desarrollo AVR butterfly, protoboard y la comunicación serial con el computador.



**Figura5.1.- implementación de la Butterfly AVR [4]**

En la implementación describiremos nuestros 5 ejercicios que implementaremos en nuestra plataforma de implementación.

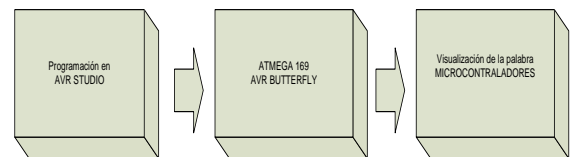
## 6 Funcionamiento del proyecto

### 6.1 Ejercicio #1.- Desplazamiento de una palabra en la LCD del AVR Butterfly

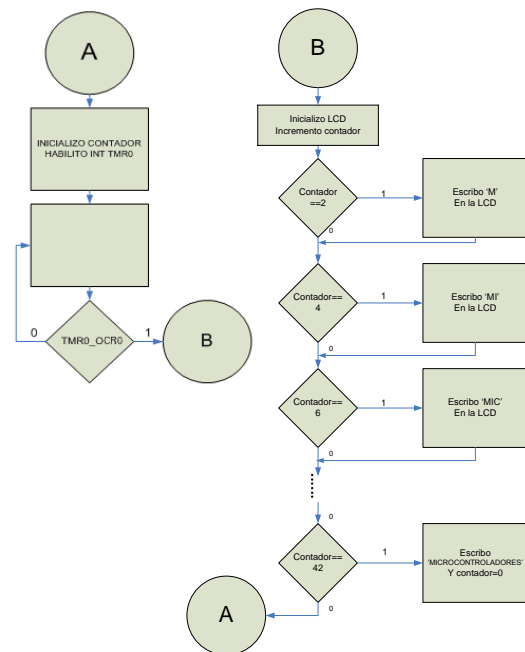
Este programa desplaza un mensaje por medio del timer0 cada vez q se genera una igualdad de comparación se incrementa un contador con el fin de presentar una porción del mensaje, cada letra ingresada se va desplazando por el delay, y además se hace uso de la butterfly en la cual mostramos en un display liquido el mensaje guardado en nuestro código, mediante el uso de la memoria interna de la LCD.



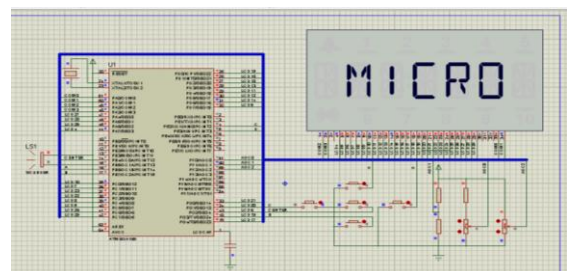
**Figura6.1.1- Ejercicio #1**



**Figura 6.1.2.-Diagrama de bloques Ejr#1**



**Figura 6.1.3.- Diagrama de Flujo Ejr #1**



**Figura 6.1.4.- Diagrama ISIS Proteus Ejr#1**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

**6.2 Ejercicio#2.-Cronómetro presentado en el display del AVR Butterfly haciendo uso de las interrupciones del TIMER0**

En este programa cada vez q se genera una interrupción por el TIMER0 se incrementa el contador para crear el cronómetro, este se presentara en el display del AVR BUTTERFLY. Cada interrupción incrementa un contador la cual nos ayudara a separar las variables de segundos y minutos, estas están separadas por una letra “H” cual la creamos con un grupo de nibbles para una mejor presentación.

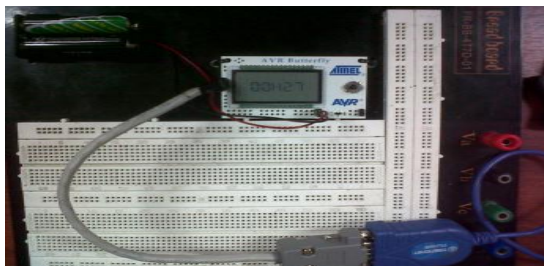


Figura6.2.1.- Ejercicio #2

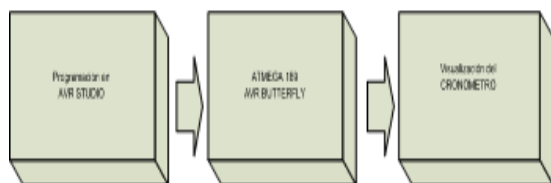


Figura 6.2.2.- Diagrama de bloques Ejr#2

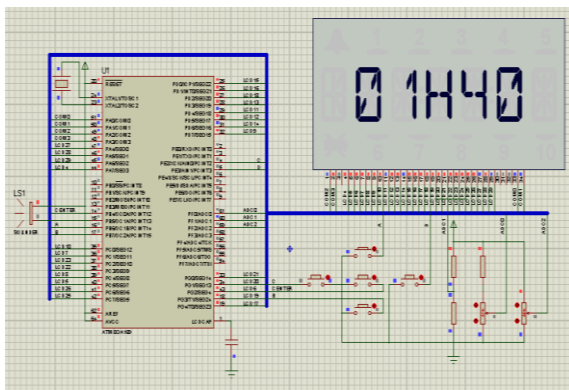


Figura6.2.3.-Diagrama ISIS Proteus Ejr#2

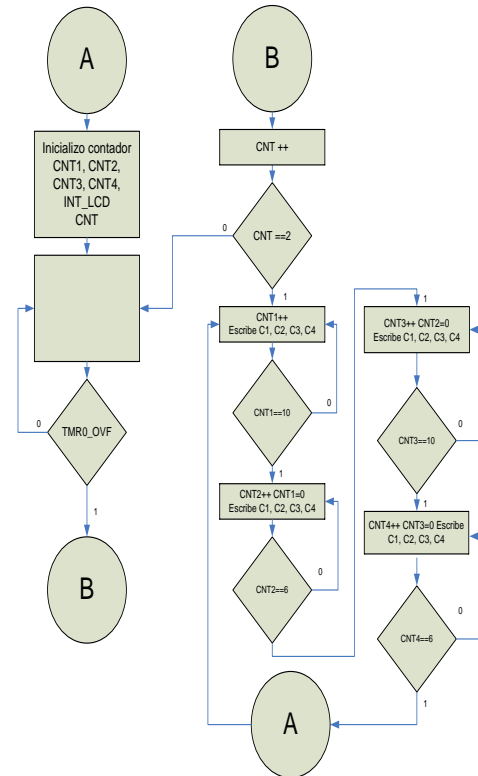


Figura 6.2.4.- Diagrama de Flujo Ejr#2

**6.3 Ejercicio #3.- Desplazamiento de una animación en la LCD del AVR Butterfly**

En este programa cada vez q se genera una interrupción por el TIMER0 se incrementa un contador la cual nos sirve para presentar una animación diferente, cada animación es graficada en un segmento de la LCD estas animaciones son creadas por los nibbles del display que se va desplazando por el delay que le damos por el vector de interrupción del TIMER.



Figura6.3.1.- Ejercicio #3

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

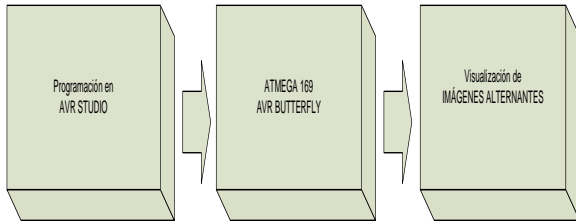


Figura 6.3.2.- Diagrama de bloques Ejr#3

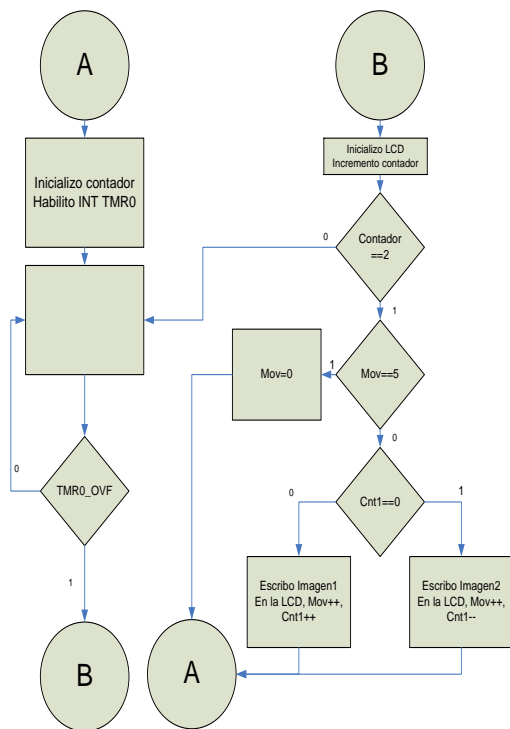


Figura 6.3.3.- Diagrama de Flujo Ejr#3

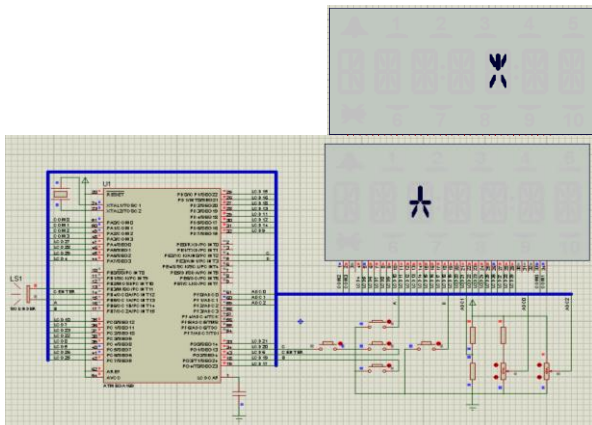


Figura6.3.4.-Diagrama ISIS Proteus Ejr#3

6.4 Ejercicio #4.- Desplazamiento de una Frase en la LCD del AVR Butterfly haciendo uso de las interrupciones del TIMER0

En este programa cada vez q se genera una interrupción por el TIMER0 se incrementa un contador la cual nos sirve para visualizar una letra diferente, las letras van a ir presentándose en la LCD de la AVR Butterfly hasta completar la frase que se va desplazando por el delay que le damos por el vector de interrupción del TIMER0.

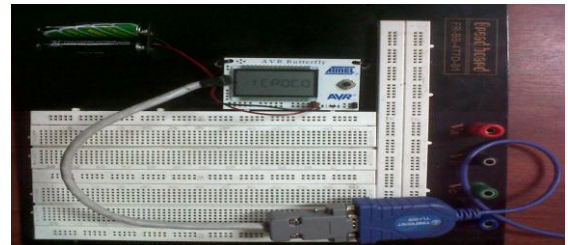


Figura6.4.1.- Ejercicio #4

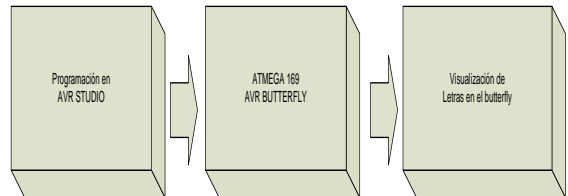


Figura 6.4.2.- Diagrama de Bloques Ejr#4

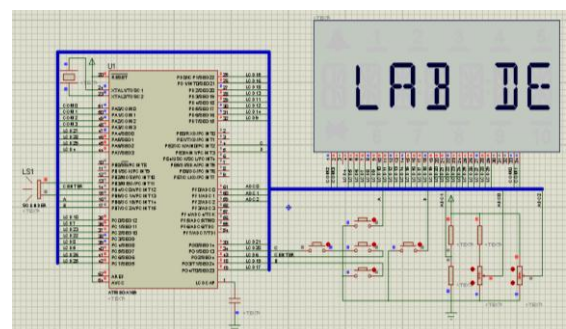


Figura6.4.3.-Diagrama ISIS Proteus Ejr#4

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

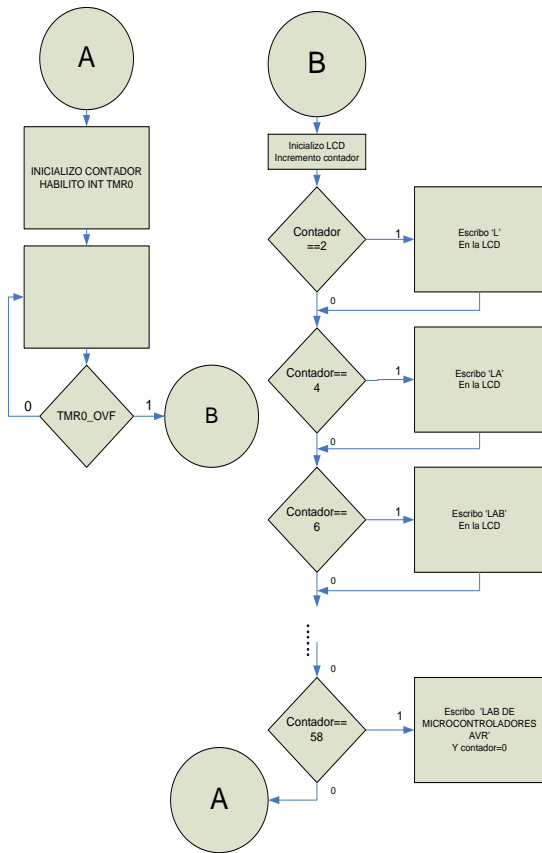


Figura 6.4.4.- Diagrama de Flujo Ejr#4

**6.5. Ejercicio #5.-** Como crear un sonido utilizando el speaker del AVR Butterfly haciendo uso de las interrupciones del TIMERO para simular el control de alarma de un carro.

Ingresamos un pequeño delay por medio de la interrupción del Timer0 para enviar una señal al speaker del AVR Butterfly con la que podemos crear diferentes sonidos el cual sonara por un tiempo predeterminado, pero también podemos interrumpir su tiempo de duración con un segundo pulsador que simula el control de alarma de un carro si volvemos a presionar el primer pulsador se encenderá la alarma simulando que el carro ha sido tocado otra vez.

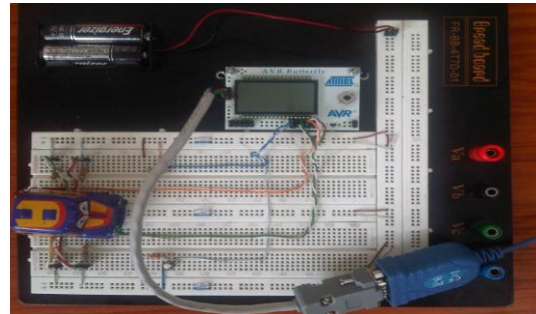


Figura6.5.1.- Ejercicio #5

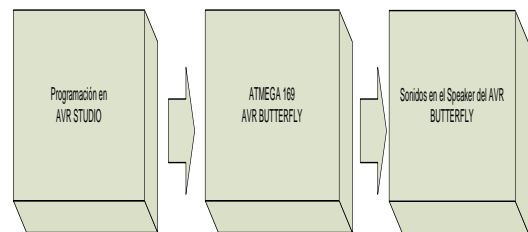


Figura 6.5.2.- Diagrama de Bloques Ejr#5

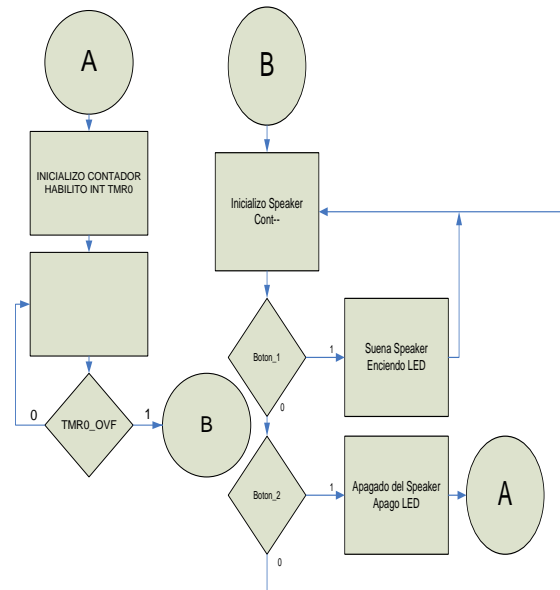
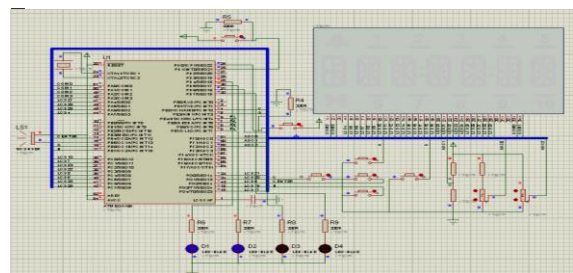


Figura 6.5.3.- Diagrama de Flujo Ejr#5



5.4.-Diagrama ISIS Proteus Ejr#5



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

### Conclusiones

1. Aprovechamos al máximo las diferentes formas de uso del TIMER/CONTADOR0 sobre el microcontrolador Atmega169 en el kit AVR Butterfly y a su vez poder tener una respuesta fiable la cual puede ser representada con los diferentes proyectos antes presentados.
2. La plataforma de trabajo construida incluyendo el Kit AVR Butterfly es una práctica y poderosa herramienta de aprendizaje, eficaz y sencilla, que con el desarrollo de los proyectos implementados en él, vamos descubriendo progresivamente las características del microcontrolador atmega169 que son fáciles de manipular. Ya que ensamblada en el kit AVR Butterfly lo hace mucho más sencillo y didáctico.
3. El microcontrolador ATmega169 de ATMEL es un dispositivo programable de excelente desempeño y de poca complejidad que combinado con el software de Desarrollo Integrado AVR Studio 4, es una herramienta poderosa que permite simular, emular y depurar un proyecto antes de intentar probarlo con el hardware, permitiéndonos así encontrar rápidamente un posible error, ahorrando tiempo y recursos.
4. El Timer/counter0 opera de dos modos: ya sea como contador o como temporizador, además podremos usar las interrupciones por desbordamiento, por comparación o usar los diferentes tipos de PWM que ofrece para poder crear diferentes proyectos de una manera muy didáctica.

### Recomendaciones

1. No apoyar el Kit AVR Butterfly en superficies conductivas tales como metal, líquidos, etc. puesto que podrían causar corto y por ende daños en el mismo y se debe tener mucha precaución al soldar sus pines de no intentar mucha pasta de soldar, ya que podría estropear la conducción y perder parte de la visualización en el display.
2. Debemos tener mucho precaución cuando programamos tanto en lenguaje C como en lenguaje Assembler ya que utilizamos otras instrucciones y al Simular los dispositivos y depurar el código fuente simultáneamente en AVR Studio, en donde evitaremos dañar el dispositivo por errores de codificación del software.
3. Es necesario revisar las hojas de especificaciones del kit AVR Butterfly para evitar averiarlo o desconfigurarlo, así como también es importante no conectar cables directamente en los espacios para conexiones externas del Kit, ya que podrían causar cortocircuito en su lugar, colocar Headers fijos o un bus de dato.
4. Antes de realizar cualquier tipo de proyecto primero empaparse con toda la información, para que al momento de realizarlo saber todos los tipos de comandos y funciones; también aprenderse los registros mas importantes del micro para ejecutar sus funciones de una manera rápida y eficaz.





# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

### Referencias

[1] Introducción al capítulo y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TIMER0

<http://es.scribd.com/doc/7842963/Capitulo6-Timer0-del-AVR-del-ATmega32-espanol>  
Fecha de consulta: 21/11/12.

[2] CARACTERÍSTICAS DEL TIMER0 EN LA FAMILIA MICROCHIP

<http://perso.wanadoo.es/pictob/micropic16f84.htm>

Fecha de consulta: 24/11/12.

[3] PROTEUS ISIS

<http://es.scribd.com/doc/25217993/Manual-basico-PROTEUS-ISIS>

Fecha de consulta: 29/11/12.

[4] avr butterfly

[http://gandalf.arubi.unikl.de/avr\\_projects/AVR\\_Butterfly\\_Introduction.pdf](http://gandalf.arubi.unikl.de/avr_projects/AVR_Butterfly_Introduction.pdf)

Fecha de consulta: 03/12/12.

[5] AVR STUDIO

<http://www.microdigitaled.com/AVR/Software/AVRstudioTutorial.pdf>

Fecha de consulta: 24/11/12.

[6] AVR Studio

[http://www.atmel.com/dyn/products/tools\\_card.asp?tool\\_id=2725](http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=2725)

Fecha de Consulta: 27/12/12.

[7] plataforma de implantación

[http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11175/fichero/vol1%252Frv\\_T5\\_Software\\_v03b.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11175/fichero/vol1%252Frv_T5_Software_v03b.pdf)

Fecha de Consulta: 25/11/12.

[8] ATmega169

<http://www.avrfreaks.net/index.php?module=FreaksDevices&func=displayDev&objectid=3>

Fecha de Consulta: 26/11/12.

[9] AVR Butterfly

<http://www.atmel.com/Images/doc4271.pdf>

Fecha de Consulta: 22/12/12.

[10] Introduction to the Atmel AVR Butterfly

[http://www.siwawi.arubi.unikl.de/avr\\_projects/AVR\\_Butterfly\\_Introduction.pdf](http://www.siwawi.arubi.unikl.de/avr_projects/AVR_Butterfly_Introduction.pdf)

Fecha de Consulta: 26/11/12.