

	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	

## PRODUCTO P05

# SOFTWARE EMBEBIDO PARA EL CONTROL DEL CIRCUITO GENERADOR DE CORRIENTE DE LAS FORMAS DE ONDAS PARA ELECTROTERAPIA



### Actividades:

A05-1: Elaboración del diagrama de flujo de las funciones de control de las formas de onda de la corriente para Electroterapia.

A05-2: Programación y simulación del código del software embebido.

A05-3: Programación del protocolo de comunicación del hardware con el software del Computador Personal.

A05-4: Pruebas del software embebido con los circuitos electrónicos.

	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	

Para el software embebido se utilizó un microcontrolador de Microchip de la gama PIC16F; para su programación se utilizó el programa MPLAB. MPLAB es un editor IDE gratuito, destinado a productos de la marca Microchip. Este editor es modular, permite seleccionar los distintos microprocesadores soportados, además de permitir la grabación de estos circuitos integrados directamente al programador. Es un programa que corre bajo Windows y como tal, presenta las clásicas barras de programa, de menú, de herramientas de estado, etc. El ambiente MPLAB® posee editor de texto, compilador y simulación. El software embebido para la aplicación de Electroterapia comprende los siguientes programas, tiempo de aplicación y tiempo Ton y Toff respectivamente.

Las características principales que posee el dispositivo utilizado de la gama 16F son:  
CPU de arquitectura RISC (*Reduced Instruction Set Computer*).

Set de 35 instrucciones.

Frecuencia de reloj de hasta 20MHz (ciclo de instrucción de 200ns).

Todas las instrucciones se ejecutan en un único ciclo de instrucción, excepto las de salto.

Hasta 8K x 14 palabras de Memoria de Programa FLASH.

Hasta 368 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo RAM.

Hasta 256 x 8 bytes de Memoria de Datos tipo EEPROM.

Hasta 15 fuentes de Interrupción posibles.

8 niveles de profundidad en la Pila hardware.

Modo de bajo consumo (Sleep).

Tipo de oscilador seleccionable (RC, HS, XT, LP y externo)

Rango de voltaje de operación desde 2,0V a 5,5V.

Convertor Analógico/Digital de 10 bits multicanal

3 Temporizadores.

Watchdog Timer o Perro Guardián.

2 módulos de captura/comparación/PWM.

Comunicaciones por interfaz USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter).

Puerto Paralelo Esclavo de 8 bits (PSP).

Puerto Serie Síncrono (SSP) con SPI e I<sup>2</sup>C.

Detalles según modelo:

- Modelo: PIC16F873A
- Memoria de programa Flash (palabras de 14 bits): 4096
- Memoria de datos SRAM (bytes): 192
- Memoria de datos EEPROM (bytes): 128
- Líneas de E/S: 22
- Canales A/D: 5
- PWM: 5
- MSSP: SPI: Si; I<sup>2</sup>C Maestro: Si
- USART: Si
- Comparadores: Si (2)

La Unidad de Control Central está constituida esencialmente por un microcontrolador. Tiene a su cargo las tareas de atención a la sección de Interfaz de Usuario, la configuración de los Generadores de Formas de Onda y el conteo del tiempo de los tratamientos. La comunicación con los Generadores de Formas de Onda y con el bloque de Interfaz de Usuario es bidireccional; mientras que el gobierno del bloque de Control de Amplitud o Intensidad se realiza de modo unidireccional.

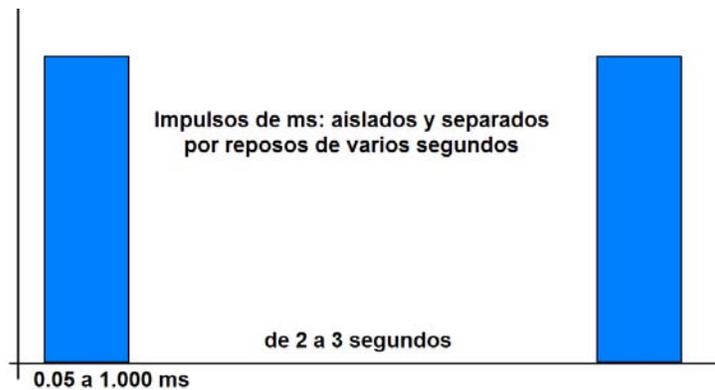
	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	

De igual manera es el facultado de Generar las Formas de Onda, es decir, el encargado de generar los complejos estímulos eléctricos que conforman el grupo de tratamientos. Paciente. Está constituido esencialmente por un microcontrolador con una frecuencia de reloj de 20 MHz. A través de la Interfaz de Usuario (Software Computador Personal) el operador del equipo puede seleccionar, configurar, iniciar y controlar la intensidad de cualquiera de los tratamientos incluidos. Está compuesta por dos LEDs de indicación.

### PROGRAMAS DE ELECTROTERAPIA

A continuación se presentan las formas de ondas implementadas en el software embebido:

#### Impulsos Aislados



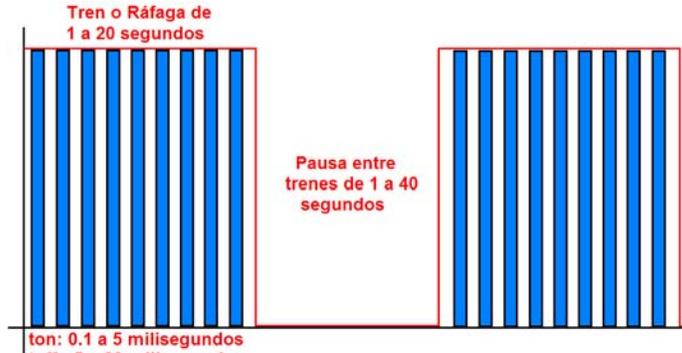
Impulsos aislados entre reposos muy largos. Electroestimulación motora con impulsos cuadrangulares o de subida progresivos. A continuación se presentan los tiempos de Ton y Toff para este tipo de forma de onda:

Ítem	TON	TOFF
	Tiempo (mseg)	Tiempo (seg)
1	0,05	2
2	0,1	2,05325
3	0,15	2,1065
4	0,2	2,15975
5	0,25	2,213
6	0,3	2,26625
7	0,35	2,3195
8	0,4	2,37275
9	0,45	2,426
10	0,5	2,47925

Ítem	TON	TOFF
	Tiempo (mseg)	Tiempo (seg)
11	0,55	2,5325
12	0,6	2,58575
13	0,65	2,639
14	0,7	2,69225
15	0,75	2,7455
16	0,8	2,79875
17	0,85	2,852
18	0,9	2,90525
19	0,95	2,9585
20	1	3,012

	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	

**Trenes**

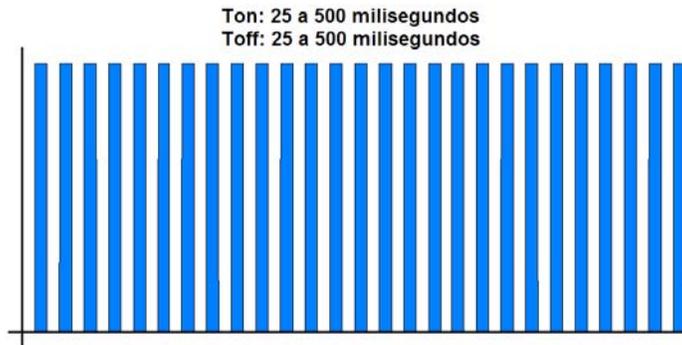


Impulsos agrupados en ráfagas. A continuación se presentan los tiempos de Ton y Toff para este tipo de forma de onda:

Ítem	TREN 1		TREN 2	
	TON	TOFF	TON	TOFF
	Tiempo (mseg)	Tiempo (mseg)	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
1	0,258	1	1	2
2	0,51675	2	2	4
3	0,77485	3	3	6
4	1,03295	4	4	8
5	1,29105	5	5	10
6	1,54915	6	6	12
7	1,80725	7	7	14
8	2,06535	8	8	16
9	2,32345	9	9	18
10	2,58155	10	10	20

Ítem	TREN 1		TREN 2	
	TON	TOFF	TON	TOFF
	Tiempo (mseg)	Tiempo (mseg)	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)
11	2,83965	11	11	22
12	3,09775	12	12	24
13	3,35585	13	13	26
14	3,61395	14	14	28
15	3,87205	15	15	30
16	4,13015	16	16	32
17	4,38825	17	17	34
18	4,64635	18	18	36
19	4,90445	19	19	38
20	5,16255	20	20	40

**Aplicación Mantenido**



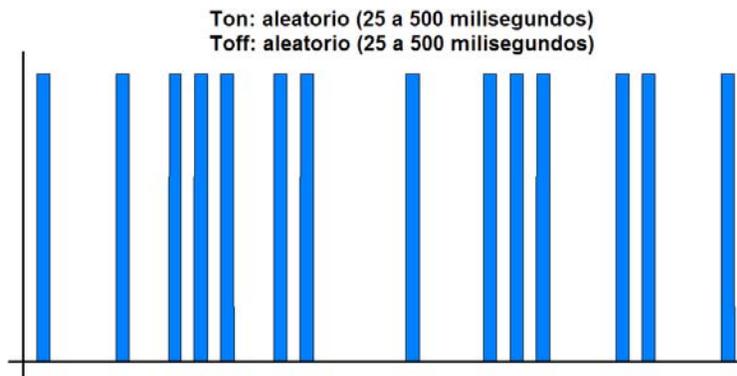
Impulsos con sensación de repetición (siempre con la misma frecuencia). A continuación se presentan los tiempos de Ton y Toff para este tipo de forma de onda:

	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	

Ítem	TON = TOFF	TON = TOFF
	Tiempo (mseg)	Tiempo (mseg)
1	25	25
2	50	50
3	75	75
4	100	100
5	125	125
6	150	150
7	175	175
8	200	200
9	225	225
10	250	250

Ítem	TON = TOFF	TON = TOFF
	Tiempo (mseg)	Tiempo (mseg)
11	275	275
12	300	300
13	325	325
14	350	350
15	375	375
16	400	400
17	425	425
18	450	450
19	475	475
20	500	500

**Barridos de Frecuencia**

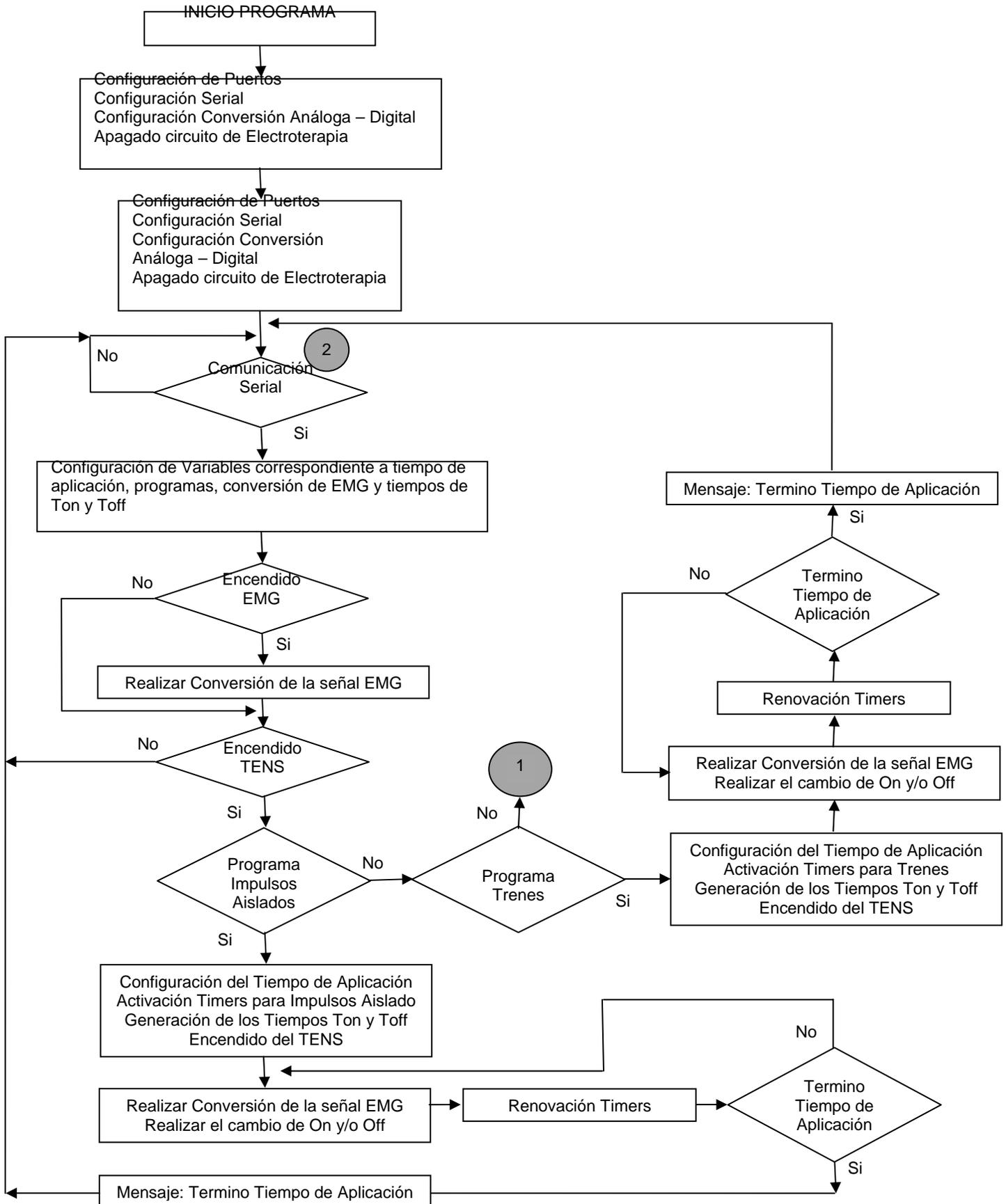


Impulsos entre reposos que cambian de duración constantemente y según una determina cadencia. El tiempo para este tipo de programa es aleatorio.

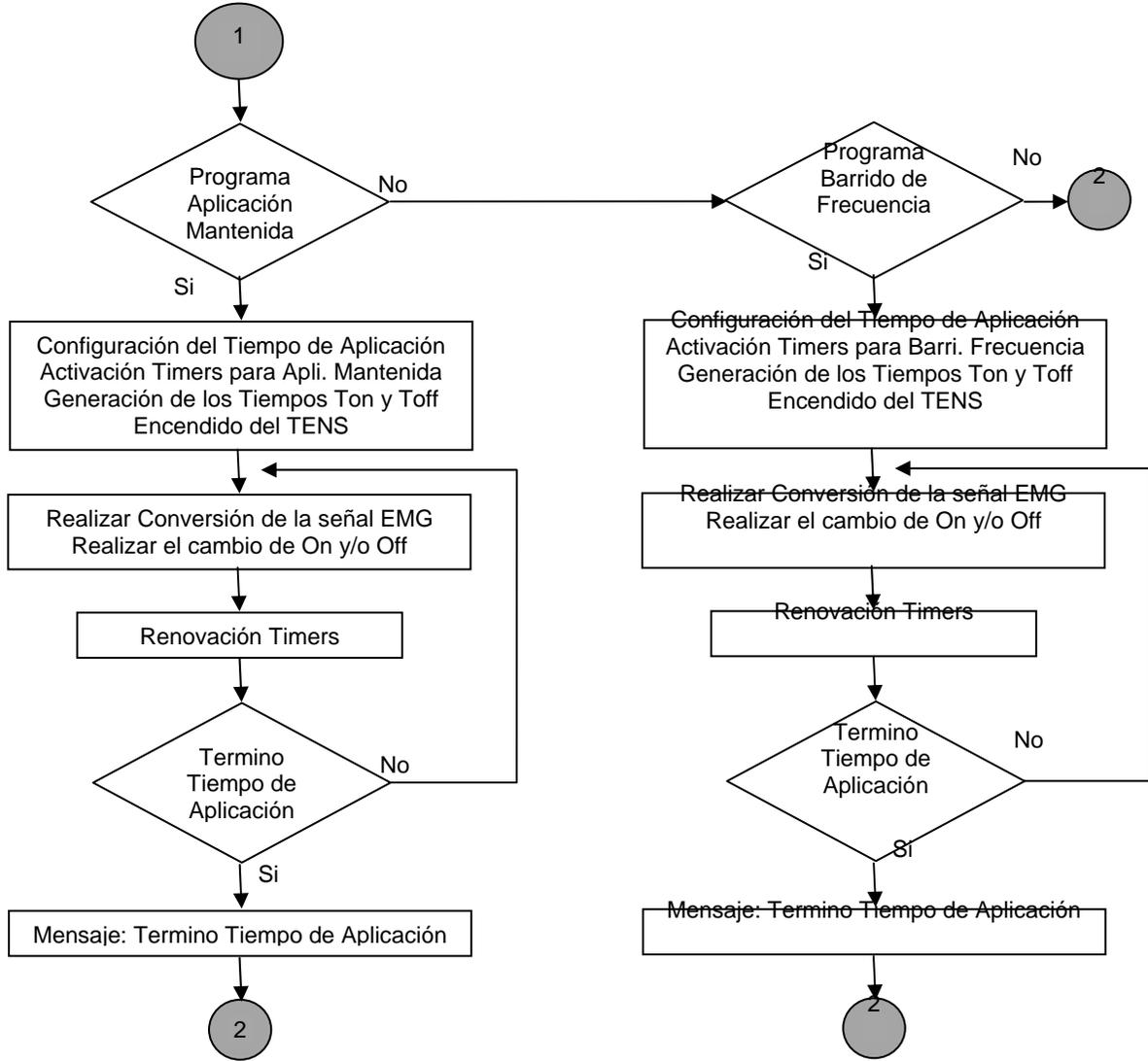
**DIAGRAMA DE FLUJO**

Para el control del circuito de Electroterapia se utilizó el siguiente diagrama a bloques:

 <p>"Inventing Companies"</p>	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	 <p align="center">COLCIENCIAS COLOMBIA</p>



	<p align="center"><b>CORPORACIÓN BUCARAMANGA EMPRENDEDORA</b> Incubadora de Empresas</p>	<p align="center"><b>PROYECTO-CONTROL MIOFEEDBACK</b></p>
	<p align="center"><b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE EQUIPO DE BIORRETROALIMENTACIÓN PARA MIOGRAFÍA (MIOFEEDBACK)</b></p>	



Atentamente,

**CRISTIAN ALBERTO VELEZ**  
Emprendedor