

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MARCADOR ELECTRÓNICO MODERNO Y ECONÓMICO PARA COMBATES DE ESGRIMA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

MARÍA LORENA GOMEZJURADO BENÍTEZ

(lgomezjurado@igepn.edu.ec)

MARCO ANTONIO YÉPEZ YÉPEZ

(maytiamat@hotmail.com)

DIRECTOR: ING. FRANCISCO CEVALLOS Z.

(cevallosf@fondodesolidaridad.gov.ec)

Quito, Marzo 2008

DECLARACIÓN

Nosotros, Maria Lorena Gomezjurado Benítez y Marco Antonio Yépez Yépez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ma. Lorena Gomezjurado B.

Marco Antonio Yépez Y.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Lorena Gomezjurado Benítez y Marco Antonio Yépez Yépez, bajo mi supervisión.

Ing. Francisco Cevallos Z.
DIRECTOR DE PROYECTO

RESUMEN

Actualmente en el país la disciplina de esgrima cuenta con un gran número de adeptos.

Lamentablemente los equipos de puntuación electrónica para la misma son escasos y en la mayoría de los casos obsoletos.

Al no existir en el Ecuador empresas, las cuales fabriquen y diseñen esta clase de equipos y debido a que los fabricados en el exterior son caros y difíciles de adquirir, los dirigentes, entrenadores y practicantes de esgrima no poseen un aparato que brinde la confiabilidad para un puntaje justo y correcto.

Por otro lado los equipos disponibles al ser antiguos carecen de las actualizaciones y características necesarias para corregir errores eventuales, por ejemplo la facultad de poder llevar el conteo del puntaje total de cada competidor.

Si las condiciones no mejoran para los practicantes de esta disciplina, no podrá existir un incremento significativo en el nivel competitivo del seleccionado en el Ecuador.

Analizando esta situación los dirigentes esgrimistas buscaron la vía para adquirir un equipo de puntuación hecho en el país que ofrezca seguridad para una calificación justa y precisa, por otra parte que sea de fácil acceso, es decir que sea relativamente económico en relación a los equipos que se importan en la actualidad.

Es por ello que se diseñó y desarrolló un equipo de puntuación electrónica para la disciplina de esgrima, el cual está elaborado de manera sencilla implementando elementos de fácil acceso y de bajo presupuesto.

Con la fabricación de este aparato se lograría atender las exigencias de los deportistas, los cuales podrán realizar entrenamientos eficientes y competencias en las cuales se reflejen resultados reales haciendo así más justa su calificación.

Con equipos actualizados y económicos se elevaría el nivel de competitividad.

CONTENIDO

CONTENIDO	5
CAPÍTULO 1	7
1.1 GENERALIDADES	7
1.1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA ESGRIMA	7
1.1.2 TIPOS DE ARMAS	8
1.1.2.1 FLORETE	8
1.1.2.2 ESPADA	11
1.1.2.3 SABLE	14
1.1.3 LA COMPETENCIA DE ESGRIMA	17
1.1.3.1 ASALTO Y MATCH	17
1.1.3.2 ENCUENTRO	17
1.1.3.3 PRUEBA	17
1.1.3.4 CAMPEONATO	17
1.1.3.5 TERRENO DE JUEGO	17
1.1.3.6 COMPETIDORES	20
1.1.3.7 ARBITRO	20
1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PUNTUACIÓN ELECTRÓNICO	21
1.3 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA CON LOS DIFERENTES TIPOS DE ARMAS	22
1.3.1 FLORETE	22
1.3.1.1 SENSIBILIDAD Y REGULARIDAD DEL APARATO PARA COMBATES CON FLORETE	24
1.3.2 ESPADA	25
1.3.2.1 SENSIBILIDAD DEL APARATO PARA COMBATE CON ESPADA	27
1.3.3 SABLE	28
1.3.3.1 SENSIBILIDAD Y REGULARIDAD DEL APARATO PARA COMBATE CON SABLE	30
1.3.4 DURACIÓN DEL COMBATE RELATIVA A LAS TRES ARMAS	32
1.4 MICROCONTROLADOR ATMEL 89C55WD	33
1.4.1 DISTRIBUCIÓN DE PINES	34
1.4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR AT89C55WD	36
1.4.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR AT89C55WD	38
1.4.4 DIAGRAMA DEL TIMER/COUNTER PARA EL MICROCONTROLADOR AT89C55WD	39
1.4.5 ESQUEMA DE CONEXIONES	39
1.4.6 CÁLCULO DEL CICLO DE MAQUINA PARA EL MICROCONTROLADOR AT89C55WD	41
1.4.7 REGISTROS DE CONTROL DEL TIMER/COUNTER	42
1.4.8 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL TIMER 2 PARA EL MICROCONTROLADOR AT89C55WD	43
1.4.9 REGISTROS QUE CONTROLAN LAS INTERRUPCIONES	43
1.5 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL CONTROL REMOTO	46
1.5.1 ENLACES INFRARROJOS EN LA PRÁCTICA	46
1.5.2 RECEPTORES DE INFRARROJOS	48
1.5.3 EMISORES DE INFRARROJOS	50
CAPÍTULO 2	52

2.1 ESPECIFICACIONES Y DISEÑO.....	52
2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	52
2.1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL APARATO DE PUNTUACIÓN	53
2.2 CIRCUITO Y ESQUEMA DE CONEXIONES	58
2.3 DISEÑO Y MONTAJE DEL ARMAZÓN	71
CAPÍTULO 3	73
3.1 ESQUEMATIZACIÓN POR DIAGRAMAS DE FLUJO Y PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR AT89C55WD	75
3.1.1 ESQUEMATIZACIÓN POR DIAGRAMAS DE FLUJO.....	75
3.1.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA ESPADA.....	76
3.1.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA FLORETE.....	77
3.1.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA SABLE	78
3.2 PROGRAMACIÓN EN LENGUAJE ASSEMBLER	79
3.3.1 ANÁLISIS TÉCNICO.....	107
3.3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	109
CAPÍTULO 4	112
4.1 CONCLUSIONES.....	112
4.2 RECOMENDACIONES	113
4.3 BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXO A.....	115

CAPÍTULO 1

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA ESGRIMA¹

Durante la Edad Media la espada fue un arma ofensiva que se utilizaba para romper armaduras y el escudo se utilizaba como defensa. Después de generalizarse el uso de la pólvora, las pesadas armaduras de defensa quedaron obsoletas y la espada se convirtió en arma tanto de defensa como de ataque. En el Siglo XV, en España, ya aparecen tratados que racionalizaban el arte de la esgrima: ***La verdadera esgrima***² y ***El manejo de las armas de combate***³.

En el Siglo XVI se introdujo el estoque en Italia y el arte de la esgrima se sistematizó muy pronto en las escuelas que fueron surgiendo; una daga en la mano izquierda y más adelante un manto enrollado reemplazaron al escudo; finalmente el brazo izquierdo se dejó libre.

El estoque y la técnica italiana de esgrima se hicieron muy populares en Europa, sobre todo en Francia e Inglaterra. En estos países, no obstante, la dimensión y la forma del estoque fueron modificadas porque su longitud y peso lo hacían poco manejable. Durante el Siglo XVIII se inventó y fue popularizada en Francia la espada pequeña o florete; y en consecuencia, surgieron distintos estilos italianos y franceses de esgrima; los italianos usaron el estoque de una manera más brava con gestos pronunciados y vigorosos, mientras que los franceses lo hicieron de una manera más formal, con gran restricción de movimientos, convirtiéndose en el estilo más practicado; sus reglas rigen la mayoría de las competiciones modernas y el vocabulario tradicional de esgrima está compuesto por palabras francesas.

En el Siglo XIX fueron ilegalizados los duelos y las salas de armas o escuelas de esgrima se dedicaron a enseñar este arte con propósitos deportivos. Gran parte

¹ Tomado de la página web oficial de la Federación Chilena de Esgrima: www.esgrima.cl

² (1472) de J. Pons

³ (1473) de P. de la Torre

del material que todavía usan ahora los tiradores de esgrima se desarrolló en este tiempo, incluidos el guante que se ponen en la mano de la espada, el protector de pecho y la máscara con malla metálica.



Fig. 1.1 Historia

En Francia en el año de 1914 las reglas técnicas impuestas por la Federación Internacional de Esgrima (FIE) fueron adoptadas de manera unánime por el Comité Olímpico Internacional (COI).

Desde ese entonces estas reglas han sufrido varias modificaciones hasta llegar al reglamento actual en el cual se fundamenta la construcción del aparato de puntuación.

1.1.2 TIPOS DE ARMAS⁴

La Esgrima moderna consta de tres disciplinas principales:

- Florete
- Espada
- Sable

1.1.2.1 FLORETE

El florete es un arma de estocada solamente. La acción ofensiva de esta arma se ejerce, pues, con la punta y solamente con ella.

A continuación se detallan las características físicas del florete:

⁴ Traducido del documento: Book 3. Material Rules of Fencing, FIE

1. Peso: 500 gramos
2. Longitud: 110 centímetros
3. La hoja: De sección rectangular constituida enteramente de acero. Las aristas de la misma deben ser suaves para no ser cortantes y deben ser rebajadas por un chaflán con un ángulo de 45 grados para no ser o llegar a ser cortante. La hoja debe ser montada con la dimensión más ancha situada horizontalmente y su longitud máxima debe ser de 90 centímetros, así mismo debe presentar una flexibilidad equivalente a un arco con un mínimo de 5,5 cm y un máximo de 9,5 cm, esta flexibilidad debe ser medida en las siguientes condiciones:
 - La hoja es fijada horizontalmente a 70 cm de la extremidad del botón
 - Un peso de 200 gramos se suspende a 3 cm de la extremidad del botón
 - El arco se mide en la extremidad del botón entre la posición cargada y la no cargada.
 - La ranura debe encontrarse arriba.
 - La hoja debe ser lo más recta posible: la curvatura debe ser regular y el arco en todo caso inferior a 2 cm; solo se admite en sentido vertical y debe encontrarse próxima al centro de la hoja.
4. Hilo eléctrico: El florete posee un solo hilo eléctrico pegado en una ranura practicada a lo largo de la hoja que une permanentemente la punta de arresto al terminal correspondiente en el interior de la cazoleta.
5. Punta de arresto: El diámetro de la corona de la punta de arresto está comprendido entre 5,5 mm y 7 mm; el diámetro del cuerpo del botón, incluido el aislante exterior, no puede ser inferior al de la punta de arresto en más de 0,3 mm.

La punta de arresto es cilíndrica, su cara delantera es plana y perpendicular al eje. En el borde presentará una superficie redonda de 0,5 mm de radio o una superficie en bisel de 45 grados de 0,5 mm.

La presión a ejercer sobre la punta de arresto, necesaria para romper en contacto y encender el aparato de señalización, debe ser superior a los 500 gramos, es decir que el muelle del botón debe poder empujar dicho peso.

FOIL GUARD
(Article m.9)

Minimum: 9.5 cm
Maximum: 12 cm

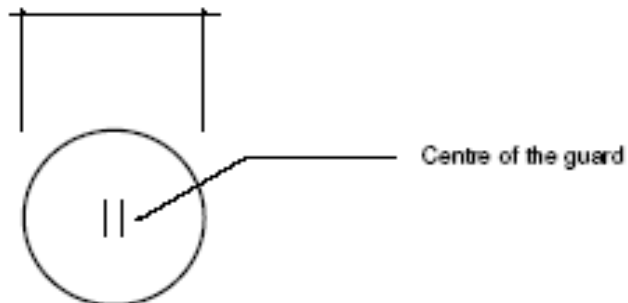


Fig. 1.3 Dimensiones del mango del florete

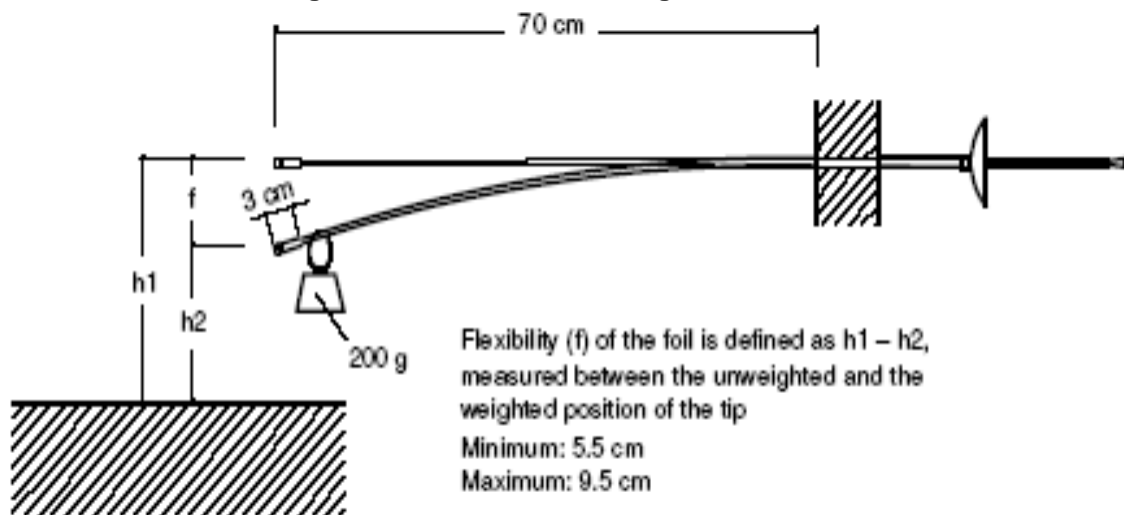


Fig. 1.4 Peso y flexibilidad de la hoja del florete

1.1.2.2 ESPADA

La espada es un arma de estocada solamente. La acción ofensiva de esta arma se ejerce, pues, con la punta y sólo con ella.

A continuación se detallan las características físicas de la espada:

1. Peso: 770 gramos
2. Longitud: 110 centímetros

3. La hoja: De sección triangular sin bordes cortantes esta constituida enteramente de acero. La hoja debe ser construida lo mas recta posible, está montada con el cuello hacia abajo. La curva eventual debe ser regular y el arco es en cualquier caso inferior a 1 cm; solo es admitida en sentido vertical y debe encontrarse próxima al centro de la hoja.

La longitud máxima para la misma es de 90 centímetros.

El ancho máximo de cualquiera de las tres caras de la hoja es de 24 mm.

La hoja de la espada debe doblarse mínimo 4,5 centímetros y máximo 7 centímetros de acuerdo a las siguientes condiciones:

- La hoja es fijada horizontalmente a 70 cm de la extremidad del botón.
- Un peso de 200 gramos es suspendido a 3 cm de la extremidad del botón.
- El arco es medido en la extremidad del botón entre la posición no cargada y la cargada.

4. La cazoleta: Posee un borde circular, debe ser capaz de pasar a través de un cilindro de 13,5 cm de diámetro y 15 cm de longitud, estando la hoja paralela al eje del cilindro.

La profundidad de la cazoleta está comprendida entre 3 cm y 5,5 cm.

La excentricidad está autorizada siempre y cuando ésta no pase de los 3,5 cm.

5. Hilos eléctricos: La espada posee dos hilos eléctricos que van pegados en la ranura de la hoja, estos hilos son los encargados de unir el botón a las terminales de conexión en el interior de la cazoleta y constituyen en circuito activo de la espada. La masa de la espada está unida a la tercera terminal de conexión de la hoja.

6. Punta de arresto: Es cilíndrica. Su cara delantera es plana y perpendicular al eje. En el borde presentará una superficie redonda de 0,5 mm de radio o una superficie en bisel de 45 grados de 0,5 mm.

El diámetro de la corona de la punta de arresto es de 8 mm con una tolerancia de + ó - 0,05 mm. El diámetro del envase no puede ser inferior a 7,7 mm.

El collarín de guía de la punta de arresto así como toda la placa aislante deben estar suficientemente retraídos con relación a la corona para que no sea posible provocar una señal solamente con deslizar la punta de arresto presionada contra la “superficie abombada” de la cazoleta.

La presión a ejercer sobre la punta de arresto necesaria para provocar el establecimiento de la corriente del circuito de la espada y para encender así el aparato, debe ser superior a 750 gramos, es decir que el muelle de botón debe poder empujar este peso.

El recorrido de la punta de arresto necesario para establecer la corriente del circuito de la espada y encender de este modo el aparato debe ser superior a 1 mm. El recorrido residual de la punta de arresto debe ser inferior a 0,5 mm.

Para permitir el control sobre la pista, el recorrido total debe ser superior a 1,5 mm.

Cuando hay un tocado, el contacto debe ser establecido.

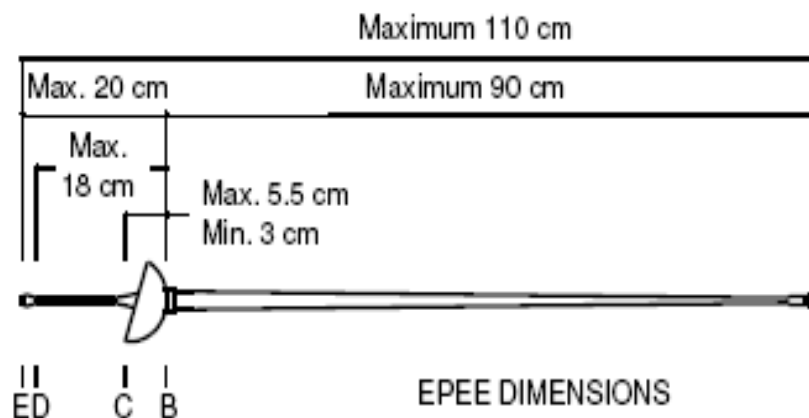


Fig. 1.5 Dimensiones de la espada

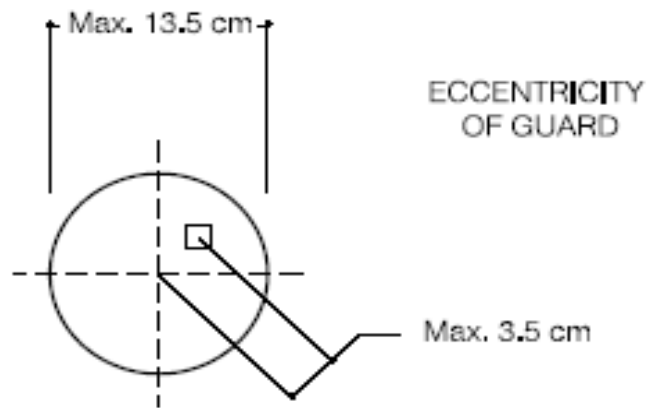


Fig. 1.6 Dimensiones del mango de la espada

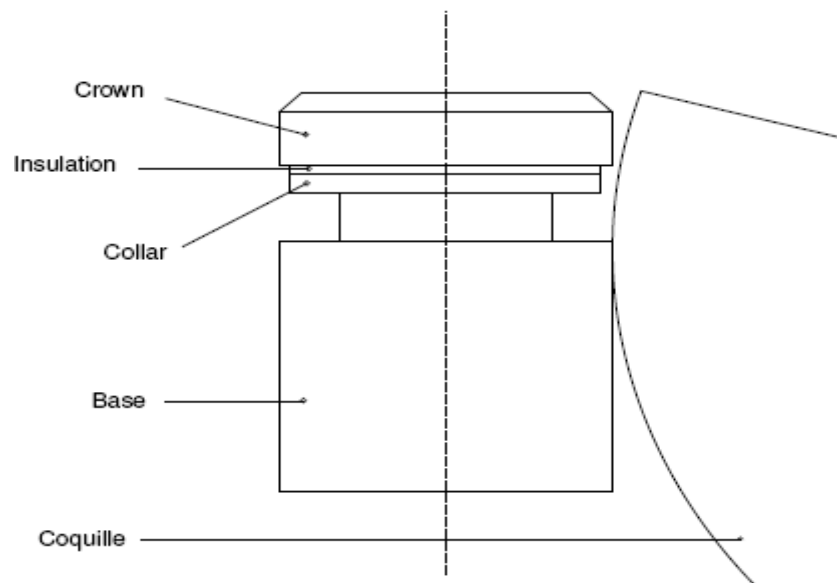


Fig. 1.7 Detalles de la punta de arresto

1.1.2.3 SABLE

El sable es un arma de estocada, de filo y de contrafilo.

A continuación se detallan las características físicas del sable:

1. Peso: 500 gramos
2. Longitud: 105 centímetros

3. La hoja: Aproximadamente de sección rectangular, constituida enteramente de acero. La longitud máxima para la misma es de 88 cm. El ancho mínimo de la hoja debe encontrarse en el botón y debe ser de 4 mm; su espesor, igualmente debajo del botón, debe tener 1,2 mm como mínimo.

Su extremidad está replegada sobre ella misma, o es de una sola pieza, para formar un botón, que visto desde el extremo, debe presentar una sección cuadrada o rectangular de 4 mm como mínimo y de 6 mm como máximo, la dimensión máxima debe encontrarse como máximo a 3 mm del extremo de la hoja.

La extremidad de la hoja puede estar realizada también con un botón lleno que debe presentar la misma sección que el botón replegado.

Si la hoja presenta una curvatura, esta debe ser sensible, continua y presentar un arco inferior a los 4 cm. Están prohibidas las hojas cuando la extremidad tenga forma de garfio o cuando se curven en el sentido del filo.

- La hoja deberá ser capaz de presentar una flexibilidad mínima de 4 cm y máxima de 7 cm medida de la forma siguiente:
- La hoja está fijada horizontalmente a 70 cm de la extremidad del botón
- Un peso de 200 gramos es suspendido a 1 cm de la extremidad del botón
- El arco puede ser medido en la extremidad del botón entre la posición cargada y la no cargada.

4. La cazoleta: Compacta de una sola pieza y exteriormente lisa. Presenta una forma convexa continua, sin rebordes ni agujeros.

Debe pasar a través de un gálibo rectangular de 15 cm * 14 cm de sección sobre una altura de 15 cm, estando la hoja paralela al gálibo.

En la cazoleta debe existir una toma para conectar el enchufe del pasante según el sistema previsto.

Las dos clavijas del enchufe deben estar en contacto directo con la masa de la cazoleta, en la toma del pasante, haciendo un circuito cerrado a través del pasante, el rulo y el cable de unión del rulo y el aparato.

La resistencia en el arma no debe sobrepasar el 1 ohmio.

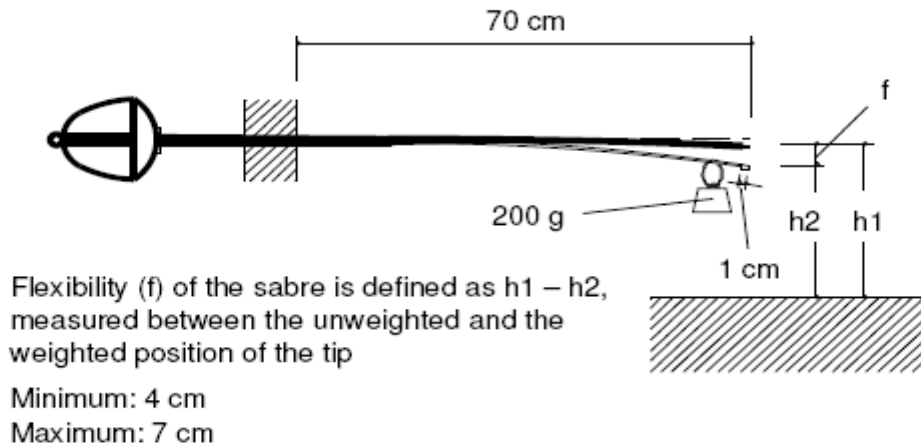


Fig. 1.8 Peso y flexibilidad del sable

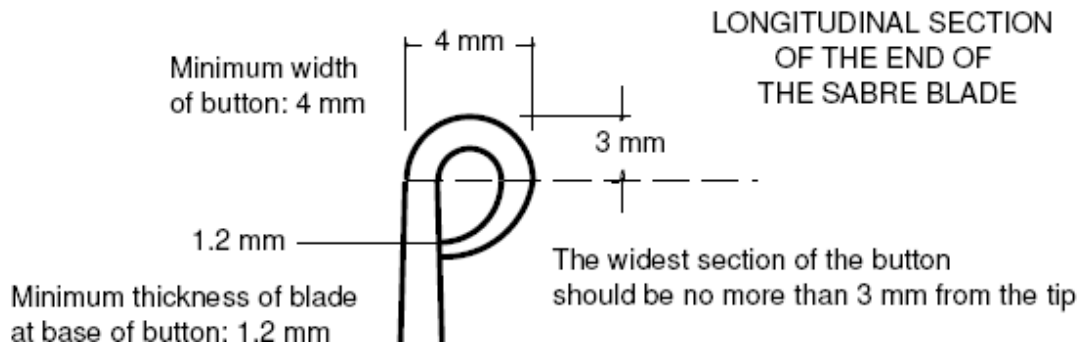


Fig. 1.9 Sección longitudinal de la hoja del sable

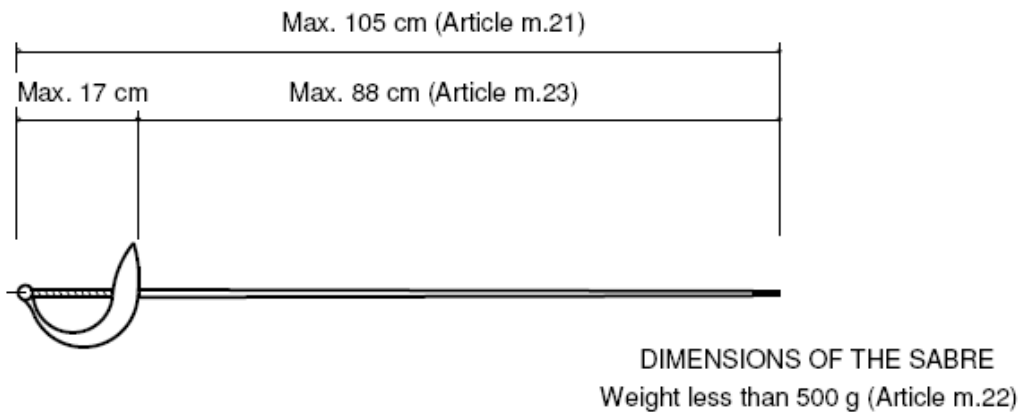


Fig. 1.10 Dimensiones del sable

1.1.3 LA COMPETENCIA DE ESGRIMA⁵

Para poder explicar la competencia de esgrima de manera fácil y completa se deben mencionar varios aspectos fundamentales y detallarlos, éstos son:

1.1.3.1 ASALTO Y MATCH

El combate amistoso entre dos tiradores es un “asalto”, cuando se tiene en cuenta el resultado de este combate (competición), se llama “match”.

1.1.3.2 ENCUENTRO

El conjunto de matchs entre tiradores de dos equipos diferentes se llama “encuentro”.

1.1.3.3 PRUEBA

Es el conjunto de los matchs (pruebas individuales) o de los encuentros (pruebas por equipos) necesarios para designar al vencedor de la competición.

Las pruebas se distinguen por las armas, el sexo de los competidores, por su edad y por el hecho de disputarse individualmente o por equipos.

1.1.3.4 CAMPEONATO

Nombre dado a una prueba destinada a designar al mejor tirador o al mejor equipo en cada arma, de una federación, una región, o del mundo y por duración determinada

1.1.3.5 TERRENO DE JUEGO

El terreno de juego no debe ofrecer ventajas ni desventajas para ninguno de los tiradores pertinentes que se encuentran compitiendo.

La parte del terreno destinada al combate se llama “pista”.

Las pruebas de las tres armas se realizan en las mismas pistas.

El ancho de la pista de combate es de 1,50 m a 2 m.

La longitud de la pista es de 14 m, de tal forma que cada tirador, estando situado a dos metros de la línea de centro, tenga a su disposición, para romper sin franquear el límite posterior con los dos pies, una longitud total de 5m.

Cinco líneas deberán ser dibujadas muy claramente a lo largo de la pista perpendicularmente a la longitud de la misma:

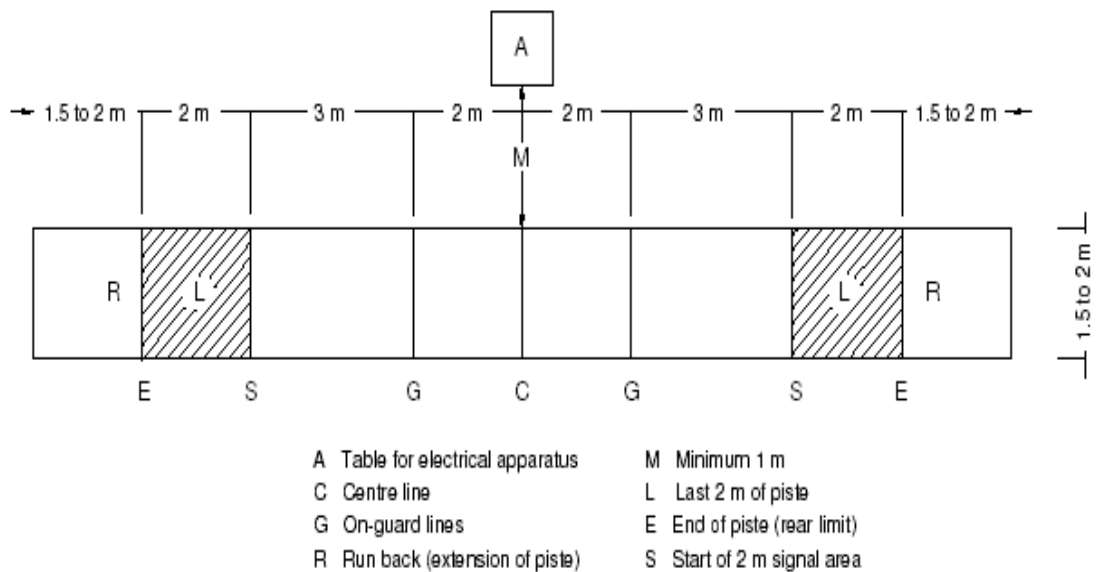
⁵ Tomado del documento: Reglamento técnico de esgrima, FIE

1. Una línea central que será dibujada de manera entrecortada a través de todo el ancho de la pista.
2. Dos líneas de puesta de guardia, a dos metros a cada lado de la línea mediana. Estas líneas deben ser dibujadas a través de todo el ancho de la pista.
3. Dos líneas de límite posterior, que serán dibujadas a través de todo el ancho de la pista a una distancia de siete metros desde la línea central.

Cabe recalcar que los dos metros de pista que restan después de haber trazado las líneas antes mencionadas deben ser claramente delimitados mediante una línea de diferente color para que los tiradores tengan una noción clara de cual es el área de competencia.

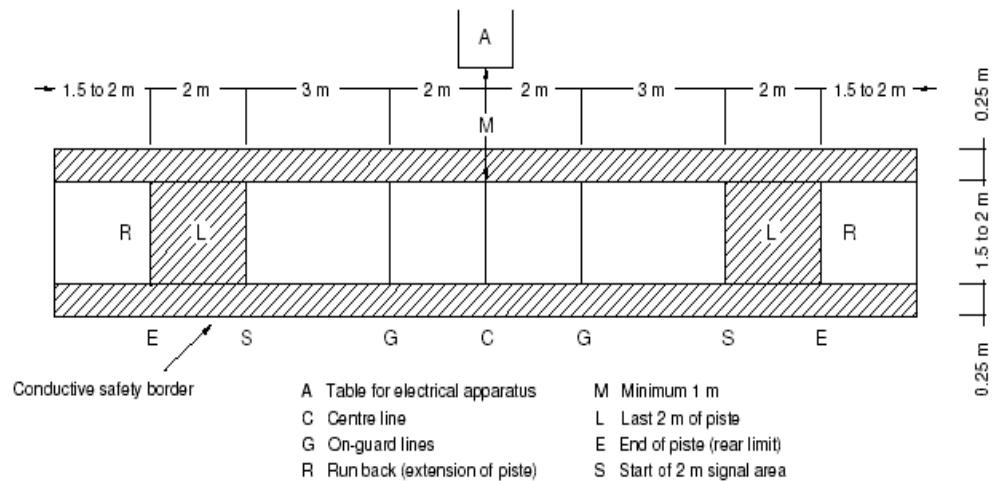
Se deben mencionar algunas características importantes que debe tener la pista de combate:

1. Las pistas conductoras están hechas de metal, de enrejados metálicos o de material conductor. La resistencia óhmica de una pista conductora, de un extremo al otro de la pista no debe ser superior a 5 ohmios.
2. La pista conductora debe recubrir todo el ancho de la pista, por toda su longitud, incluidas las prolongaciones, a fin de obtener la neutralización de los golpes a "tierra".
3. Si la pista está situada sobre un podio, la pista conductora debe recubrir todo el ancho de la pista.
4. La pintura empleada para trazar las líneas sobre las pistas conductoras debe ser de una composición que no impida la conductividad a fin de que un golpe dado sobre la pista en el sitio de una línea sea igualmente neutralizado.
5. Para el florete y la espada, la pista metálica debe cubrir todo el ancho de la pista y toda su longitud, incluyendo las prolongaciones.

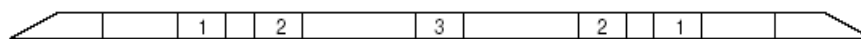


For foil and épée the conductive surface must cover the whole of the length and breadth of the piste, including its extensions (run back) (cf. Article t.13s, m.57)

Fig.1.11 Pista estándar para las tres armas



For foil and épée the conductive surface must cover the whole of the length and breadth of the piste, including its extensions (run back) and its safety borders (cf. Article t.13s, m.57)



1 Lights registering hits 2 Names and nationalities of fencers 3 Clock, score, etc.

Fig.1.12 Pista para finales y semifinales

1.1.3.6 COMPETIDORES

Los tiradores se arman, equipan, visten y combaten bajo su propia responsabilidad y riesgo.

En una competencia de esgrima siempre intervienen dos tiradores así sea que los mismos representen a un equipo o grupo de competencia.

En la pista de combate solo deben estar los dos tiradores y el juez observador.

La indumentaria para cada tipo de arma varía dependiendo de la disciplina.

1.1.3.7 ARBITRO

Todo match de esgrima está dirigido por un árbitro, en posesión de su licencia y cuyas funciones son las siguientes:

1. Realiza la llamada a los tiradores
2. Tiene la dirección del match
3. Antes de cada match, debe controlar las armas, la vestimenta y el material de los tiradores.
4. Vigila el funcionamiento regular del aparato. Por su propia iniciativa, o por la reclamación de un capitán de equipo o de un tirador, hace realizar las pruebas de verificación y localización de un defecto ocasionalmente manifestado. Impide a los tiradores entorpecer la búsqueda desenchufándose o cambiando intempestivamente su material.
5. Vigila a los asesores, cronometradores, marcadores, etc....
6. Debe colocarse y desplazarse de tal forma que pueda seguir el match percatándose del encendido de las lámparas.
7. Sanciona las faltas
8. Otorga los tocados
9. Mantiene el orden
10. Cada vez que lo juzgue oportuno, debe consultar a los expertos en materia de señalización eléctrica.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PUNTUACIÓN ELECTRÓNICO

La Esgrima se ha convertido en una disciplina olímpica moderna, tiene a su haber diferentes reglas que aportan al puntaje de los tiradores.

Debido a que esta disciplina es muy compleja y se compone de diversas reglas las cuales varían dependiendo del arma a utilizar, el árbitro quien toma la decisión al momento de determinar al tirador que se lleva el tanto en el asalto, se vale de una máquina electrónica para verificar que su decisión fue la correcta al momento de otorgar los tantos.

El aparato registrador se alimenta con 12 voltios de corriente continua, en éste se podrán visualizar las siguientes partes:

1. Bloque de selección de armas, donde se podrá elegir el arma que se utilizará en la competencia: florete, espada o sable.
2. Dos bloques de tres luces cada uno, un bloque al lado izquierdo que será el encargado de indicar mediante una señal sonora y una señal visual si el competidor ha marcado un punto, si ha llegado tarde hacia el adversario o ha tocado en superficie no válida. El bloque restante al lado derecho de la máquina que cumplirá las mismas funciones del bloque anterior solo que para el contrincante.
3. Dos tableros marcadores constituidos por displays, uno a la derecha que contabilizará los hits de uno de los tiradores y el otro a la izquierda que contabilizará los hits del otro competidor.
4. Un tablero central constituido por displays que será el encargado de llevar el tiempo de cada uno de los asaltos y del match completo.

La máquina electrónica para la puntuación mostrará los puntos que se irán adjudicando a cada uno de los competidores. Cuando un tirador marca un tanto, una luz de color (verde o roja dependiendo del lado del aparato donde se marcó el punto) se enciende y una sirena suena durante un tiempo determinado en uno de los lados de la máquina (el lado de la maquina depende de donde se conecte el tirador ya sea a la izquierda o a la derecha de la misma)

La máquina también será capaz de registrar con una luz blanca cuando uno o ambos tiradores no marquen en la superficie válida o hagan un contacto en la pista del combate, en ese caso el tanto será no válido.

Las reglas de competencia varían según el tipo de arma que se esté utilizando.

1.3 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA CON LOS DIFERENTES TIPOS DE ARMAS⁶

1.3.1 FLORETE



Fig. 1.13 Florete

Está totalmente prohibido, durante el combate con florete (entre las voces de “Adelante” y “Alto”), apoyar o arrastrar la punta del arma sobre la pista eléctrica. También está prohibido, en todo momento, enderezar el arma sobre la pista. A lo largo del combate con florete está prohibido desplazar el hombro del brazo no armado por delante del hombro del brazo armado. En el caso de cometerse esta falta, el tocado o *hit* eventualmente dado por el tirador culpable será anulado.

Sólo se cuentan los tocados dados en la llamada superficie válida. La superficie válida excluye los miembros y la cabeza. Queda limitada al tronco, terminando, hacia arriba, en la parte superior del cuello, hasta seis centímetros por encima del saliente de las clavículas; en el costado, llega hasta las costuras de las mangas, que deberán pasar por la cabeza del húmero; hacia abajo, termina en una línea que pasa horizontalmente por la espalda, por los vértices de las caderas, alcanzando desde ahí en línea recta el punto de unión de las ingles.

⁶ Traducido del documento: Material Rules of Fencing, FIE

Un tocado dado en superficie no válida (bien sea directamente o por efecto de una parada), no se cuenta como tocado válido, pero interrumpe la frase de armas y anula por lo tanto, todo tocado subsiguiente.

No obstante, los golpes dados en una superficie del cuerpo considerada como no válida se darán como válidos cuando por una posición anormal, el tirador sustituya una superficie válida por otra no válida. El árbitro puede preguntar a los asesores, pero sólo él puede decidir si el tocado es válido o no.

Para juzgar la materialidad del tocado, sólo da fe la indicación del aparato de señalización. En ningún caso, el árbitro puede declarar a un tirador tocado sin que el aparato haya registrado regularmente el tocado.

Para el florete la máquina de puntuación realizará los siguientes procedimientos:

1. El aparato registrará únicamente cuando ocurra una ruptura en el circuito del florete, esto quiere decir que la corriente eléctrica que está circulando permanentemente en el florete sea interrumpida cuando un punto es realizado.
2. Se prenderá una luz de color rojo a un lado del aparato y una luz verde al otro lado cuando un tanto es registrado en el asalto. Si se prendiera una luz blanca en ambos lados de la máquina se indicaría que se ha realizado un hit no válido.
3. Las señales audibles consistirán de un timbre de corta duración (dos segundos), estas señales audibles aparecerán junto con las señales visuales anteriormente mencionadas y deben ser exactas para ambos lados del aparato.
4. Después de haber sido registrado un tanto, dentro o fuera del objetivo, el aparato no será capaz de registrar un tanto subsiguiente en el mismo lado del aparato.
5. No se registrará ninguna prioridad entre un hit realizado sobre el tirador y un hit realizado por el tirador en contra de su oponente.

6. Por el contrario, después de un periodo X de tiempo después de haberse dado la primera señal audible por el aparato, se ignorarán todas las señales subsiguientes. El tiempo X está estipulado en los 750 milisegundos +/- 50 milisegundos y puede ser modificado.

1.3.1.1 SENSIBILIDAD Y REGULARIDAD DEL APARATO PARA COMBATES CON FLORETE

1. Todo hit debe provocar una señal cualquiera que sea la resistencia del circuito externo relativo al aparato. La duración del contacto entre el arma y el oponente, el cual debe asegurar que una señal ha sido registrada debe tener una duración de 5 milisegundos.

Dependiendo del incremento de la resistencia, la máquina registrará:

- a) Un hit válido
- b) Un hit valido y un hit no válido simultáneamente
- c) Un hit no válido

Para las dos primeras condiciones la resistencia deberá ser necesariamente menor que 500 ohmios.

2. Para que un hit válido sea registrado debe cumplir las siguientes condiciones:
 - a) El límite máximo de duración de ruptura durante el contacto que produce un hit válido depende de la resistencia del circuito de retorno por medio de la chaqueta conductiva del oponente. Estos son los parámetros establecidos:
 - 0-250 ohmios, 5 milisegundos
 - >250 ohmios, 500 milisegundos
3. Un hit no válido será registrado cuando la duración del contacto entre el arma y el oponente esté en el rango de 2-10 milisegundos y cuando la resistencia externa esté entre 0-200 ohmios.
4. El aparato de puntuación debe ser capaz de tolerar un incremento de resistencia en circuito cerrado de más de 200 ohmios sin causar el registro de un hit no válido.

5. Incluso si la resistencia del florete al tocar tierra incrementa hasta 100 ohmios, ninguna de las siguientes condiciones debe cumplirse:

- Que un hit sea registrado en el mango del arma o en la pista misma
- Que sea posible registrar un hit cuando la hoja del florete haya tocado ligeramente la chaqueta del oponente.

6. Cuando las hojas de ambas armas correspondientes a cada uno de los contrincantes chocan entre sí independientemente de la resistencia en ohmios que habrá entre ellas, el aparato debe ser capaz de registrar normalmente los hits válidos e inválidos correspondientes.

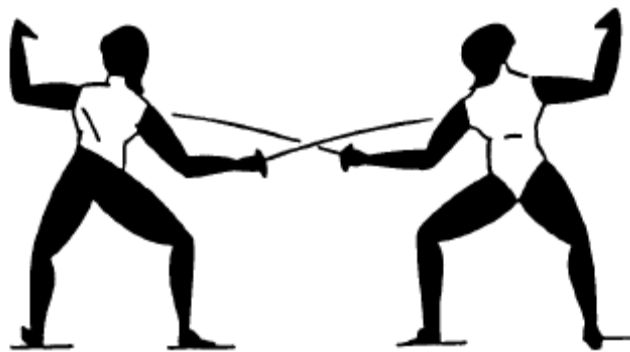


Fig.1.14 Objetivo válido en florete

1.3.2 ESPADA



Fig.1.15 Espada

Está totalmente prohibido, durante el combate (entre “Adelante” y “Alto”), apoyar o arrastrar la punta del arma sobre la pista metálica. Está igualmente prohibido, en todo momento, enderezar el arma sobre la pista.

La superficie válida comprende todo el cuerpo del tirador, incluidos indumentaria y equipamiento. Por lo tanto, cuenta todo tocado dado, cualquiera que sea la parte del cuerpo (tronco, miembros o cabeza), de la indumentaria o del equipamiento que se haya alcanzado.

El combatiente que, bien por arco, bien lanzándose resueltamente hacia delante, ocasione incluso varias veces el cuerpo a cuerpo (sin brutalidad ni violencia) no quebranta las convenciones fundamentales de la esgrima, ni cometa irregularidad alguna.

El tirador que ocasione el cuerpo a cuerpo voluntario para evitar un tocado, o empuje a su adversario, recibe las sanciones previstas en el reglamento internacional.

Para juzgar la materialidad del tocado, sólo la indicación del aparato de control da fe. En ningún caso, el árbitro puede declarar a un tirador tocado sin que el aparato haya registrado regularmente el tocado.

Para la espada el aparato de puntuación realizará los siguientes procedimientos:

1. El aparato registra cuando un contacto es establecido entre los cables formando el circuito de la espada, así se completará el circuito formado entre el tirador y el arma.
2. El aparato deberá registrar únicamente el primer hit realizado. Si el intervalo de tiempo entre dos hits es menor que 40 milisegundos, el aparato deberá registrar los dos hits (las luces verdes de ambos lados se prenderán simultáneamente acompañadas por las señales sonoras respectivas). Cuando el intervalo de tiempo es mayor que 50 milisegundos, el aparato deberá registrar solo el premier hit nada más (solo se prenderá la lámpara verde que corresponda al tirador que marcó primero). La tolerancia de tiempo permitida por el aparato de puntuación está entre 40-50 milisegundos.

3. Para combate con espada se necesitan por lo menos dos lámparas en cada lado del aparato, debidamente diseñadas para que cuando una de ellas no esté funcionando, no impida que funcione la otra lámpara esto es sin causar una excesiva corriente a lo largo de ésta última.
4. Se prenderá una lámpara verde a un lado del aparato y una lámpara roja al otro lado.
5. El aparato deberá tener una luz piloto para mostrar que está prendido. Esta luz deberá ser tenue y sin color.
6. El aparato deberá incluir dos luces que se prenderán cuando ocurran cortocircuitos a tierra. Estas deberán ser de color anaranjado.
7. El aparato deberá tener una señal audible que se presentará junto con la señal visual. El aparato deberá incluir un dispositivo que permita que la señal audible se detenga antes de que éste sea reseteado.

1.3.2.1 SENSIBILIDAD DEL APARATO PARA COMBATE CON ESPADA

1. Cuando la resistencia externa sea 10 ohmios, el aparato deberá registrar un hit que se ha realizado con una duración del contacto de 2-10 milisegundos. Cuando la resistencia externa es de 100 ohmios, el aparato deberá registrar un hit sin importar el tiempo de duración del contacto.
2. El aparato no deberá registrar hits con menos de 2 milisegundos de contacto.
3. El aparato no deberá marcar hits que sean realizados en tierra (ya sea en el filo de la pista o dentro de la pista misma). Aun cuando la resistencia de esta superficie sea de 100 ohmios.

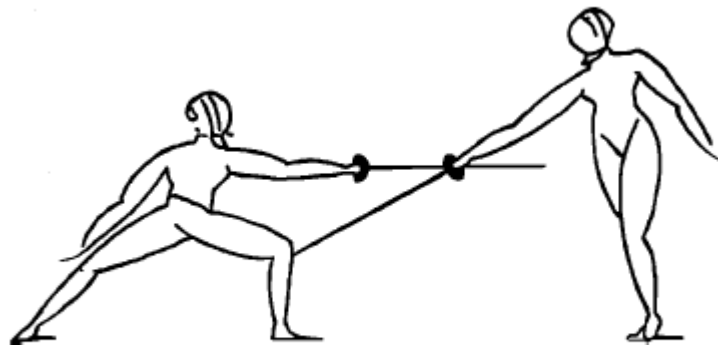


Fig. 1.16 Objetivo válido en espada

1.3.3 SABLE



Fig.1.17 Sable

En el combate con sable se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) Todos los golpes dados con el corte, con el plano o con el lomo de la hoja se cuentan como tocado (golpes de filo y de contrafilo).
- b) Está prohibido dar golpes con la cazoleta. Todo tocado provocado por un golpe con la cazoleta, debe ser anulado y el tirador que ha dado este tocado recibirá las sanciones previstas.
- c) Los golpes de punta que resbalen sobre la superficie válida o los golpes que rocen el cuerpo del adversario (golpes pasados) no se tienen en cuenta.

Los golpes sobre el hierro, es decir los que tocan al mismo tiempo el sable del adversario y la parte vulnerable, son válidos siempre que lleguen claramente sobre la superficie válida.

- d) Está prohibido en todo momento enderezar el arma sobre la pista. Toda infracción será sancionada.

Sólo se cuentan los golpes dados en la llamada superficie válida. La superficie válida comprende toda la parte del cuerpo situada por encima de la línea horizontal que pasa por los vértices de los ángulos formados por los muslos y el tronco del tirador en la posición de “en guardia”.

Un tocado que llega fuera de la superficie válida no se cuenta como tocado, no detiene la frase de armas y no anula los tocados posteriores. Si el tirador reemplaza una superficie válida por una no válida, bien por cobertura, bien por un movimiento anormal, el árbitro le aplicará las sanciones previstas.

Para la materialidad del tocado sólo la indicación del aparato da fe. El árbitro no puede declarar a un tirador tocado sin que el aparato haya registrado normalmente el tocado. El árbitro debe tener en cuenta los posibles fallos del material eléctrico, claramente debe anular el tocado que acaba de conceder, como consecuencia de una señal de tocado del aparato, si comprueba, mediante las pruebas efectuadas bajo su atenta vigilancia, antes de toda reanudación efectiva del combate, y sin que nada del material haya sido cambiado en su presencia.

Para el combate con sable la máquina de puntuación realizará los siguientes procedimientos:

1. El aparato trabajará si ocurre un contacto entre el cuerpo del sable y la superficie conductiva del oponente (chaqueta, máscara y guante).
2. Si un hit es realizado sobre ésta superficie mencionada, una luz verde se prenderá en un lado del aparato y una luz roja en el otro lado. Si la hoja o el mango del sable de un contrincante están en contacto con su propio equipo (acción señalada por una luz amarilla), un hit válido será marcado si éste permanece tocando su propia superficie conductiva.
3. Los hits realizados sobre superficie no conductiva no serán señalados.
4. Las señales audibles consisten en un timbre que durará aproximadamente de 1- 2 milisegundos, estas señales acompañan a las señales visuales y deben ser las mismas para cada lado del aparato.

5. El aparato deberá contener dos lámparas amarillas adicionales una en cada lado del mismo. Estas luces indicarán que se ha producido un contacto entre el mango o la hoja del florete y su propio equipo conductivo.
6. El aparato deberá contener dos luces de color blanco, idénticas a las del caso del florete. Estas luces junto a una señal audible indicarán que se ha producido una falta.
7. El aparato no deberá registrar un hit cuando la hoja del sable de un tirador esta blandiéndose en la hoja o en el mango del sable de su oponente.
8. Después de que se ha registrado un hit por uno de los tiradores, otro hit realizado por el oponente será registrado únicamente si se produce con un tiempo de retardo aproximado de 300- 350 milisegundos.
9. El aparato no registrará cuando el hit del tirador llegue antes que el hit realizado por su oponente.
10. Cuando las dos hojas de sable se tocan, las demás reglas deben ser cumplidas estrictamente.

1.3.3.1 SENSIBILIDAD Y REGULARIDAD DEL APARATO PARA COMBATE CON SABLE

1. La duración del contacto durante el cual se asegure que un hit sea registrado deberá ser de 0.1- 1 milisegundos.
2. Un aparato puede ser rechazado si un hit fue registrado en un tiempo menor a 0.1 milisegundos (tiempo susceptible a modificación por la FIE).
3. El aparato deberá permitir un incremento de resistencia externa debida a las conexiones hasta de 100 ohmios sin ningún tipo de inconveniente.
4. Si la resistencia baja hacia los 0 ohmios se producirá una falla de aislamiento, debido a que existirá una fuga de corriente entre la superficie conductiva del tirador y su arma, en ese caso, el aparato deberá ser capaz de registrar todos los hits intercambiados. La falla de aislamiento será señalada mediante una luz de color amarillo ubicada en el lado de la máquina correspondiente al tirador cuyo equipo tenga una resistencia entre 0- 450 ohmios ocasionando dicha falla.

5. El registro de un hit válido sobre el mango y la hoja del arma será permitido, ocasionando que la resistencia eléctrica entre el mango o la hoja del sable y la superficie válida sea menor que 250 ohmios.
6. El aparato deberá seguir funcionando cuando las hojas están en contacto, o si se produce un contacto entre las hojas y los mangos de las armas de ambos tiradores.
7. Si el contacto entre la hoja del sable de uno de los tiradores y el objetivo de su oponente tiene lugar a lo largo de dicha hoja, el aparato deberá:
 - Registrar el hit entre 0- 4 milisegundos
 - Prevenir que el hit sea registrado entre 4- 15 milisegundos (+5 milisegundos), con la condición de que el contacto entre las dos hojas no sea interrumpido mas de 10 veces en el intervalo.
8. Un corte en el circuito de control (definido para una resistencia mayor a los 250 ohmios) para un intervalo de 2-3 milisegundos será señalado mediante una luz blanca ubicada en el lado de la máquina correspondiente al tirador que hizo la falla.

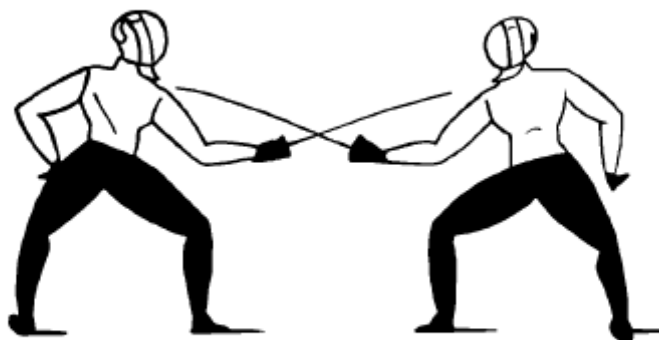


Fig.1.18 Objetivo válido en sable

1.3.4 DURACIÓN DEL COMBATE RELATIVA A LAS TRES ARMAS

Por duración del combate se entiende la duración efectiva, es decir, la suma de los intervalos de tiempo entre las voces de “Adelante” y “Alto”, prescindiendo pues de las detenciones.

La duración del combate estará controlada por el árbitro o por un cronometrador.

Para las finales de las pruebas oficiales de la F.I.E. así como para todos los matches que lleven consigo un cronómetro visible para los espectadores, el cronómetro debe ser colocado de manera que sea visible para los dos tiradores en pista y para el árbitro.

La duración del combate efectivo es la siguiente:

1. En *poules*: 5 tocos, máximo 4 minutos
2. En eliminación directa: 15 tocos, máximo 9 minutos divididos en 3 períodos de 3 minutos, con un minuto de pausa entre dos períodos.
3. Por equipos: 4 minutos para cada relevo.



Fig. 1.19 Superficies establecidas para las tres armas

1.4 MICROCONTROLADOR ATMEL 89C55WD⁷

Dentro del diseño del circuito se implementó el microcontrolador AT89C55WD de la casa ATMEL, este conformará el cerebro del aparato de puntuación electrónica. Se decidió utilizar este microcontrolador por su versatilidad en cuanto se refiere a la programación, además posee mayor número de pines de comunicación que muchos otros.

En la Tabla 1.1 se pueden observar las principales características del microcontrolador utilizado, entre ellas se encuentran:

- Las capacidades en cuanto a memoria RAM y ROM
- El voltaje de funcionamiento
- La compatibilidad
- La capacidad de memoria de direccionamiento
- El número de pines

Entre otras muy importantes por lo cual se decidió implementar su uso en este proyecto.

A continuación en las Figuras 1.20 y 1.21 se puede observar la distribución de pines del microcontrolador y la conexión lógica del mismo respectivamente.

⁷ Tomado del documento: AT89C55WD Data Sheet

Parámetro	Características
<i>Unidad Central de Proceso</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria ROM: 20K • Memoria RAM: 256Kx 8 bits • 3contadores/temporizadores de 16 bits • 1 Canal serial Full duplex • 1 Procesador booleano • Voltaje de operación de 4 a 5,5 Vdc / 16MHz
<i>Capacidad de memoria de direccionamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ROM: 64 K • RAM: 64 K
<i>Compatibilidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • TTL • CMOS
<i>Rangos de velocidad a 5,5 Vdc</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 0 a 16 MHz • 0 a 33 MHz
<i>Punteros de datos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Duales
<i>Segundo registro DPTR</i>	
<i>Bits de seguridad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • ROM: 2bits • OTP/EEPROM: 3 bits
<i>Numero de niveles de interrupción</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 4
<i>Fuentes de interrupción</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 8
<i>Pórticos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 4 pórticos de 8 bits cada uno
<i>Full duplex UART</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento automático de la dirección de un dato • Detección automática de un error
<i>Watch dog timer</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1
<i>Canal de programación serial</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 1

Tabla 1.1 Principales características del microcontrolador AT89C55WD

1.4.1 DISTRIBUCIÓN DE PINES

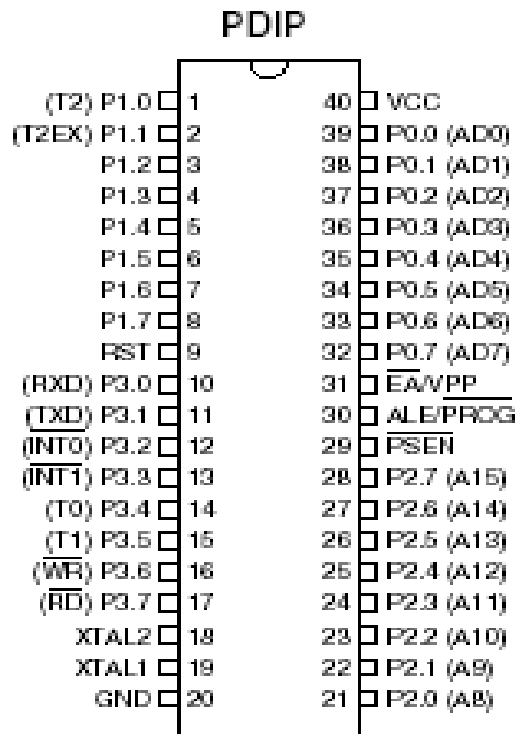


Fig.1.20 Microcontrolador AT89C55WD

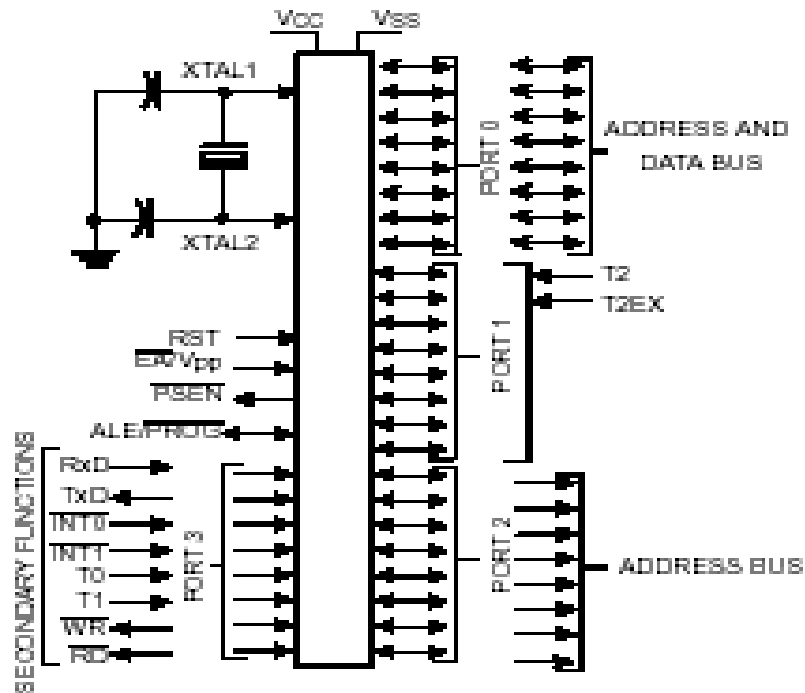


Fig.1.21 Conexión Lógica

1.4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR AT89C55WD

A continuación en la Tabla 1.2 se detalla la descripción de los pines del micro de manera más específica explicando en qué consiste cada uno.

Símbolo del Pin	Numero del Pin			Tipo	Nombre y Función
	DIP	LCC	QFP		
Gnd	20	22	16	I	Tierra: 0V referencia
Vcc	40	44	38	I	Voltaje de polarización
P0.0-0.7	39-32	43-46	37-30	I/O	Pórtico0: Pórtico bidireccional I/O.
P1.0-P1.7	1-8	2-9	40-44, 1-3	I/O	Pórtico 1: Pórtico de 8 bits bidireccionales I/O. T2(P1.0): temporizador/contador T2EX(P1.1): temporizador/contador
	1	2	40	I/O	
	2	3	41	I	
P2.0-P2.7	21-18	24-31	18-25	I/O	Pórtico 2: Pórtico de 8 bits bidireccionales, algunos pines de este pórtico reciben bits de dirección durante la verificación de la programación de la memoria EPROM.
P3.0-P3.7	10-17	11, 13-19	5, 7-13	I/O	Pórtico 3: Pórtico de 8 bits bidireccionales. Además de recibir datos y cumplir las funciones de un pórtico normal también se encarga de: RXD (P3.3): Entrada de puerto serial. TXD (P3.1): Salida de puerto serial. INT0 (P3.2): Interrupción externa.
			5	I	
	10	11	7	O	
	11	13	8	I	
	12	14	9	I	
	13	15			

	14 15 16 17	16 17 18 19	10 11 12 13	I I O O	INT1 (P3.4): Interrupción externa. T0 (P3.4): Timer 0 T1 (P3.5): Timer 1 WR (P3.6): Escritura de un dato en la memoria. RD (P3.7): Lectura de un dato en la memoria.
<i>RST</i>	9	10	4	I	Reset
<i>ALE/PROG</i>	30	33	27	O	Address Latch Enable/ Program Pulse
<i>PSEN</i>	29	32	26		Program Store Enable
<i>EA/Vpp</i>	31	35	29		External Acces Enable/ Programming supply voltaje
<i>XTAL1</i>	19	21	15		Cristal 1
<i>XTAL2</i>	18	20	14		Cristal 2

Tabla 1.2 Descripción de los pines del microcontrolador AT89C55WD

1.4.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR AT89C55WD

En la Figura 1.22 se describe un diagrama de bloques interno del microcontrolador AT89C55WD, en el cual se observa la arquitectura interna del mismo, la cual permite darse cuenta de su funcionamiento y con ello facilitar su manejo y programación.

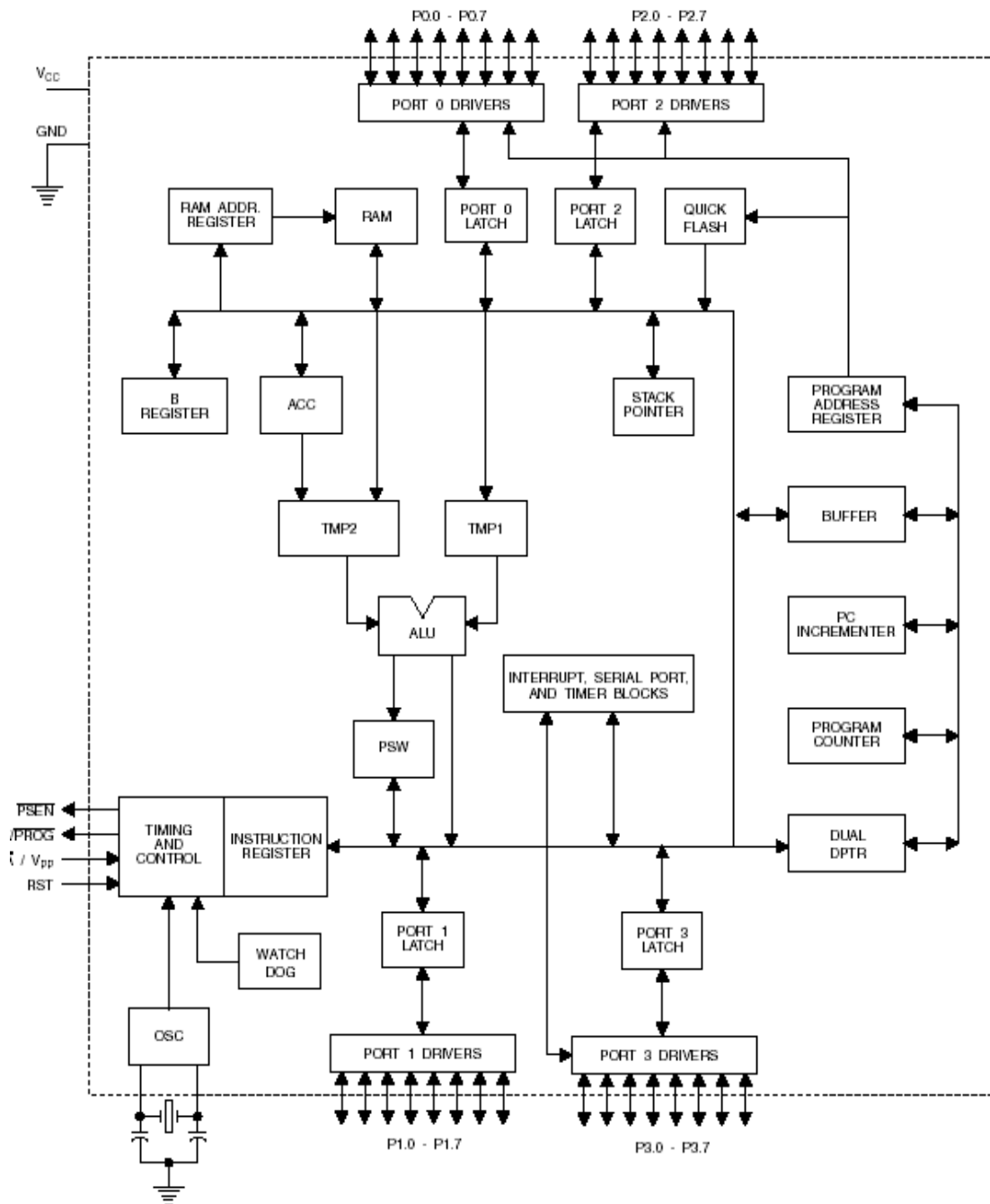


Fig.1.22 Diagrama de bloques del AT89C55WD

1.4.4 DIAGRAMA DEL TIMER/COUNTER PARA EL MICROCONTROLADOR AT89C55WD

En la Figura 1.23 se muestra el diagrama del Timer/Counter, que permite configurar el pin como timer o contador poniéndolo en uno o cero lógicos dependiendo de la necesidad.

Si se necesita usar como timer se debe poner en uno lógico, de lo contrario debe permanecer en cero lógico.

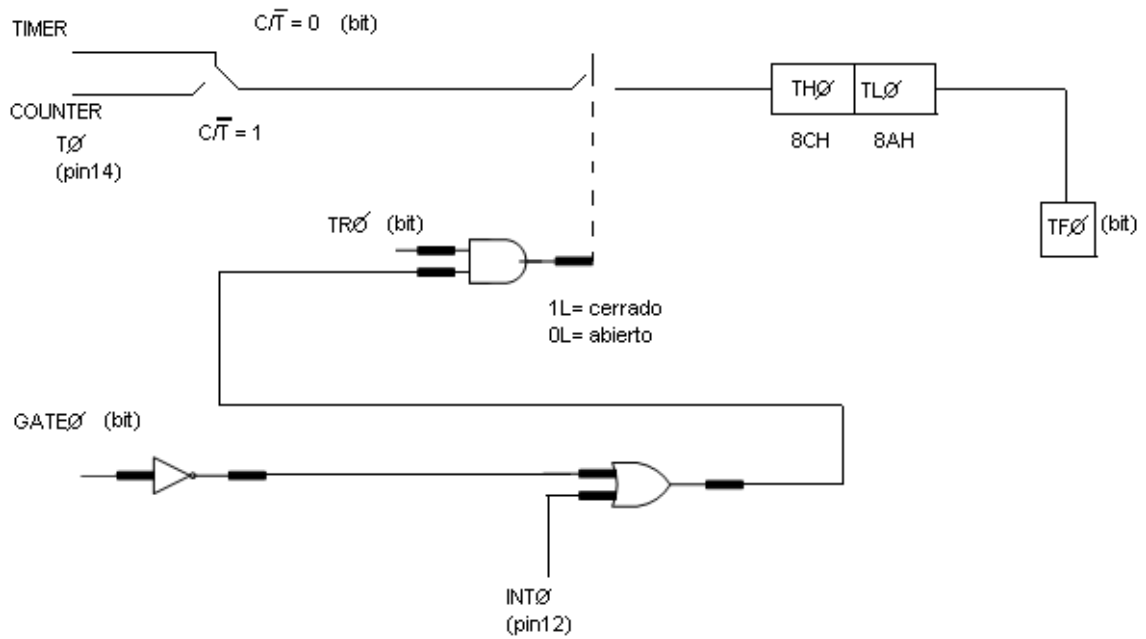


Fig. 1.23 Diagrama Timer/Counter

1.4.5 ESQUEMA DE CONEXIONES

El esquema de conexiones para realizar la programación se detalla a continuación en la Figura 1.24

Hay que recalcar que el **reset** del microcontrolador debe ser instalado tal cual detalla la figura.

En la Figura 1.25 y 1.26 se detalla la configuración para la verificación de la programación y la detección del puerto UART respectivamente.

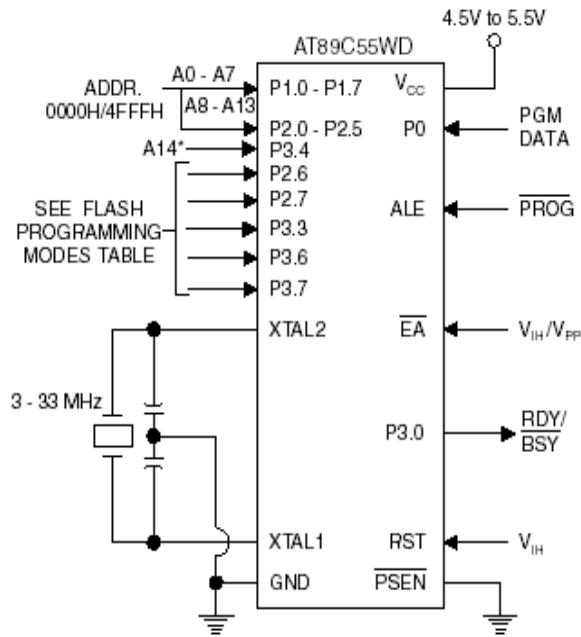


Fig.1.24 Configuración para la programación

fxtal= 12Mhz (ideal)

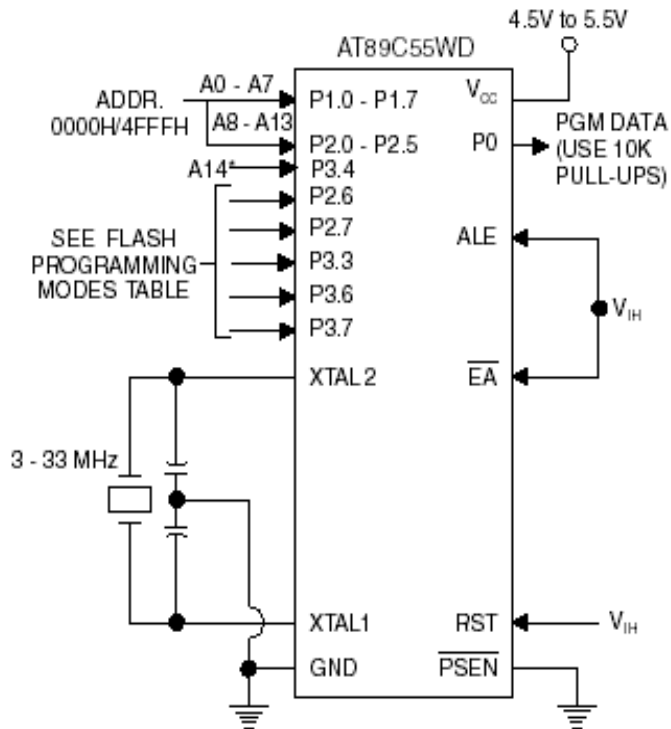


Fig. 1.25 Configuración para la verificación de la programación

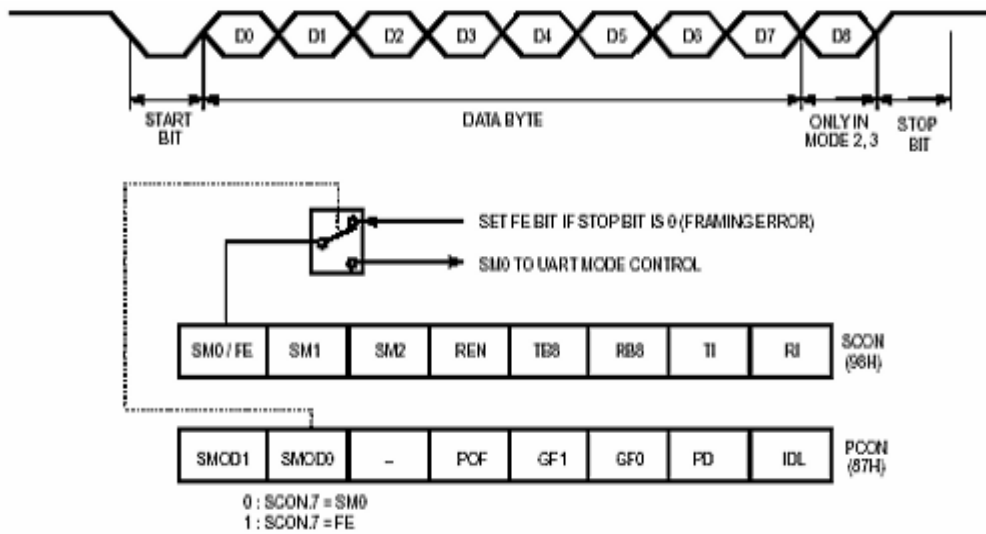
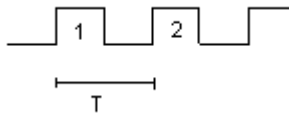


Fig. 1.26 Detección de error por medio del UART

1.4.6 CÁLCULO DEL CICLO DE MAQUINA PARA EL MICROCONTROLADOR AT89C55WD

- $f_{xtal} = 12 \text{ MHz}$



- $T = 1/f$

$$T = 1/12 \text{ MHz}$$

$$T = 12 \mu\text{s}$$

- $1\text{CM} = 12T$

$$1\text{CM} = 12(1/12\mu\text{s})$$

- $1\text{CM} = 1\mu\text{s}$

La frecuencia de oscilación ideal del cristal que trabaja con el microcontrolador es de 12 MHz, pero se puede trabajar con frecuencias desde los 3 MHz hasta los 33 MHz.

A continuación se detallarán las características de los registros que posee el microcontrolador AT89C55WD.

1.4.7 REGISTROS DE CONTROL DEL TIMER/COUNTER

TMOD: Controla el modo de los timers (8 bits).

(89H)



Fig. 1.27 Control de los timers

El timer posee cuatro modos de trabajo los cuales son seleccionados con M1 o M0.

En la Tabla 1.3 se detallan los Modos de Operación para los registros de los Timers/Counters 0 y 1.

MODOS	M1	M0	Descripción
0	0	0	13 bits: 8 bits corresponden a TH0 y 5 bits a TL0. El contador trabaja en el módulo 8192.
1	0	1	16 bits: 8 bits corresponden a TH0 y 8 bits a TL0. El contador trabaja en módulo 65536.
2	1	0	Autorecarga, valores pequeños de tiempo. Contador de 8 bits programable.
3	1	1	Contadores múltiples, transmisión serial.

Tabla 1.3 Descripción de los Modos de Control para el Timer/Counter del microcontrolador AT89C55WD

En la Figura 1.28 se explica la composición del Timer para el Microcontrolador AT89C55WD

TCON: Controla el Timer.

(88H)

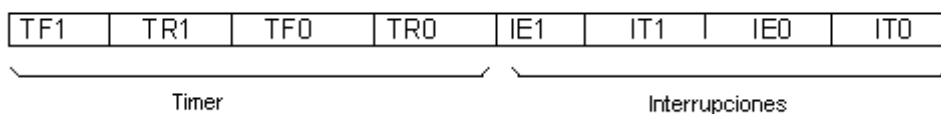


Fig. 1.28 Distribución del Timer

1.4.8 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL TIMER 2 PARA EL MICROCONTROLADOR AT89C55WD

Para el funcionamiento óptimo del equipo de puntuación se requirió la utilización de tres timers, el microprocesador AT89C55WD posee en su interior dos timers que trabajan de manera normal y un tercer timer que lo hace como contador de eventos y como temporizador.

El Timer 2 posee tres modos de operación:

- Modo de captura
- Modo de auto recarga
- Modo de generador de velocidad

El Timer 2 consiste en dos registros de 8 bits cada uno, TH2 y TL2.

Durante su funcionamiento, TL2 se incrementa en cada ciclo de máquina.

En la Tabla 1.4 se detallan los Modos de Operación para el Timer 2 del Microcontrolador AT89C55WD.

RCLK +TCLK	CP/RL2	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-Reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

Tabla1.4 Modos de operación del Timer 2

1.4.9 REGISTROS QUE CONTROLAN LAS INTERRUPCIONES

En la Figura 1.29 se puede observar como está distribuido el registro TCON que controla las interrupciones.

TCON: Controla la activación de las interrupciones.
(88H)

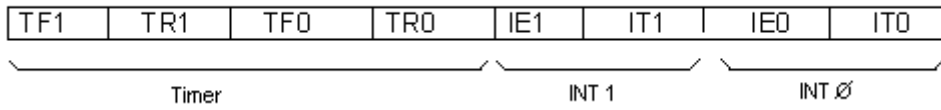


Fig. 1.29 Control de Interrupciones

INT0, INT1: Banderas

- **0L:** Se activa por nivel.
- **1L:** Se activa por flanco negativo.

IE0, IE1: Banderas

- **1L:** Indica que existe interrupción.
- **0L:** No existe interrupción.

La descripción de las banderas se encuentra detallada a continuación en la Tabla 1.5.

Bandera	Dirección de la subrutina	Nombre de la subrutina
INT0	0003H	EXTI 0
T0	000BH	TIMER 0
INT1	0013H	EXTI 1
T1	001BH	TIMER 1
SERIAL	0023H	SINT

Tabla 1.5 Especificaciones de las banderas del Microcontrolador AT89C55WD

IE: *Interruption Enable*. Habilita al microcontrolador para que detecte la existencia de una interrupción.

(A8H)

EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	-----	----	-----	-----	-----	-----

Fig. 1.30 Distribución de las Banderas para el Microcontrolador AT89C55WD

EA: Bandera

- **1L:** Habilita a cualquiera de los otros siete bits.
- **0L:** Impide la habilitación de los demás bits.

EXO: Bandera

- **1L:** Habilita a INT0
- **0L:** Deshabilita a INT0

EX1: Bandera

- **1L:** Habilita a INT1
- **0L:** Deshabilita a INT1

ET0: Bandera

- **1L:** Habilita a T0
- **0L:** Deshabilita a T0

ET1: Bandera

- **1L:** Habilita a T1
- **0L:** Deshabilita a T1

1.5 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL CONTROL REMOTO

1.5.1 ENLACES INFRARROJOS EN LA PRÁCTICA

El enlace se divide dos partes: Una sección de emisión y otra de recepción. Los elementos utilizados en los emisores son **LEDs**⁸ especializados, y en ese caso lo más importante es elegirlos bien en base a su potencia de emisión, tipo de lentilla (específicamente en la recepción), consumo de energía y frecuencia de operación (específicamente en la emisión).

1. Potencia de Emisión: 112 mW suficiente para un alcance de 6 metros desde el juez hasta la máquina de puntuación. Se debe tomar en cuenta la energía consumida por el circuito del control remoto para fijar la potencia de transmisión.

A continuación en la Figura 1.31 se detalla el circuito de diseño que se diseñó para fijar la potencia de emisión.

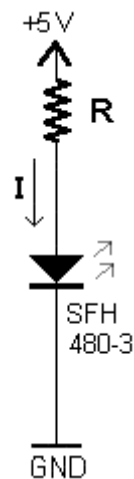


Fig. 1.31 Diseño del circuito para calcular la Potencia de Emisión

- $R = 100\Omega$
- $V_{\text{diodo}} = 1.5V$
- $V_{\text{polarización}} = 9V$

⁸ Diodo emisor de luz

Caída de Voltaje= $V_{pol} - V_{diodo} = 7.5V$

$I = 7.5V/100\Omega$

$I = 75 \text{ mA}$

$P = I * V_{diodo}$

$P = 112,5 \text{ mW}$

2. Tipo de lentilla: El integrado receptor utilizado para esta aplicación fue el IRM8601S, el cual posee ciertas características indispensables para éste propósito como son:

- Inmunidad contra interferencias electromagnéticas.
- Disponible en cápsula metálica.
- Lente elíptico que mejora la recepción
- Bajo voltaje y bajo consumo
- Alta inmunidad a la luz ambiente
- Fotodiodo con circuito integrado
- Compatible con TTL y CMOS
- Recepción a larga distancia
- Elevada sensibilidad

3. Frecuencia de operación: De 38KHz, se escogió de este valor de frecuencia central (posible de ser regulada mediante un potenciómetro de 25K Ω) ya que es la frecuencia óptima de trabajo para el IRM8601S (Explicado en el ***Datasheet*** del IRM8601S adjunto en el Anexo). Se podría utilizar otra frecuencia de operación si se desea, pero considerando que esta es la frecuencia ideal se optó por utilizarla y dejarla fija.

Hay que recalcar que si otra persona estuviese presente en un combate y quisiera manipular el marcador no tendría acceso alguno al resultado, ya que solo con la frecuencia de operación de 38KHz el control remoto funcionaría correctamente.

Una opción práctica es utilizar un control remoto "universal" como los que se venden en la actualidad a un precio bastante bajo, pero en este caso se optó por diseñar uno específico para la aplicación debido a la seguridad que debe existir en la manipulación de la calificación para cada esgrimista.

Lo delicado del sistema está en el receptor. Debe ser capaz de separar la señal real de otras radiaciones de infrarrojo, como la de la luz del sol, e incluso la de algunos equipos de iluminación incandescente, y de fuentes de calor en general.

Los dispositivos disponibles en el comercio, que son los que se utilizan en los equipos con control remoto, están diseñados especialmente para este uso. Estos sensores tienen señales de salida fácilmente adaptables a los microcontroladores, así que son fáciles de conectar.

1.5.2 RECEPTORES DE INFRARROJOS

Los receptores de infrarrojos codificados integran en un chip el elemento sensible al infrarrojo, una lente, un filtro de espectro y toda la lógica necesaria para distinguir señales moduladas a una determinada frecuencia.

En este caso se utilizó el integrado receptor **IRM8601S**.

El receptor está disponible en una cápsula similar a los transistores TIP (Transistores de alta potencia **Motorola**), al igual que éstos, también tiene tres pines.

Existe también una cápsula con cobertura metálica. La conexión es muy simple: uno de los pines es la alimentación de 5V, el otro la señal de salida y el tercero es el común o tierra.

La parte externa del receptor IRM8601S se observa a continuación en la Figura 1.31.



Fig. 1.32 Receptor infrarrojo IRM8601S

A continuación en la Figura 1.33 se describe la conexión lógica interna del IRM8601S mediante diagrama de bloques.

En la Figura 1.34 se hace referencia a un circuito de aplicación del IRM8601S, en el cual se basa el diseño del control remoto utilizado en este trabajo.

Nótese que tanto el segundo como el tercer pin son de polarización, en tanto que el primero es la salida que lleva la información al microcontrolador. En este caso al AT89C55WD.

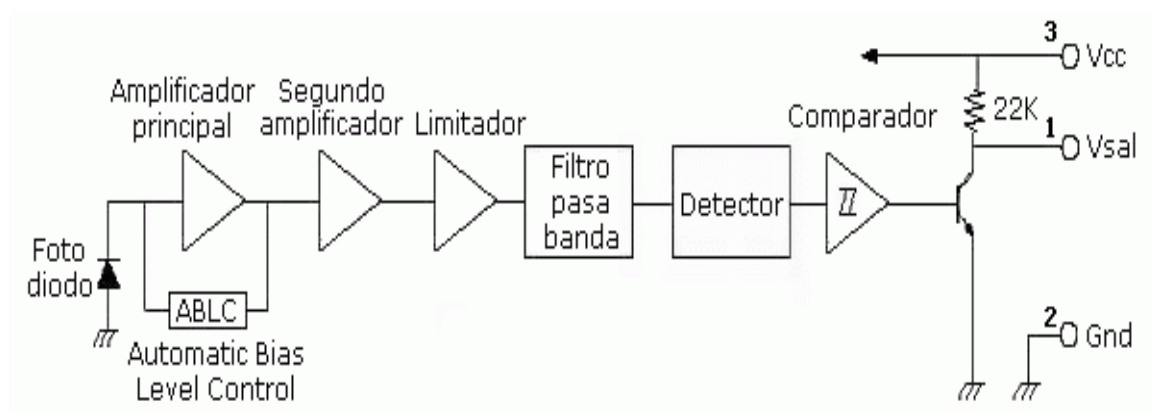


Fig. 1.33 Diagrama lógico del IRM8601S

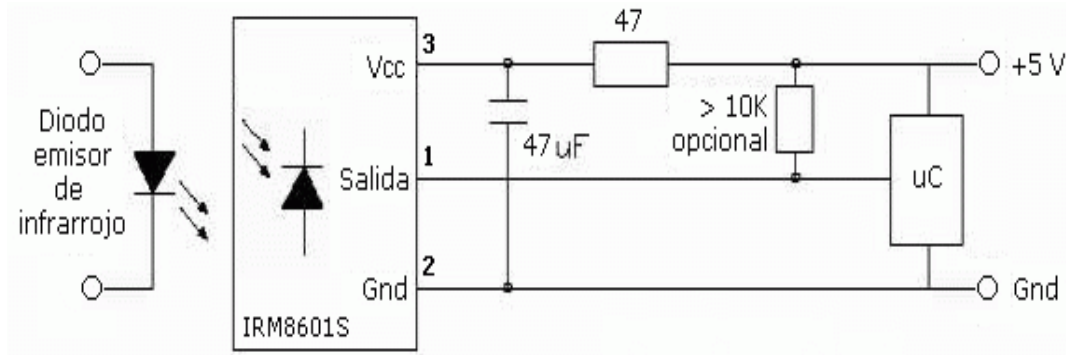


Fig.1.34 Circuito de aplicación del IRM8601S

1.5.3 EMISORES DE INFRARROJOS

La otra parte del sistema, la emisión, se puede solucionar con un control remoto universal que se encuentran fácilmente en el mercado. Los receptores como el descrito están ajustados para estos emisores de infrarrojos. Una de las maneras más directas será utilizar el mando (control remoto) para enviar órdenes a la maquina.

Si de todos modos se desea implementar un circuito, como en éste caso, se puede utilizar, por ejemplo, el integrado codificador **HT12E**, que codifica 12 entradas en señales infrarrojas, las cuales serán decodificadas mediante el decodificador **HT12D**. Las mismas que se envían al microcontrolador.

En la Figura 1.35 se observa un circuito de aplicación para el HT12E, integrado codificador en el circuito.

Se observa que a cada pin le corresponde una tecla del control remoto correspondiente a cada una de las salidas infrarrojas.

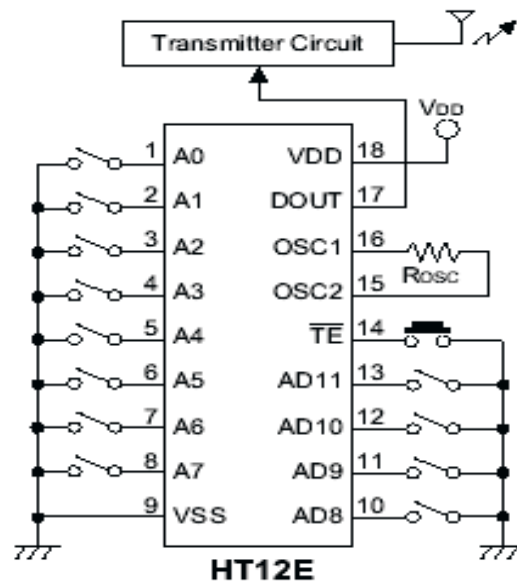


Fig. 1.35 Circuito de aplicación del HT12E

Revisando el formato de las señales del estándar que utilizan los controles remotos (o mando a distancia, como se les llama en algunos lugares), se puede crear la señal por programa, en un microcontrolador.

En la Figura 1.36 Se observa la conexión entre el receptor IRM8601S y el decodificador HT12D. Así mismo se aprecia los pines de salida hacia el microcontrolador.

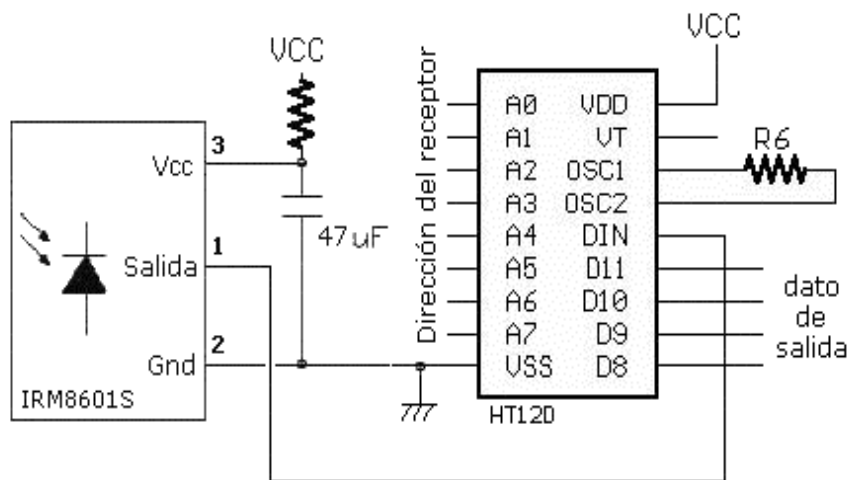


Fig.1.36 Circuito de un receptor con HT12D

CAPÍTULO 2

2.1 ESPECIFICACIONES Y DISEÑO

2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El aparato de puntuación electrónica diseñado para este tipo de combates está alimentado con dos fuentes, una que provee 12 VDC y otra de 5VDC.

La fuente utilizada fue tomada de un CPU antiguo ya que ésta provee ambas fuentes, ahorrando espacio físico en la tarjeta principal al implementar dos fuentes separadas.

La etapa de control compuesta básicamente por el microcontrolador y los displays es alimentada con 12VDC mientras que la etapa de selección de armas y recepción infrarroja es alimentada por 5 VDC.

A la entrada del equipo se puede observar un bloque de selección de armas mediante el cual se elige el tipo de arma (florete, espada o sable) de acuerdo a la competencia designada anteriormente.

Si se observa externamente al aparato de puntuación (Figura 2.18) se pueden observar varios detalles importantes que no se deben dejar de lado, por ejemplo:

- El aparato está implementado por dos marcadores uno a cada lado del mismo, cada uno corresponde a cada tirador, cabe recalcar que cada marcador se compone por dos displays de siete segmentos, los cuales indican la puntuación que cada tirador va adjudicándose durante el combate, en este caso, los displays que constituyen el marcador tienen una longitud de 4 pulgadas.

El marcador no se asigna puntaje de manera automática, el juez es el encargado de incrementar o decrementar, mediante un control remoto de acuerdo a las reglas anteriormente detalladas para cada arma.

- En cada lado de la máquina se puede observar un *set* de tres luces, las cuales indican la realización de un hit válido, un hit no válido o un toque de masa.
- La máquina posee un cronómetro, que será el encargado de contabilizar el tiempo de combate, este tiempo dependerá de la modalidad de

competencia que será establecida antes de iniciar el juego. Este cronómetro constará de cuatro displays de siete segmentos para contabilizar minutos y segundos, los cuales tienen una longitud de 3 pulgadas.

- Por otra parte, el aparato incluye un marcador de rounds, es decir que deberá contabilizar cuantos asaltos fueron realizados. El display que se encarga de contabilizar los rounds tiene una longitud de 3 pulgadas.
- La señal audible funciona simultáneamente con la señal visual al momento de que la máquina registra un punto realizado.

2.1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL APARATO DE PUNTUACIÓN

Para facilitar el diseño del aparato electrónico de puntuación se realizaron diagramas de bloques, los cuales explican de manera detallada como está conformada la máquina.

En primera instancia se planteó un diagrama de bloques general, en el cual se detallaba únicamente los bloques más generales que conformaban el equipo.

A continuación en la Figura 2.1 se muestra un diagrama de bloques muy general del aparato de puntuación:

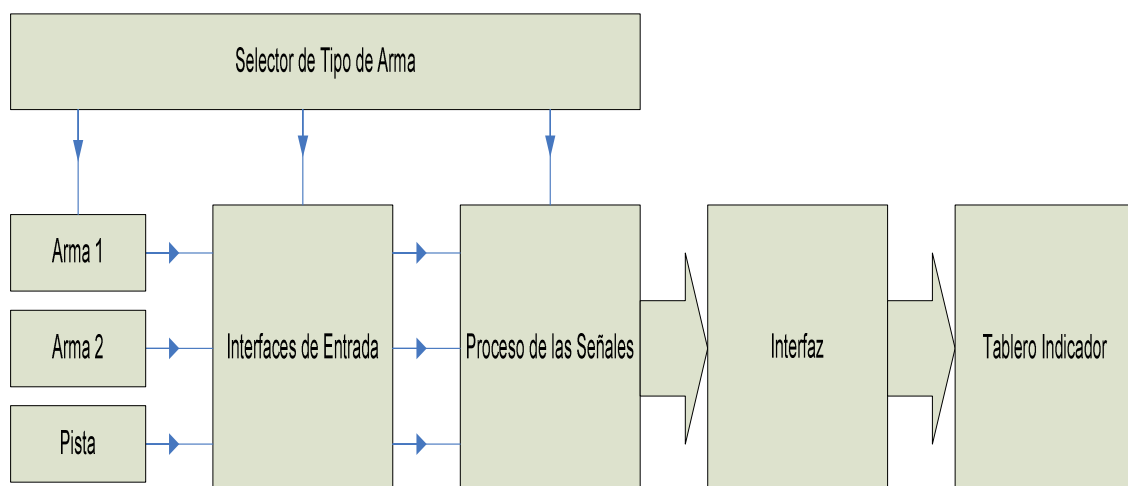


Fig. 2.1 Diagrama de bloques correspondiente a la primera fase

Una vez realizado el bosquejo general para el Sistema de puntuación Electrónico se procede a realizar un diagrama más específico de bloques donde se indican las partes que componen cada interfaz.

Esto se ve reflejado en la Figura 2.2 detallada a continuación.

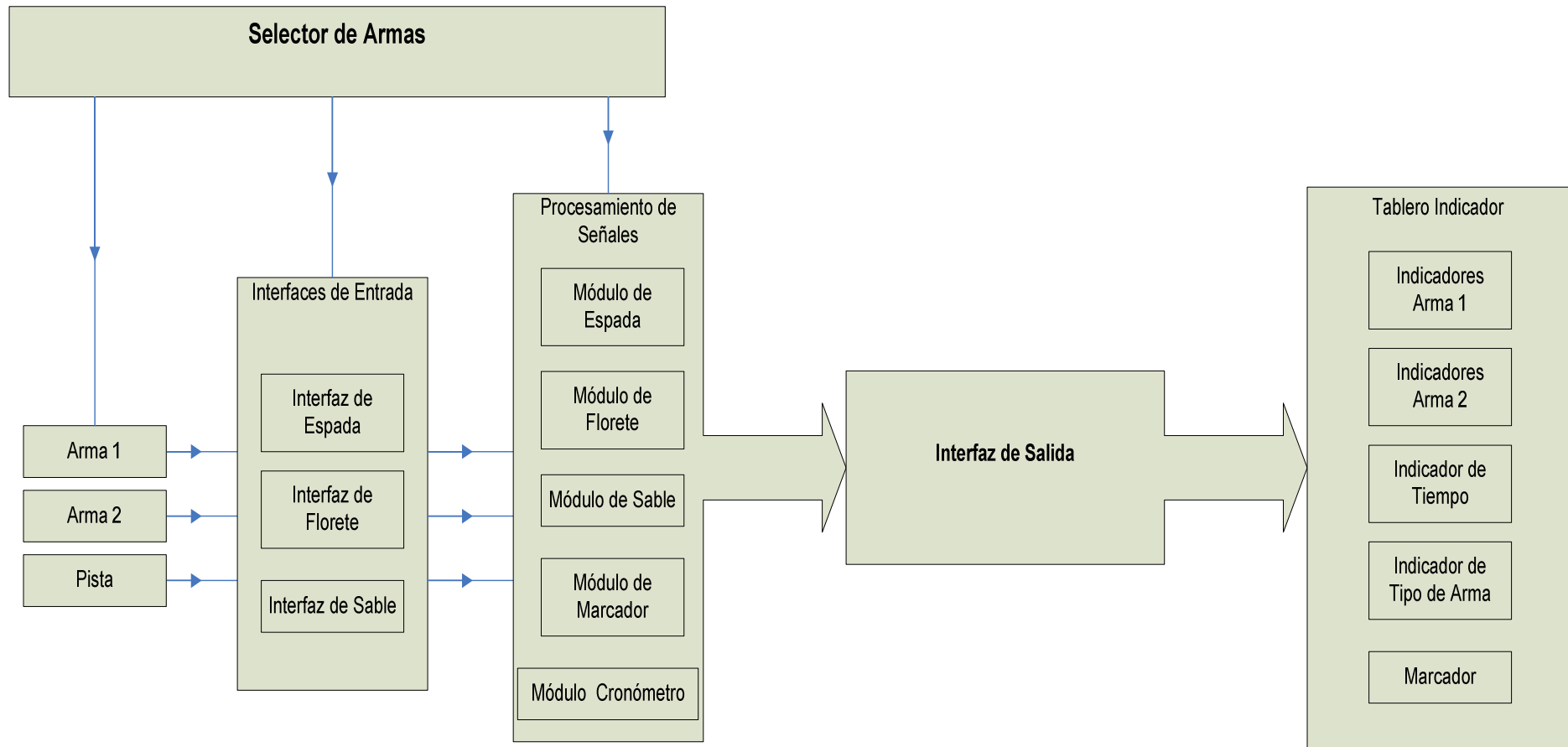


Fig. 2.2 Diagrama de bloques correspondiente a la segunda fase

Para facilitar la construcción del aparato se decidió ampliar cada uno de los bloques que se mostraron en la segunda fase, de esta manera se obtuvo los siguientes diagramas que se detallan a continuación en la Figura 2.3:

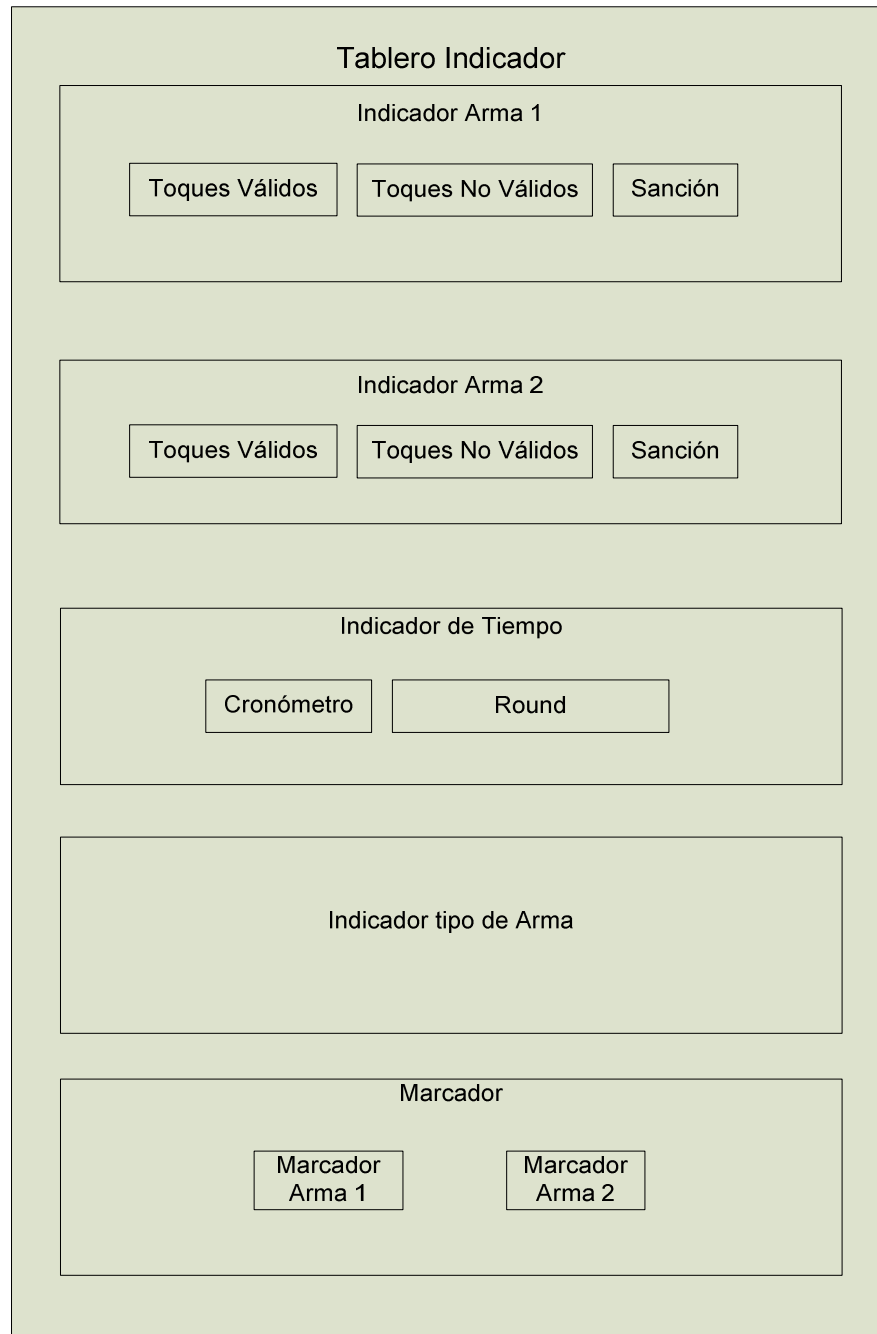


Fig. 2.3 Diagrama de bloques correspondiente a la tercera fase

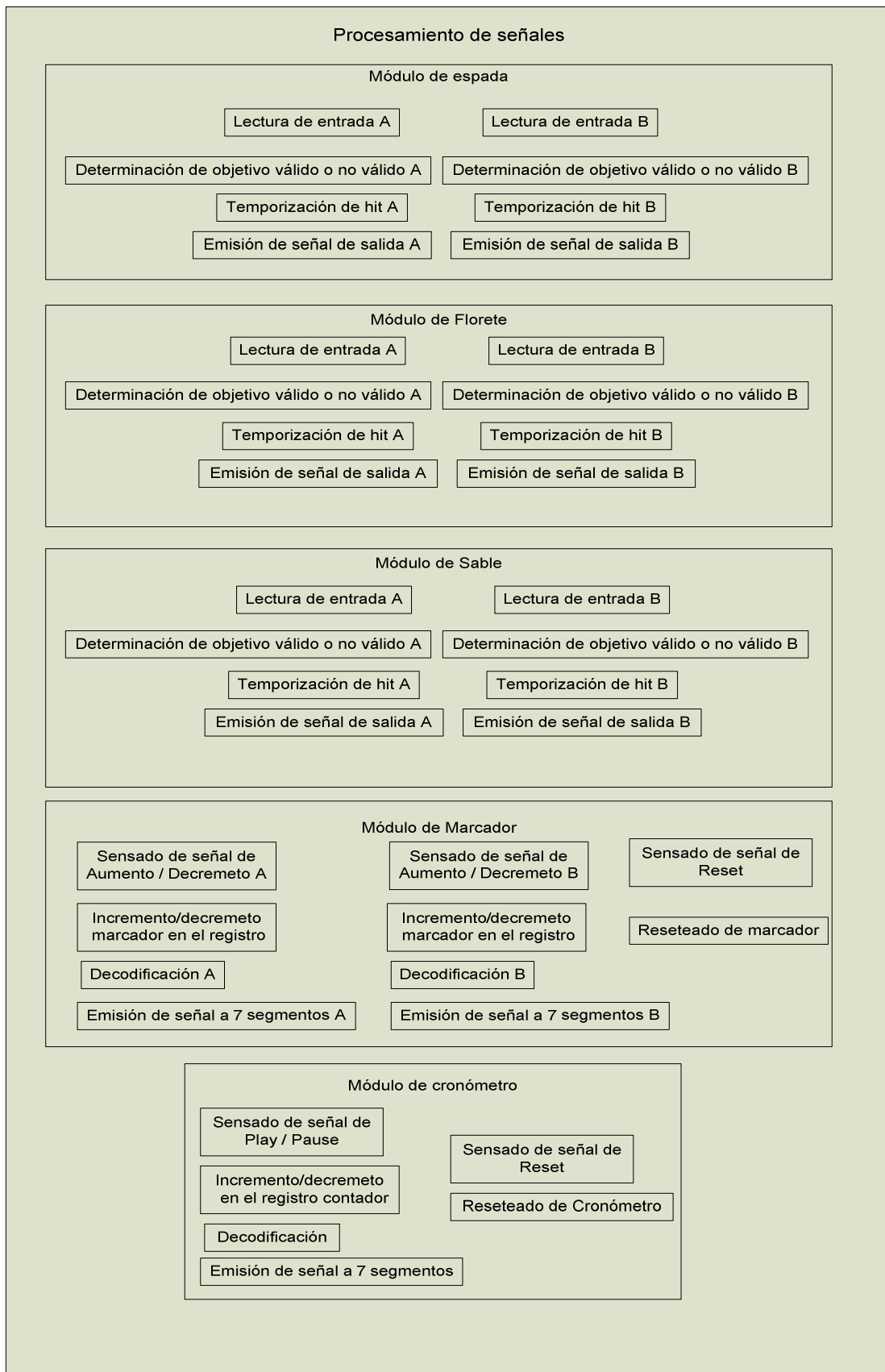


Fig. 2.4 Diagrama de bloques correspondiente a la cuarta fase

2.2 CIRCUITO Y ESQUEMA DE CONEXIONES

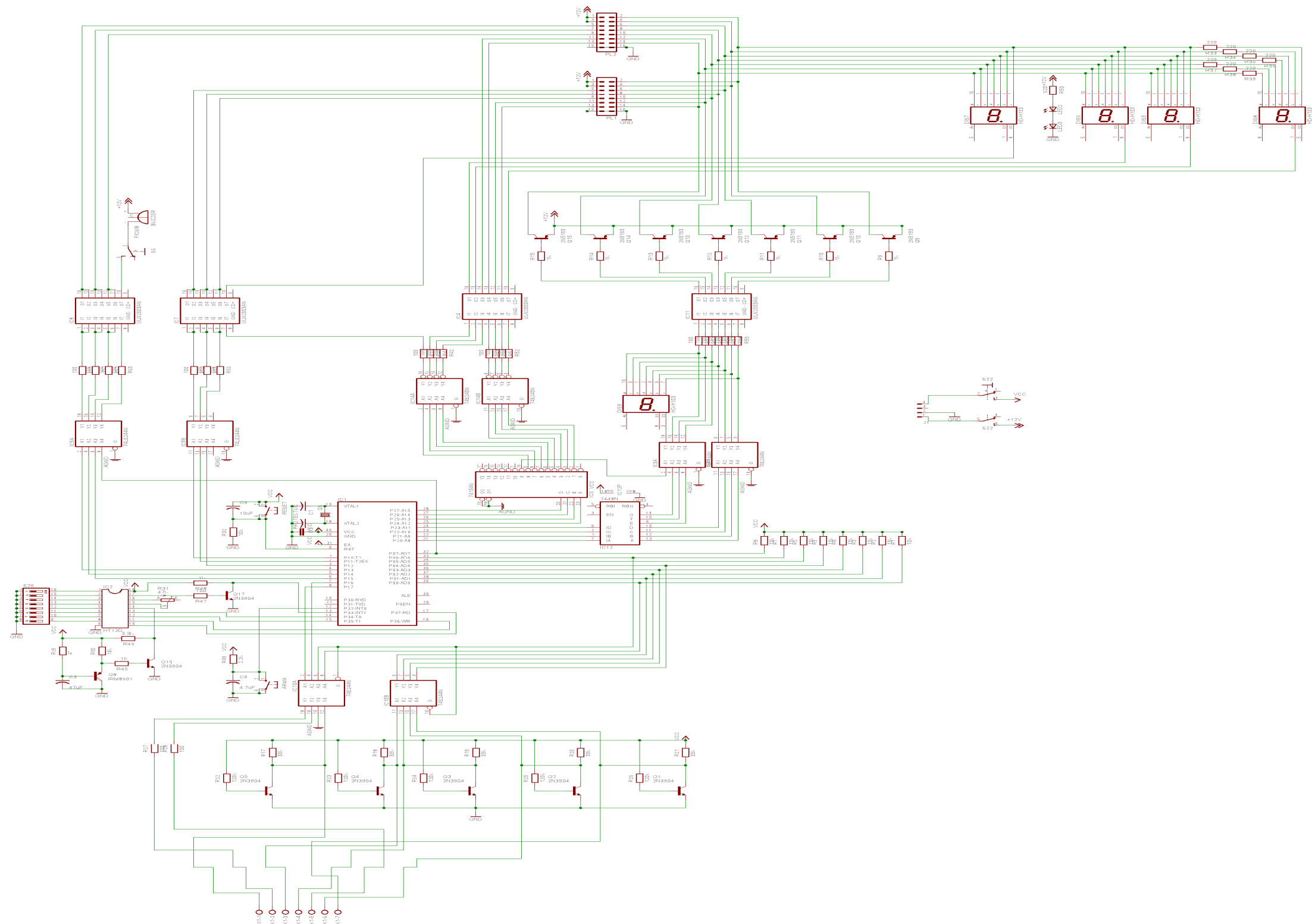


Fig. 2.5 Diagrama lógico de la Placa Mainboard

Como se puede observar las conexiones que sales de los puertos del microcontrolador son las siguientes:

P0: Se conecta a las entradas de dos buffers 74244 cuyas salidas van a las entradas de las armas.

P1: Se conecta a las entradas de dos buffers 74244 cuyas salidas van a dos ULN2003A.

P2: Los cuatro primeros pines se conectan al CI 7448 y los otros cuatro restantes a las cuatro entradas del demultiplexor 74154N.

P3: Uno de los pines del P3 va directamente al pulsante que selecciona las armas, otros tres pines se los conecta al HT12D, los demás quedan libres.

En la Figura 2.5 se describe el diseño de la Placa Principal (Mainboard), la misma que consta de 4 partes principales:

1. Control: Conformada por el microcontrolador AT89C55WD y su respectivo circuito de reset, estándar para todos los microcontroladores ATMEL compatibles con los modelos AT80C51.
2. Recepción Infrarroja: Conformada por el receptor IRM8601S y su respectivo circuito detallado en la sección anterior y ampliado en el Anexo.
3. Selección de armas: Constituida principalmente por dos buffers 74S244N y cinco transistores 2N3904. Cada uno de los transistores se comporta como switches que se abren o cierran dependiendo del voltaje que se entregue. A continuación se describen los cálculos realizados para la anotación de un punto al hacer un hit:

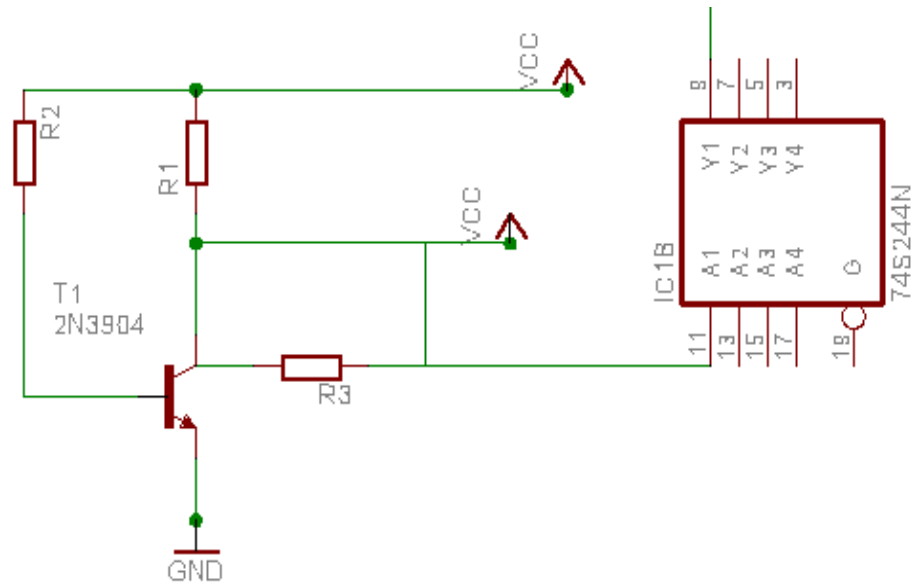


Fig. 2.6 Circuito para calcular las resistencias y corrientes del sistema de selección de las armas

- $V_{cc} = 5V$
- $V_e = 0V$
- $V_{be} = 0.6V = V_b$ (Región Activa)
- $V_c = 2.8V$ (Mínimo fijado para tener 1L y hacer un hit)
- $R_3 =$ Resistencia del arma (200Ω)
- $R_1 = 33K$ (Debe ser bastante mayor a R_1 para que el paralelo entre ambas sea equivalente a 200Ω).

$$R_{eq} = 33K\Omega + 200\Omega / 33K\Omega + 220\Omega$$

$$R_{eq} = 221\Omega$$

Cuando un jugador golpea a otro la resistencia del arma (200Ω) se ubica inmediatamente en paralelo con la resistencia de $33K$ ya que el voltaje que se fija a la entrada del buffer es $5V_{DC}$.

Luego de obtener la Resistencia Equivalente (R_{eq}), el circuito se reduce al siguiente mostrado en la Figura 2.7:

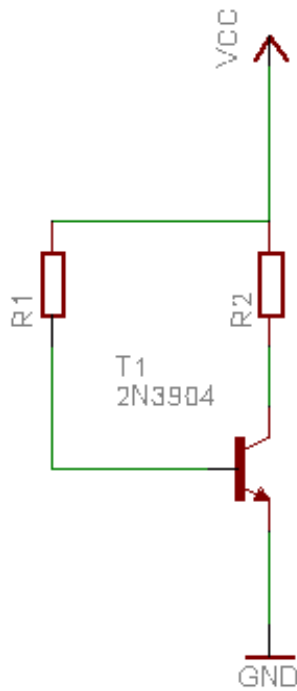


Fig. 2.7 Circuito equivalente

- $V_{cc} = 5V$
- $R_2 = 221\Omega$
- $V_e = 2.8V$
- $100 \leq \beta \leq 300$ (En Región Activa Normal)

Para $\beta = 100$

$$I_c = \frac{V_{cc} - 2.8V}{221\Omega}$$

$$I_c = \frac{2.2V}{221\Omega}$$

$$I_c = 10mA$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta}$$

$$I_b = 100\mu A$$

$$V_{cc} - I_b \cdot R_b = 0.6V$$

$$R_b = \frac{V_{cc} - 0.6V}{I_b}$$

$$R_b = \frac{(5 - 2.8)V}{100\mu A}$$

$$R_b = 44K\Omega$$

Para $\beta= 300$

$$I_c = \frac{V_{cc} - 2.8V}{221\Omega}$$

$$I_c = \frac{2.2V}{221\Omega}$$

$$I_c = 10mA$$

$$I_b = I_c / \beta$$

$$I_b = 33\mu A$$

$$V_{cc} - I_b \cdot R_b = 0.6V$$

$$R_b = \frac{V_{cc} - 0.6V}{I_b}$$

$$R_b = \frac{(5 - 2.8)V}{33\mu A}$$

$$R_b = 133 K\Omega$$

Entonces la resistencia de base estará entre $44K\Omega$ y $133K\Omega$.

En este caso se escogió un valor de $123k\Omega$ ya que con ese valor de resistencia se obtiene el mejor funcionamiento del equipo luego de varias pruebas realizadas.

4. Cronómetro y Round: Conformado por 4 displays, tres de ellos destinados para el cronómetro y uno para el round.

En las Figuras 2.8 y 2.9 se muestran los diseños inferior y superior de la Placa Mainboard respectivamente.

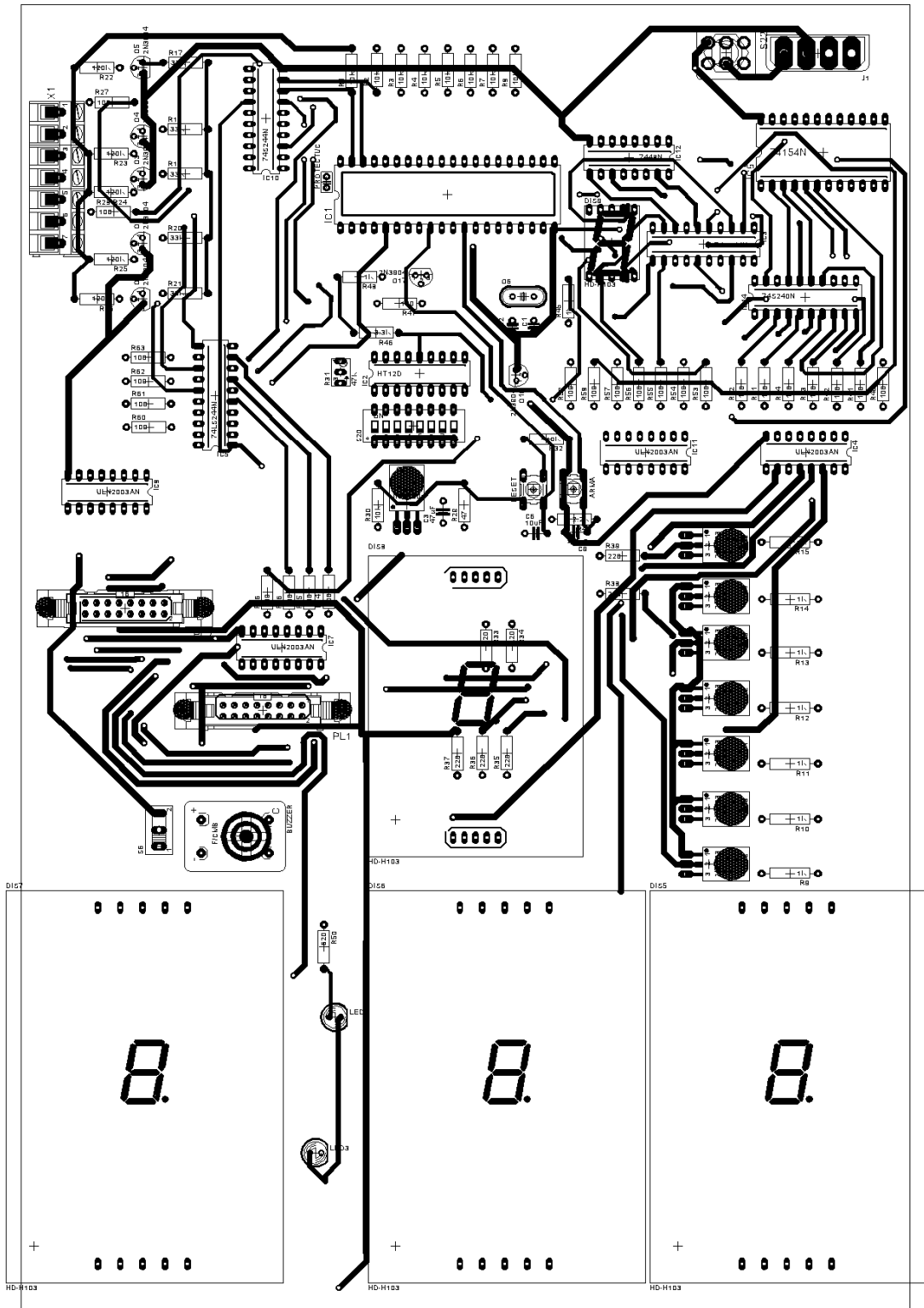


Fig. 2.9 Placa principal central lado superior

En la Figura 2.10 se muestra el diseño del diagrama circuital de las placas que contienen ambos juegos de displays, cada una de ellas tiene dos displays de 4 pulgadas cada uno y 6 bombillas de 12 Voltios cada una.

Dos bombillas constituyen una lámpara ya sea de color rojo, verde, amarillo o tomate.

Estas lámparas se encenderán cuando un jugador realice un hit o a su vez registre un golpe a pista o a un objeto no válido.

Los diseños de las placas se muestran a continuación en las Figuras 2.11 y 2.12.

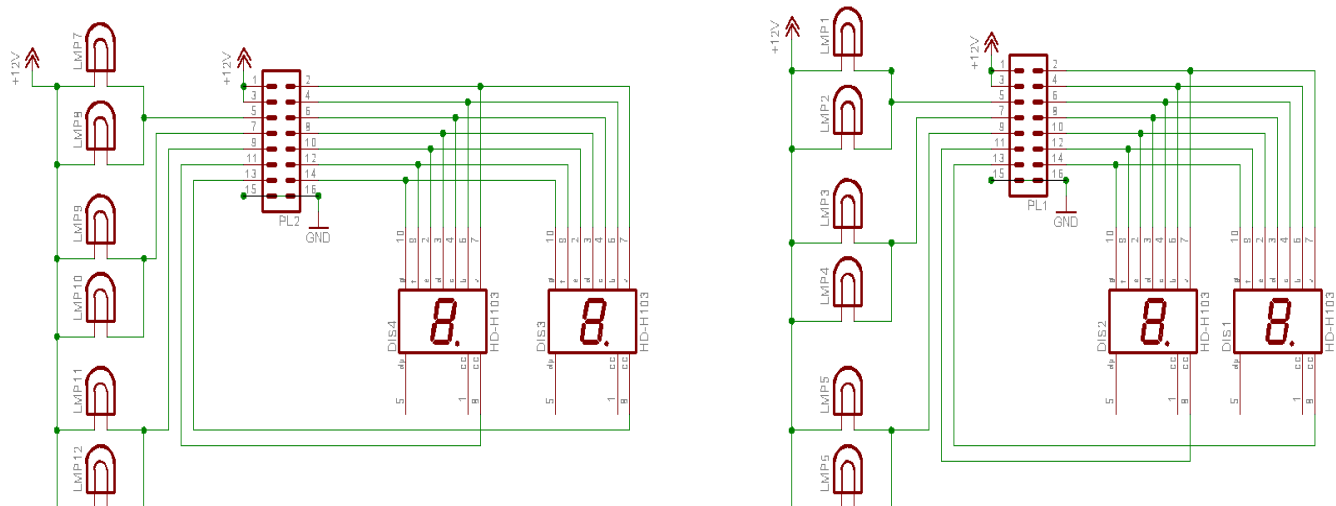


Fig. 2.10 Diagrama circuital de la Placa *Displays*

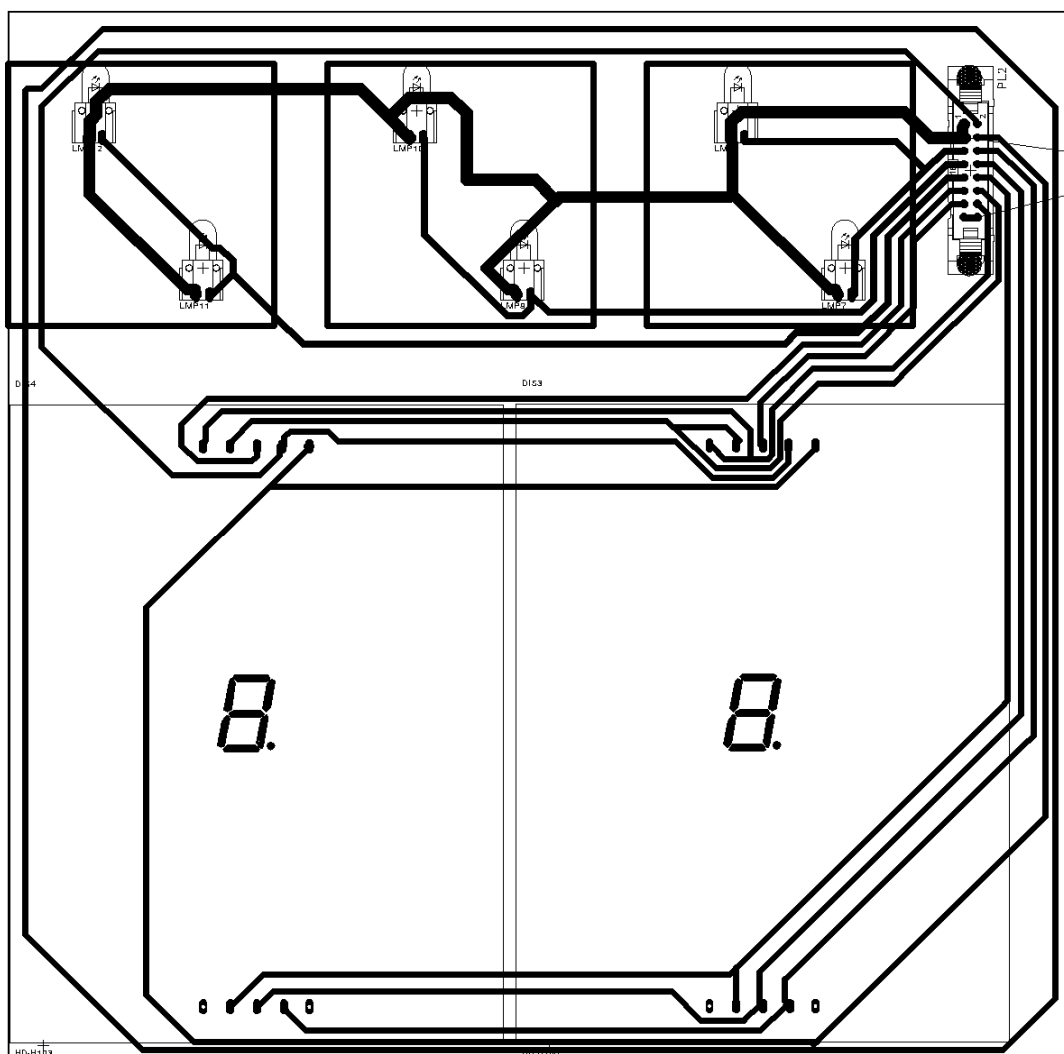


Fig. 2.11 Placa *Displays* 1

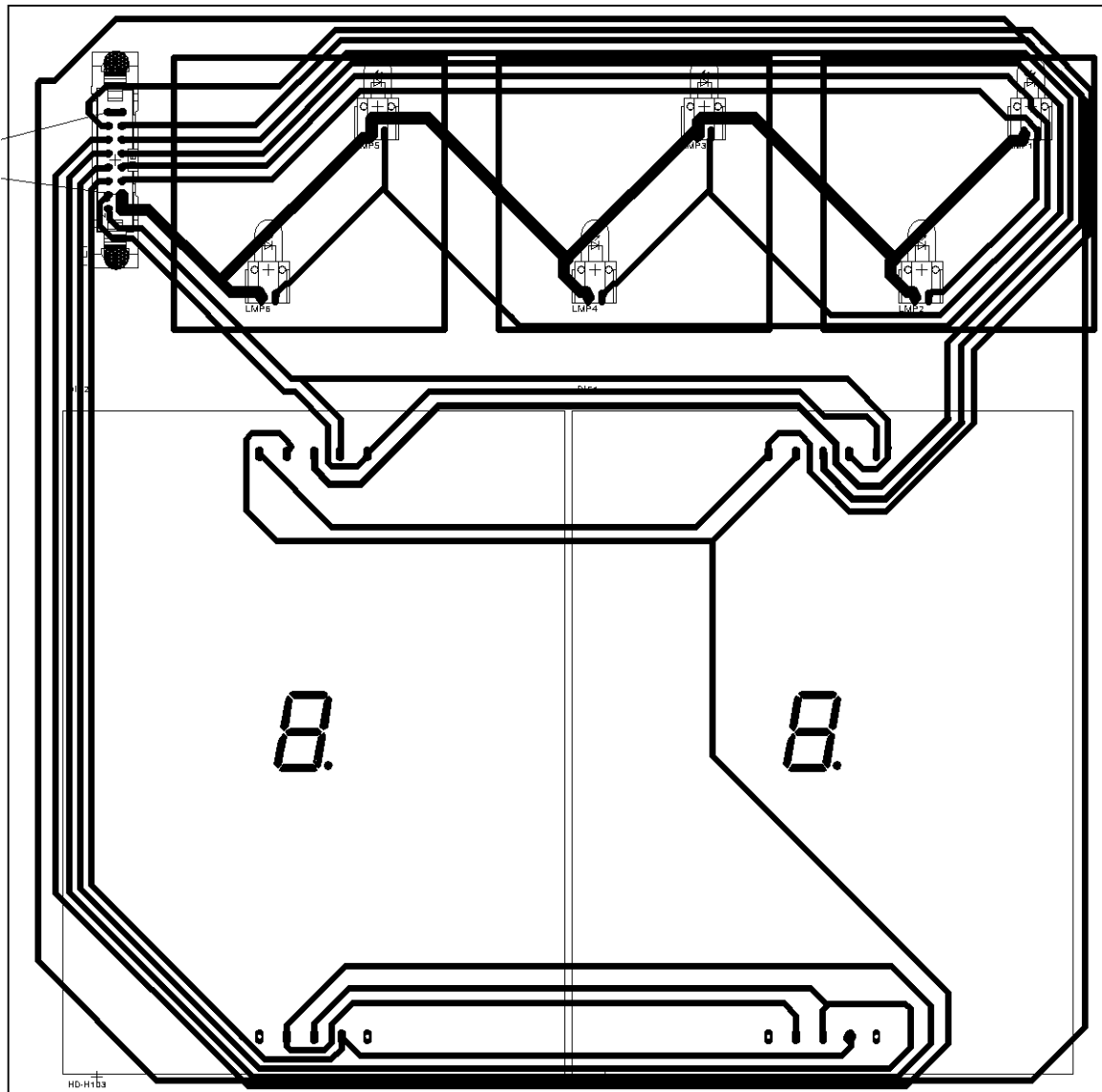


Fig. 2.12 Placa Displays 2

En la Figura 2.13 se muestra el diseño del circuito para control remoto, el mismo que basa sus cálculos en los diagramas mostrados en las Figuras 1.31, 1.34 y 1.36.

Hay que recalcar que el circuito del timer 555 es el estándar utilizado para varios circuitos donde se desea implementar un oscilador.

El Diseño de la placa Control Remoto se observa en la Figura 2.14.

Una vez que se diseñan los circuitos, se realizan las pruebas necesarias y se diseñan las placas, se procede a ensamblar todo el aparato de puntuación.

La Figura 2.15 muestra las tres tarjetas del equipo de puntuación ensambladas.

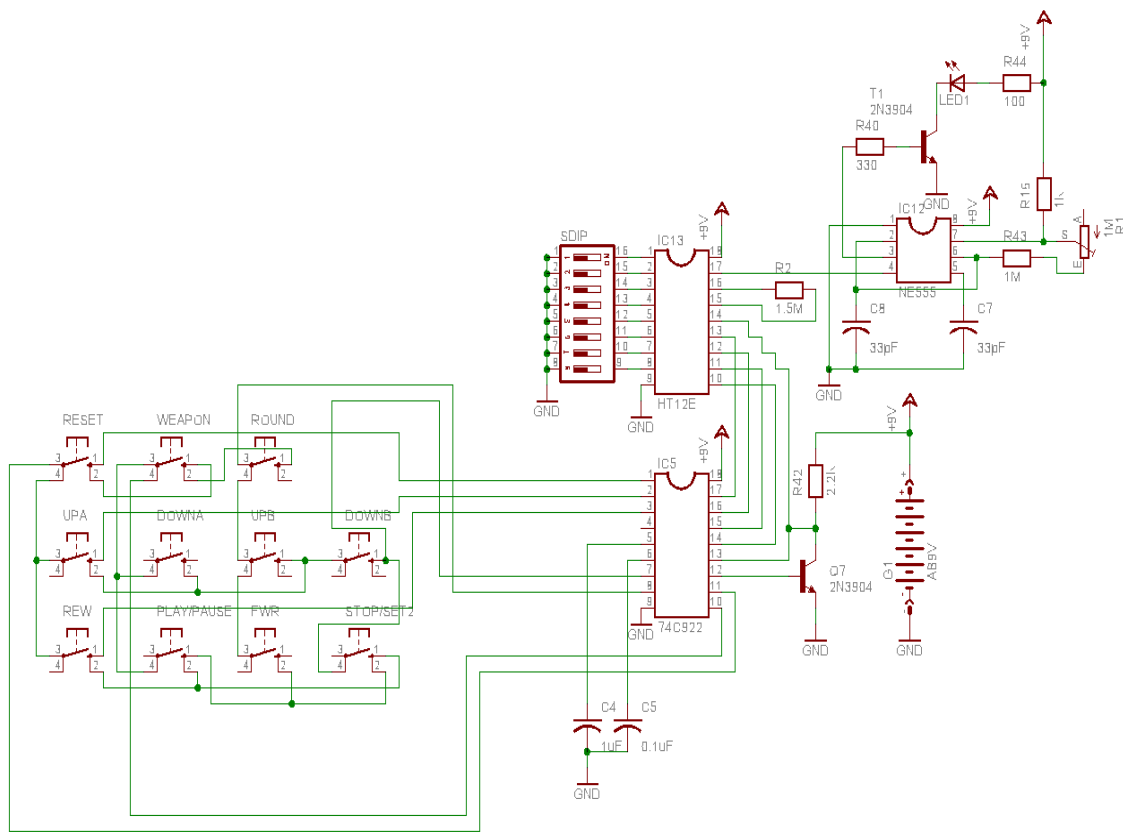


Fig. 2.13 Diagrama circuital de la Placa Control Remoto

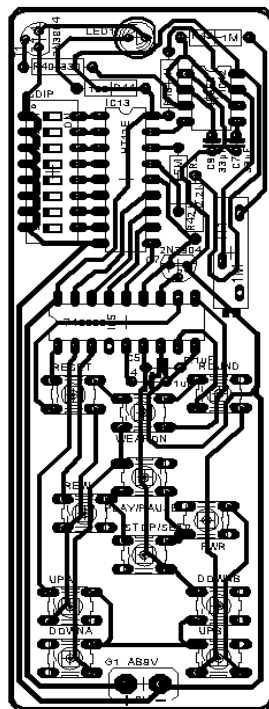


Fig. 2.14 Placa Control Remoto

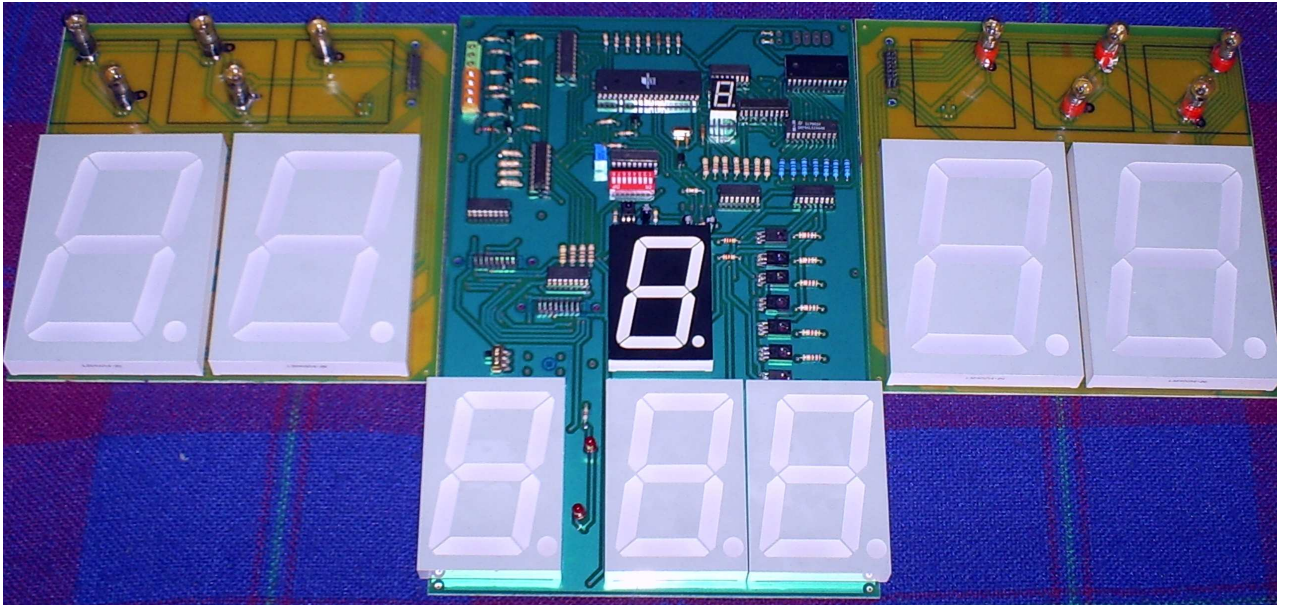


Fig. 2.15 Equipo Implementado

2.3 DISEÑO Y MONTAJE DEL ARMAZÓN

Una vez ensambladas las placas que conforman el tablero de puntuación se empezó a realizar un bosquejo para diseñar la fachada del armazón.

Se realizaron las medidas correspondientes en AUTOCAD para determinar las distancias entre los displays, la altura del armazón, determinada por las lámparas, el ancho del equipo determinado por la fuente de voltaje, etc.

Desde las Figuras 2.14 hasta 2.17 se observan las tres vistas principales de la máquina, las cuales permitieron realizar el trabajo de diseño y montaje del equipo.

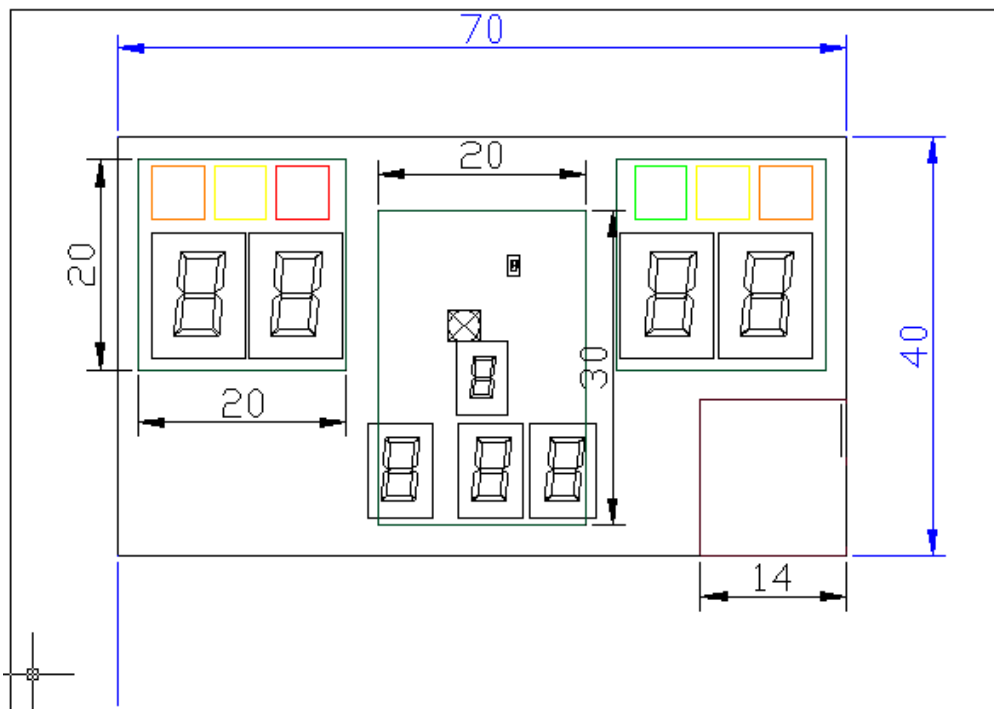


Fig. 2.14 Vista Frontal del Armazón

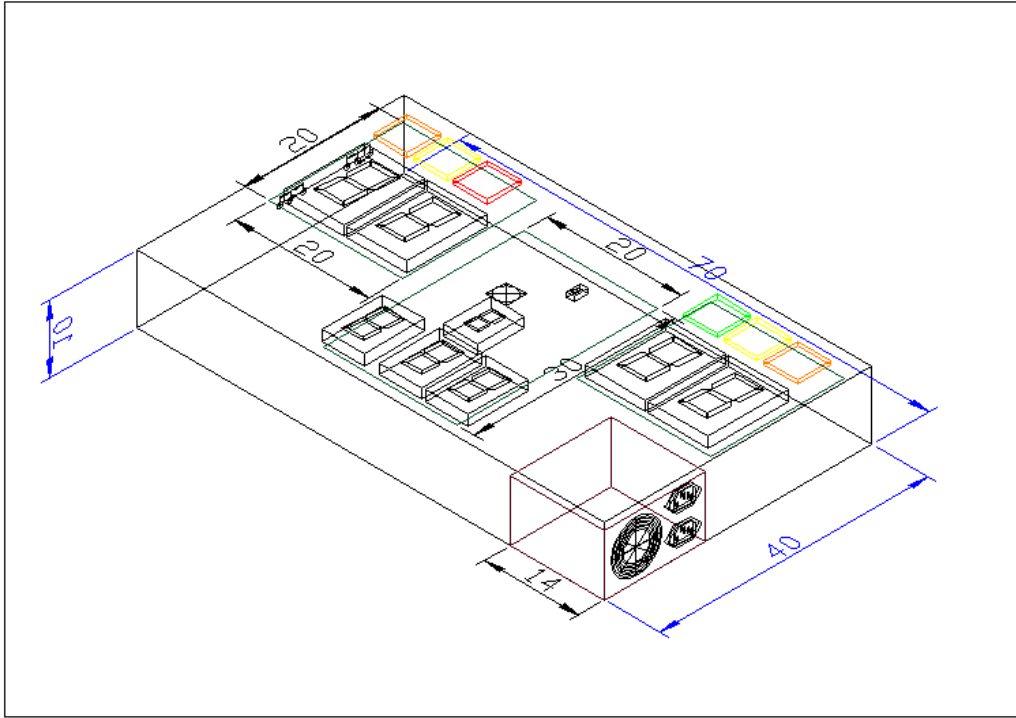


Fig. 2.15 Perspectiva Isométrica SE del Armazón

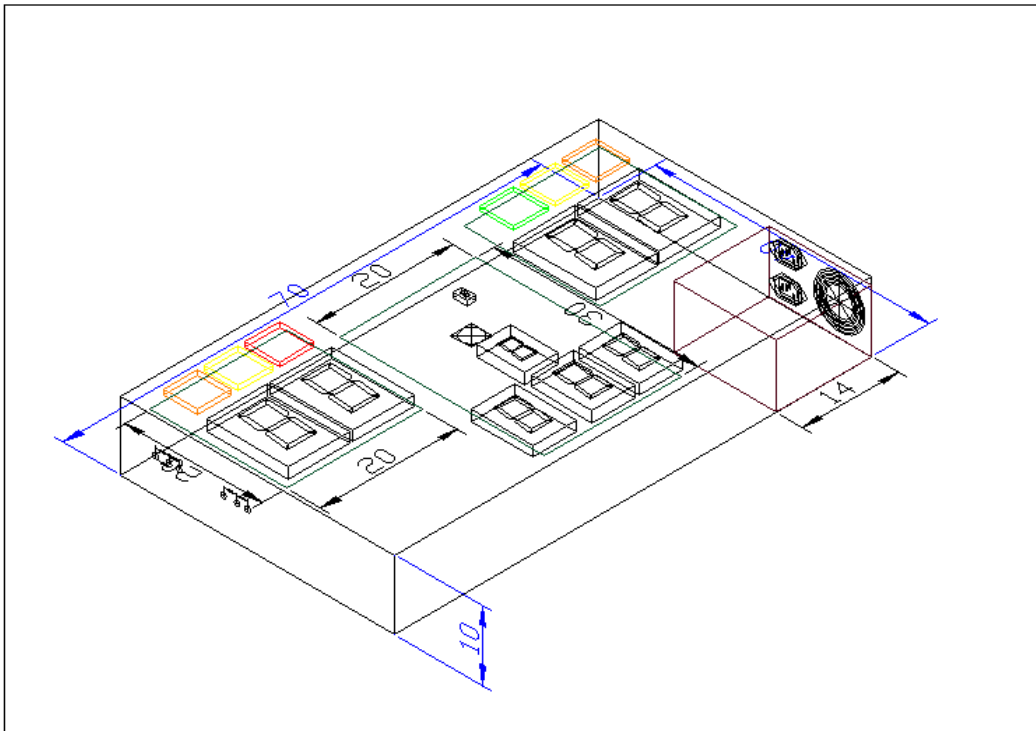


Fig. 2.16 Perspectiva Isométrica SO del Armazón

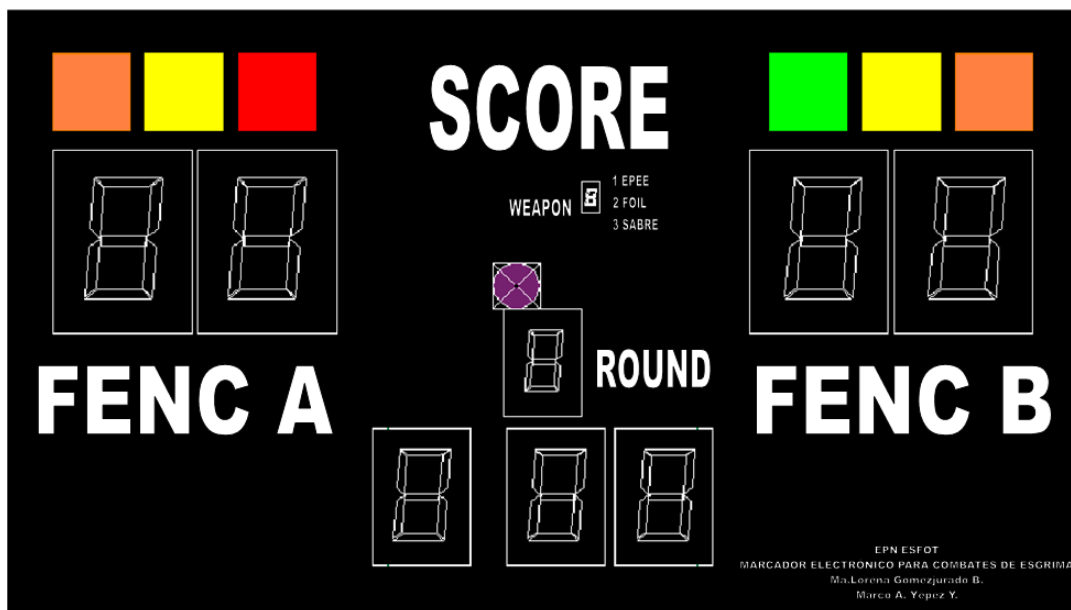


Fig. 2.17 Panel Frontal del Marcador

Una vez realizado el diseño y comprobando que las medidas encajan de manera correcta, se decidió enviar los planos del equipo para que expertos fabriquen la máquina de manera profesional.

En las Figuras 2.18 y 2.19 se observa el equipo terminado y construido.

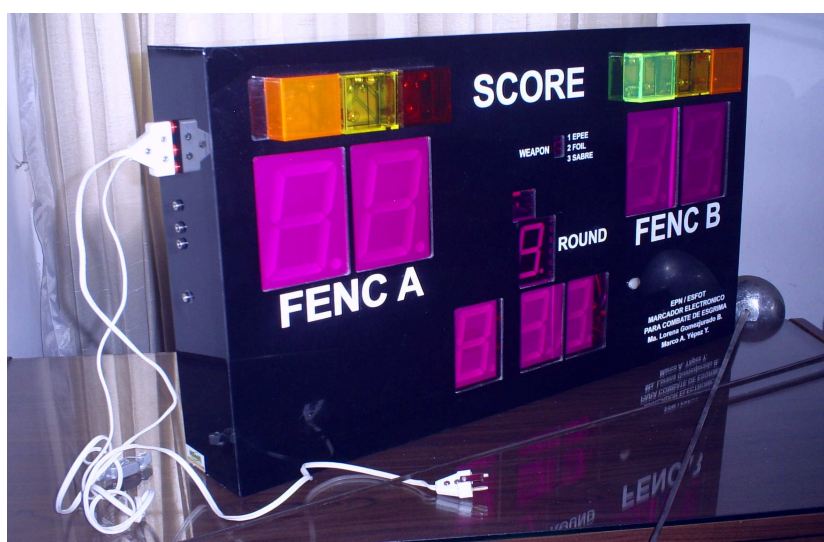


Fig. 2.18 Equipo de puntuación Ensamblado

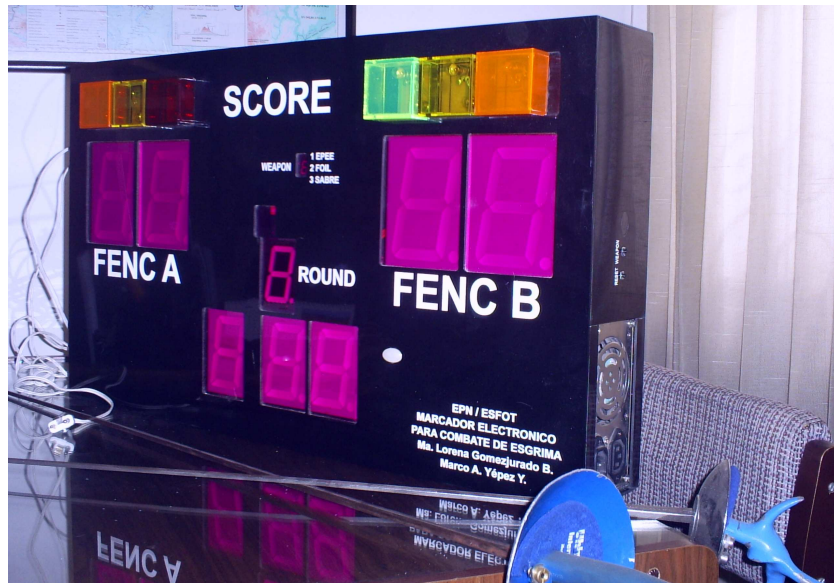


Fig. 2.19 Equipo ensamblado observado desde otro ángulo

CAPÍTULO 3

3.1 ESQUEMATIZACIÓN POR DIAGRAMAS DE FLUJO Y PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR AT89C55WD

3.1.1 ESQUEMATIZACIÓN POR DIAGRAMAS DE FLUJO

Un paso previo a la programación del microcontrolador fue realizar el bosquejo del programa mediante diagramas de flujo.

Este tipo de diagramas son una herramienta necesaria y de gran ayuda la cual permite ir analizando paso a paso el desarrollo del programa.

Antes de empezar a realizar el diagrama de flujo se debe comprender el funcionamiento del circuito y el propósito del mismo, identificar las variables que intervienen en la programación y las operaciones que se requerirán para lograr el objetivo final.

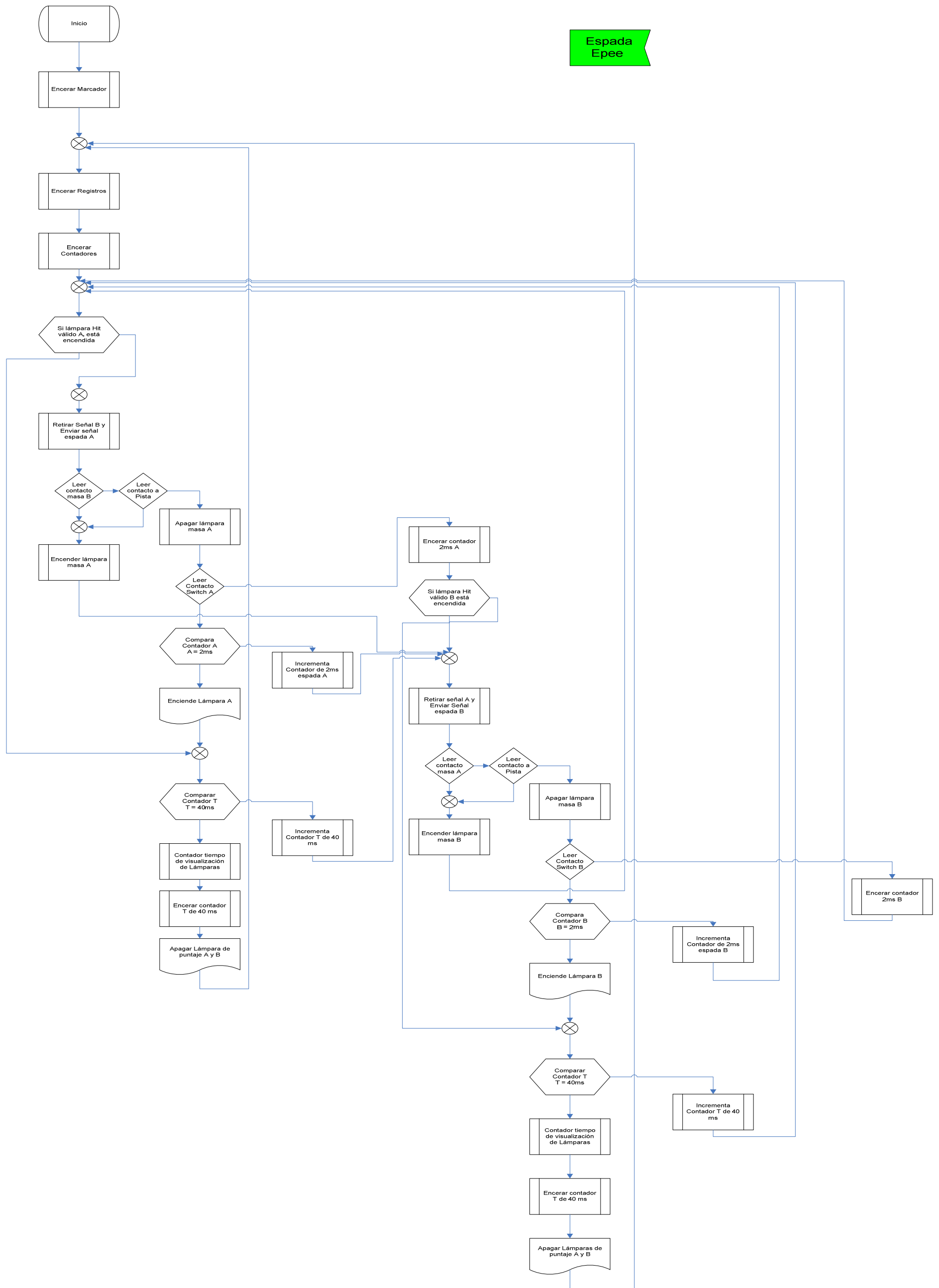
En este caso se realizaron tres diagramas de flujo, uno para cada arma ya que cada una de ellas tiene diferente reglamento y por ende diferente programa.

Una vez realizado el diagrama de flujo se analiza cuidadosamente para determinar si hay errores o redundancia en el procedimiento.

Cabe recalcar que un error es más fácil de detectar en el diagrama de flujo que en el programa y sobre todo cuando los programas son extensos y complicados como en este caso.

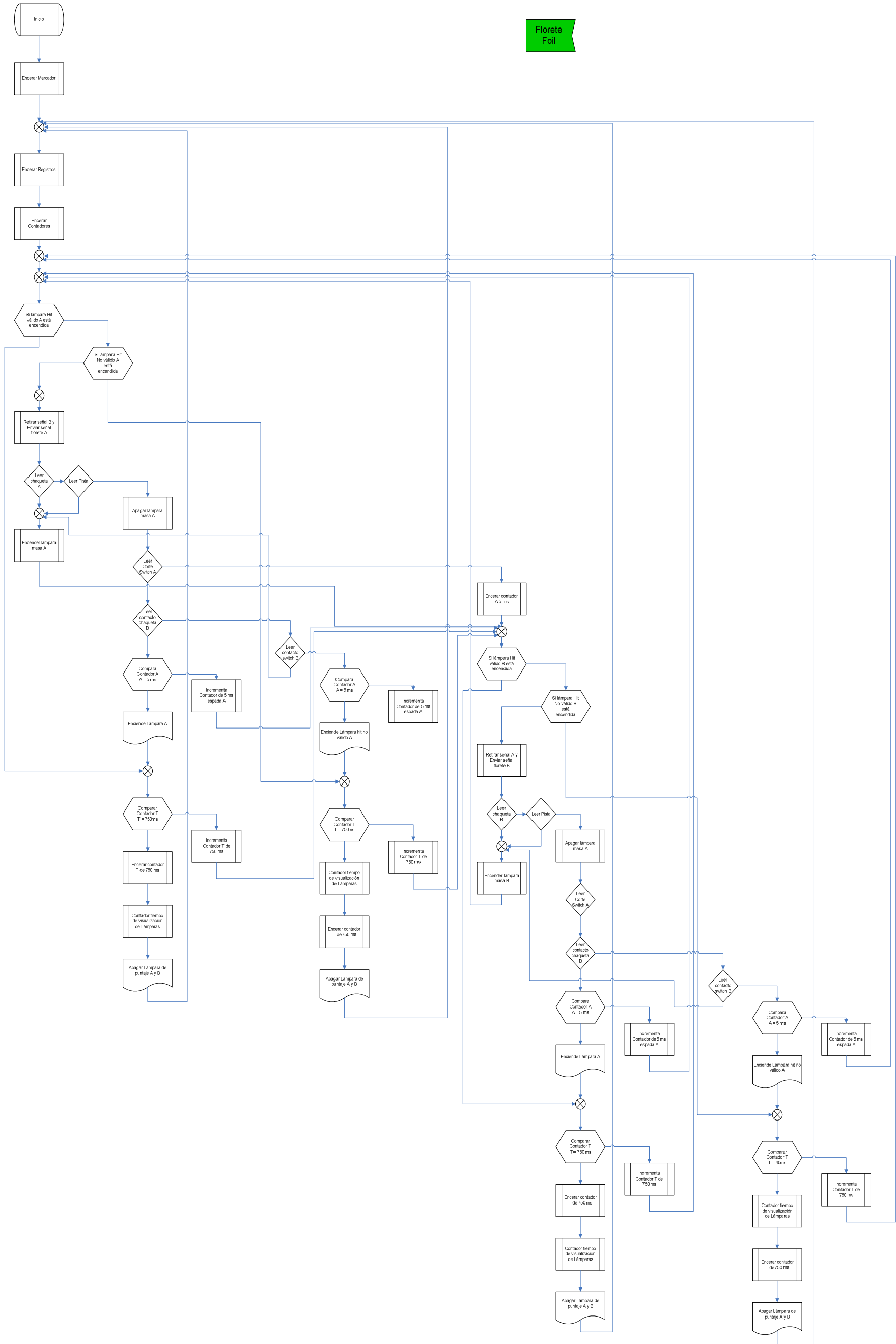
A continuación se presentan los tres diagramas de flujo correspondientes a las disciplinas que se practican en Esgrima.

3.1.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA ESPADA

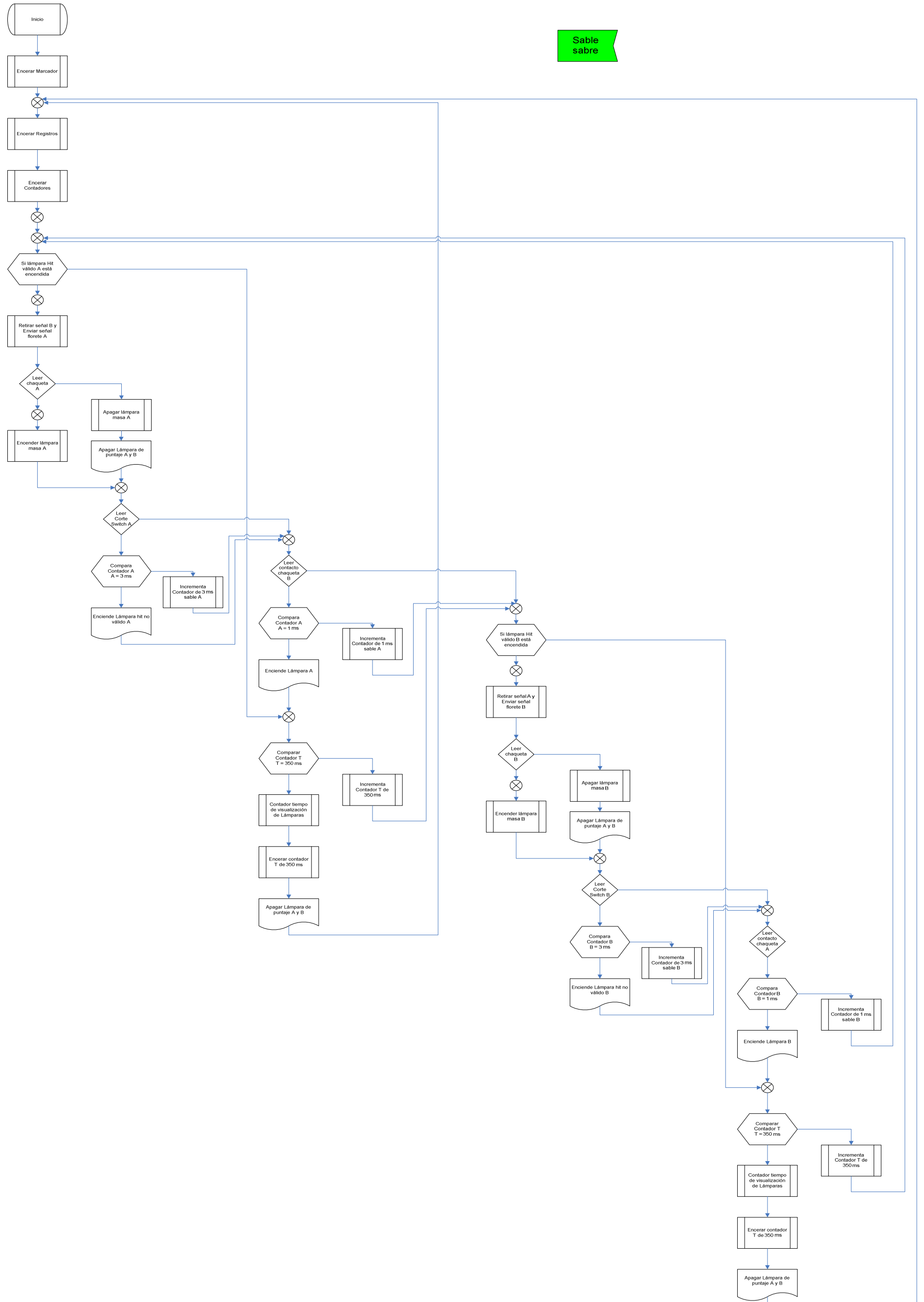


3.1.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA FLORETE

Florete Foil



3.1.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA SABLE



3.2 PROGRAMACIÓN EN LENGUAJE ASSEMBLER

Después de haber realizado y corregido los diagramas de flujo para las tres disciplinas, se procedió a programar el microcontrolador.

De manera ordenada se siguieron los pasos detallados en los diagramas para conservar la secuencia de criterios y no cometer errores, que en la mayoría de los casos son ignorables pero difíciles de detectar.

Se decidió realizar la programación del microcontrolador AT89C55WD en lenguaje Assembler ya que este lenguaje fue estudiado y analizado muy detalladamente desde el inicio de la carrera, este lenguaje esta conformado por instrucciones sencillas y versátiles.

El set de instrucciones del lenguaje Assembler es extenso por lo que para cada necesidad hay una aplicación sencilla encargada de resolver los problemas que se vayan presentando en el transcurso de la programación.

A continuación se detalla el programa que se utilizo para la elaboración del proyecto en curso.

```

ORG 00H
LJMP INICIO
.....
;CONFIGURACIÓN INTERRUPCIONES DE ESGRIMA
.....
ORG 03H
LCALL CONTROLES
VOLVER: RETI

ORG 0BH
LCALL     TIMER0
RETI

ORG 013H
LCALL     REMOTO
RETI

ORG 1BH
LCALL     TIMER1
RETI

.....
;CONFIGURACIÓN INTERRUPCIONES DE
CRONÓMETRO (TIMER 2)
.....
ORG 0C8H
LCALL     TIMER2
RETI

.....
ORG 0F8H
TIMER0: SETB RS0
CLR  RS1
CJNE R2,#00H,REGISTROA
LCALL     BANDERAA

```



```

                                RETI
REGISTROA:                      CLR  TF0
                                DEC  R2
                                RETI
TIMER1:                          SETB RS0
                                CLR  RS1
                                CJNE R2,#00H,REGISTROB
                                LCALL   BANDERAB
                                RETI
REGISTROB:                      CLR  TF0
                                DEC  R2
                                RETI
TIMER2:                          MOV  0C8H,#04H
                                LCALL REGISTRO
                                LCALL   BARRIDO
                                RETI
BANDERAA:                      CLR  TR0
                                MOV  TH0,#00H
                                MOV  TL0,#00H
                                MOV  R0,#01H
                                RET
BANDERAB:                      CLR  TR1
                                MOV  TH1,#00H
                                MOV  TL1,#00H
                                MOV  R1,#01H
                                RET
CONTROLES:                      CLR  RS0
                                CLR  RS1
                                INC  R4
                                MOV  P1,#00H
                                CJNE R4#01,SABL
                                LJMP CONTIN
SABL:                          CJNE R4#02,ESPA

```

```

                LJMP CONTIN
ESPA:          MOV  R4,#00H
CONTIN:       CLR  RS0
                SETB RS1
                MOV  0CCH,#00BH
                MOV  0CDH,#0FEH
                MOV  R3,#0D0H
                MOV  R4,#007H

                SETB RS0
                SETB RS1
                CLR  TR1
                CLR  TF0
                CLR  TF1
                MOV  R0,#00H
                MOV  R1,#00H
                MOV  R2,#03H
                MOV  TH0,#00H
                MOV  TL0,#00H
                MOV  TH1,#00H
                MOV  TL1,#00H
                RET

                .....
                ;CONFIGURACIÓN DEL CONTROL REMOTO
                .....

REMOTO:      MOV  A,P3
                ANL  A,#0F0H
                CJNE A#00H,WEAPON
                CLR  RS0
                CLR  RS1
                LCALL ESPA
                RET

```

```

WEAPON:          SETB RS0
                  SETB RS1
                  CJNE A#010H,UPA
                  LCALL CONTROLES ;Tecla N°2 Selecciona el arma
de combate
                  RET
UPA:             CJNE A#020H,DOWNA
                  INC  R4 ;Tecla N°3 Incrementa el marcador del
competidor A
                  MOV  A,R4
                  ANL  A,#0FH
                  CJNE A#0AH,RETOR
                  MOV  A,#06H
                  ADD  A,R4
                  MOV  R4,A
                  ANL  A,#0F0H
                  CJNE A#0A0H,RETOR
                  MOV  R4,#00H
RETOR:          RET
DOWNA:         CJNE A#030H,U ;Tecla N°4 Decrementa el
marcador del competidor A
                  DEC  R4
                  MOV  A,R4
                  ANL  A,#0FH
                  CJNE A#0FH,RETOR
                  MOV  A,R4
                  ANL  A,#0F9H
                  MOV  R4,A
                  ANL  A,#0F0H
                  CJNE A#0F0H,RETOR
                  MOV  R4,#099H
                  RET

```

UPB: CJNE A#040H,DOWNB ;Tecla N°5 Incrementa el
marcador del competidor B

```
INC R5
MOV A,R5
ANL A,#0FH
CJNE A#0AH,RETOR
MOV A,#06H
ADD A,R5
MOV R5,A
ANL A,#0F0H
CJNE A#0A0H,RETOR
MOV R5,#00H
RET
```

DOWNB: CJNE A#050H,REWT ;Tecla N°6 Decrementa el
marcador del competidor B

```
DEC R5
MOV A,R5
ANL A,#0FH
CJNE A#0FH,RETOR
MOV A,R5
ANL A,#0F9H
MOV R5,A
ANL A,#0F0H
CJNE A#0F0H,RETOR
MOV R5,#099H
RET
```

REWT: CJNE A#060H,PLAYT ;Tecla N°7 Retrocede un
segundo el tiempo y lo detiene

```
CLR RS0
SETB RS1
MOV R0,#00H
SETB RS0
SETB RS1
```

```

DEC R0
CJNE R0#0FFH,RETOR
MOV R0#09H
DEC R1
CJNE R1#0FFH,RETOR
MOV R1#05H
DEC R2
CJNE R2#0FFH,RETOR
MOV R2,#03H
RET

```

PLAYT: CJNE A#070H,FWDT ;Tecla N°8 Si el cronómetro está detenido lo pone en marcha

```

CLR RS0
SETB RS1
CJNE R0#00H,PAUSET
MOV R0,#01H
RET

```

PAUSET: MOV R0,#00H ; " Si está corriendo lo pone en Pausa manteniendo el tiempo

```
RET
```

FWDT: CJNE A#080H,SELMINUT ;Tecla N°9 Adelanta el cronómetro un segundo y lo detiene

```

CLR RS0
SETB RS1
MOV R0,#00H
SETB RS0
SETB RS1
INC R0
CJNE R0#0AH,RETORN
MOV R0#00H
INC R1
CJNE R1#06H,RETORN
MOV R1#00H

```

```

INC R2
CJNE R2#03H,MORET
MOV R2,#00H
RET
MORET: CJNE R2#0AH,RETORN
MOV R2,#00H
SELMINUT: CJNE A#090H,SELROUND ;Tecla N°9 Si cronómetro
está en marcha o es diferente a 0:00 lo encera
CLR RS0 ;Si está en 0:00 selecciona cuántos
minutos se competirá
SETB RS1
CJNE R0#00H,STOPT ;Si cronómetro está en marcha
vaya a detenerlo y reiniciar
MOV R0,#00H
SETB RS0
SETB RS1
CJNE R0#00H,STOPT
CJNE R1#00H,STOPT
INC R2
CJNE R2#0AH,RETORN
STOPT: MOV R0,#00H
SETB RS0
SETB RS1
MOV R0,#00H
MOV R1,#00H
MOV R2,#00H
RET
SELROUND: CJNE A#0A0H,RETORN ;Tecla N°10 aumenta el #
del Round que se compite
SETB RS0
SETB RS1
INC R3
CJNE R3#0AH,RETORN

```

MOV R3,#00H
RETORN: RET

.....
.....

; CONTROL DE TEMPORIZACIÓN

.....
.....

INICIO: MOV IE,#0FFH
MOV SP,#40H
MOV TCON,#05H ;Activamos las interrupciones
externas por flanco

CLR P0.6 ;Activa las GATES de los buffers
conectados a los puertos del microcontrolador

CLR P0.7 ;ALARMA inicialmente apagada

MOV P2,#00H

MOV 0CAH,#00BH ;RCAP2L

MOV 0CBH,#0FEH ;RCAP2H

MOV 0C8H,#00000100B ;Arranca timer2

SETB RS0 ;Escojemos el Banco de registros #03
para el cronómetro

SETB RS1

MOV R0,#00H

MOV R1,#00H

MOV R2,#03H ;Este registro fija las Unidades de
minutos a competir

MOV R3,#00H ;Este registro es para el round que se
está compitiendo

MOV R4,#00H

MOV R5,#00H

MOV R6,#00H

MOV R7,#00H

```

MOV  TMOD,#11H
MOV  IP,#010H
MOV  P1,#00H
CLR  RS0
CLR  RS1
MOV  R4,#00H    ;Registro R4: 00h espada; 01h
florete,02H sable

SETB RS0
CLR  RS1
MOV  R2,#00H
MOV  R1,#00H
MOV  R0,#00H

UNSEGUNDO:    CLR  RS0
               SETB RS1
               MOV  0CCH,#00BH    ;Contará 500 CM para lograr una
frecuencia de 2KHz

               MOV  0CDH,#0FEH
               MOV  R3,#0D0H    ;07D0H es 2000 ciclos de 500 mseg.
para obtener un segundo

               MOV  R4,#007H

LJMP ESGRIMA

REGISTRO:     CLR  RS0
               SETB RS1
               CJNE R0#01H,NADA
               CJNE R3#00H,RETORNOR3
               DEC  R3
               CJNE R4#00H,RETORNOR4
               MOV  R3,#0D0H    ;07D0H es 2000 ciclos de 500 useg.
para obtener un segundo

               MOV  R4,#007H
               LCALL KHRONOS

```



```

RET
LJMP UNSEGUNDO

RETORNOR3:    DEC  R3
              RET

RETORNOR4:    DEC  R4
              RET

NADA:         RET

KHRONOS:     SETB RS0
              SETB RS1
              CJNE R0,#000H,TIEMPO
              LJMP DIEZSEG

UNIMIN:      MOV  R2,#02H    ;cronómetro para 3 minutos
DECSEG:      MOV  R1,#05H    ;decenas de segundos
UNISEG:      MOV  R0,#09H    ;unidades de segundos
              SETB RS0
              CLR  RS1
              RET

TIEMPO:     DEC  R0
              SETB RS0
              CLR  RS1
              RET

DIEZSEG:    CJNE R1#00H,REG1
              LJMP CONTEO1

REG1:      DEC  R1
              LJMP UNISEG

CONTEO1:    CJNE R2,#00H,REG2
              CJNE R1,#00H,BAK
              CJNE R0,#00H,BAK
              CLR  RS0
              SETB RS1

```

```

CJNE R0#01H,BAK
MOV R0,#00H
SETB P1.0
SETB P1.1
SETB P1.3
SETB P1.4
BAK: SETB RS0
CLR RS1
RET

REG2: DEC R2
LJMP DECSEG

BARRIDO: MOV A,P2
ANL A,#0F0H

NUMERO2: CJNE A,#010H,NUMERO3
LJMP NUMBER2

NUMERO3: CJNE A,#020H,NUMERO4
LJMP NUMBER3

NUMERO4: CJNE A,#030H,NUMERO5
LJMP NUMBER4

NUMERO5: CJNE A,#040H,NUMERO6
LJMP NUMBER5

NUMERO6: CJNE A,#050H,NUMERO7
LJMP NUMBER6

NUMERO7: CJNE A,#060H,NUMERO8
LJMP NUMBER7

NUMERO8: CJNE A,#070H,NUMERO9
LJMP NUMBER8

NUMERO9: CJNE A,#080H,NUMBER1
LJMP LEDARMA

NUMBER1: SETB RS0
SETB RS1
MOV P2,#00H

```

```
MOV A,P2
ORL A,R3
MOV P2,A
SETB P2.4
SETB RS0
CLR RS1
RET
```

```
NUMBER2: SETB RS0
          SETB RS
          MOV P2,#00H
          MOV A,P2
          ORL A,R4
          ANL A,#00FH
          MOV P2,A
          SETB P2.5
          SETB RS0
          CLR RS1
          RET
```

```
NUMBER3: SETB RS0
          SETB RS1
          MOV P2,#00H
          MOV A,P2
          ORL A,R4
          ANL A,#0F0H
          MOV B,#010H
          DIV AB
          MOV P2,A
          SETB P2.4
          SETB P2.5
          SETB RS0
          CLR RS1
```

RET

NUMBER4: SETB RS0
SETB RS1
MOV P2,#00H
MOV A,P2
ORL A,R5
ANL A,#00FH
MOV P2,A
SETB P2.6
SETB RS0
CLR RS1
RET

NUMBER5: SETB RS0
SETB RS1
MOV P2,#00H
MOV A,P2
ORL A,R5
ANL A,#0F0H
MOV B,#010H
DIV AB
MOV P2,A
SETB P2.4
SETB P2.6
SETB RS0
CLR RS1
RET

NUMBER6: SETB RS0
SETB RS1
MOV P2,#00H
MOV A,P2

```
ORL  A,R0
MOV  P2,A
SETB P2.5
SETB P2.6
SETB RS0
CLR  RS1
RET
```

```
NUMBER7:  SETB RS0
           SETB RS1
           MOV  P2,#00H
           MOV  A,P2
           ORL  A,R1
           MOV  P2,A
           SETB P2.4
           SETB P2.5
           SETB P2.6
           SETB RS0
           CLR  RS1
           RET
```

```
NUMBER8:  SETB RS0
           SETB RS1
           MOV  P2,#00H
           MOV  A,P2
           ORL  A,R2
           MOV  P2,A
           SETB P2.7
           SETB RS0
           CLR  RS1
           RET
```

```
LEDARMA: CLR  RS0
```

```

                CLR  RS1
                MOV  A,R4
                INC  A ; CJNE  A#03H,ESPFLO
                ;INC  A
ESPFLO:        ADD  A,#090H
                MOV  P2,A
                SETB RS0
                CLR  RS1
                RET

```

```

.....
.....
;           CONTROL DE  E S G R I M A
.....
.....

```

```

ESGRIMA:      SETB RS0
              CLR  RS1
              LJMP ESPADA
ARMAS:        CLR  RS0
              CLR  RS1
              CJNE R4,#00H,READFOIL
              SETB RS0
              CLR  RS1
              SJMP CICLOA
READFOIL:     CJNE R4,#01H,READSABRE
              LJMP FOILA
READSABRE:    CJNE R4,#02H,CICLOA
              LJMP SABREA

```

```

.....
.....
;           ESPADA
.....
.....

```

```

ESPADA:      LJMP CICLOA

CICLOA:      CLR  RS0
              CLR  RS1
              CJNE R4,#00H,PROGFLO
              SETB RS0
              CLR  RS1
              JB   P1.0,CONT50A
              CLR  P1.7  ;RETIRA SEÑAL B
              SETB P1.6  ;ACTIVA SEÑAL A
              JB   P0.3,MASAA ;Leer masa
              JB   P0.4,MASAA ;Leer Pista
              CLR  P1.2

SWITCHA:     JB   P0.2,CONT2A
              CLR  TR0
              CLR  TF0
              MOV  TH0,#00H
              MOV  TL0,#00H
              LJMP CICLOB

PROGFLO:     LJMP FLORETE

MASAA:       SETB P1.2
              LJMP CICLOB

CONT2A:      JB   TR0,CICLOB
              CJNE R0,#00H,LROJOA
              MOV  TMOD,#11H
              MOV  TH0,#0F8H
              MOV  TL0,#02FH
              SETB TR0
              LJMP CICLOB

```

```

LROJOA:      SETB P1.0
              CLR  TR0
              CLR  TF0
              MOV  R0,#00H
CONT50A:     JB   TR0,ACICLOB
              CJNE R0,#00H,TAOVER
              MOV  TMOD,#11H
              MOV  TH0,#03CH
              MOV  TL0,#0AFH
              SETB TR0
ACICLOB:     LJMP CICLOB
TAOVER:     LJMP VISUAL

VISUAL:     CLR  TR0
            CLR  TR1
            CLR  TF0
            CLR  TF1
            CLR  RS0
            SETB RS1
            MOV  R0,#00H
            MOV  TH0,#0B4H
            MOV  TL0,#0BFH
            SETB RS0
            CLR  RS1
            MOV  R2,#04CH
            SETB TR0
            SETB P0.7
RETARDOE:   JNB  TF0,$
            CLR  TF0
R20:       CJNE R2,#00H,SIRENA
            MOV  R0,#00H
            MOV  R1,#00H
            MOV  P1,#00H

```



```

CLR TR0
CLR TR1
CLR TF0
CLR TF1
CLR P0.7
LJMP ESGRIMA
SIRENA: CJNE R2,#02EH,RETARDOE
CLR P0.7
LJMP R20
CICLOB: JB P1.3,CONT50B
CLR P1.6 ;RETIRA SEÑAL B
SETB P1.7 ;ACTIVA SEÑAL A
JB P0.1,MASAB
JB P0.4,MASAB
CLR P1.5
SWITCHB: JB P0.0,CONT2B
CLR TR1
CLR TF1
MOV TH1,#00H
MOV TL1,#00H
LJMP ARMAS
MASAB: SETB P1.5
LJMP CICLOA
CONT2B: JB TR1,BCICLOA
CJNE R1,#00H,LVERDEB
MOV TMOD,#11H
MOV TH1,#0F8H
MOV TL1,#02FH
SETB TR1
BCICLOA: LJMP ARMAS

```

```

LVERDEB:      SETB P1.3
               CLR  TR1
               CLR  TF1
               MOV  R1,#00H
CONT50B:      JB   TR1,BCICLOA
               CJNER1,#00H,TBOVER
               MOV  TMOD,#11H
               MOV  TH1,#03CH
               MOV  TL1,#0AFH
               SETB TR1
BCICLOA:      LJMP ARMAS
TBOVER:       LJMP VISUAL

```

```

.....
;          FLORETE
.....
.....

```

```

FLORETE:     LJMP FOILA

FOILA:       CLR  RS0
               CLR  RS1
               CJNE R4,#01H,PROGSA
               SETB RS0
               CLR  RS1
               JB   P1.0,C750A
               JB   P1.1,C750A
               CLR  P1.7
               SETB P1.6
               JB   P0.0,MASAFa
               JB   P0.4,MASAFa
               LJMP CORTEA

```

```

PROGSA:      LJMP SABLE

MASAFA:      SETB P1.2
              LJMP FOILB

CORTEA:      CLR  P1.2
              JNB  P0.1,ACHAQB

CLEARTA:     CLR  TR0
              MOV  TH0,#00H
              MOV  TL0,#00H
              MOV  R0,#00H
              LJMP AFOILB

ACHAQB:      JB   P0.2,CONT5A
              LJMP ASWITCHB

CONT5A:      JB   TR0,AFOILB
              CJNE R0,#00H,SETROJO
              MOV  TH0,#0ECH
              MOV  TL0,#077H
              MOV  R2,#00H
              SETB TR0

AFOILB:     LJMP FOILB

SETROJO:     SETB P1.0
              CLR  TR0
              MOV  R0,#00H

C750A:      JB   TR0,AFOILB
              CJNE R0,#00H,CAOVER
              MOV  TH0,#071H
              MOV  TL0,#0BBH

```

```

MOV R2,#0BH
SETB TR0
LJMP FOILB

CAOVER:    LJMP VISUAL
           CLR  TR0
           CLR  TR1
           MOV  R0,#00H
           MOV  R1,#00H
           MOV  TH0,#0B4H
           MOV  TL0,#0BFH
           MOV  R2,#04CH
           SETB TR0

RETARDOF:JNB TF0,$
           CJNE R2,#00H,RETARDOF
           MOV  P1,#00H
           LJMP FLORETE

ASWITCHB:  JNB  P0.3,AAMARILL
           LJMP MASAFA

AAMARILL:  JB   TR0, AFOILB
           CJNE R0,#00H,FOULA
           MOV  TH0,#0ECH
           MOV  TL0,#077H
           SETB TR0
           LJMP AFOILB

FOULA:    SETB P1.1
           CLR  TR0
           MOV  R0,#00H
           LJMP C750A

```

```

FOILB:      JB   P1.3,C750B
             JB   P1.4,C750B
             CLR  P1.6
             SETB P1.7
             JB   P0.2,MASAFB
             JB   P0.4,MASAFB
             LJMP CORTEB

MASAFB:     SETB P1.5
             LJMP ARMAS ;FOILA

CORTEB:     CLR  P1.5
             JNB  P0.3,BCHAQA

CLEARTB:    CLR  TR1
             MOV  TH1,#00H
             MOV  TL1,#00H
             MOV  R1,#00H
             LJMP BFOILA

BCHAQA:     JB   P0.0,CONT5B
             LJMP BSWITCHA

CONT5B:     JB   TR1,BFOILA
             CJNE R1,#00H,SETVERDE
             MOV  TH1,#0ECH
             MOV  TL1,#077H
             MOV  R2,#00H
             SETB TR1

BFOILA:     LJMP ARMAS

SETVERDE:   SETB P1.3
             CLR  TR1
             MOV  R1,#00H

```

```
C750B:      JB   TR1,BFOILA
            CJNE R1,#00H,CBOVER
            MOV  TH1,#071H
            MOV  TL1,#0BBH
            MOV  R2,#0BH
            SETB TR1
            LJMP ARMAS
```

```
CBOVER:     LJMP CAOVER
```

```
BSWITCHA:  JNB  P0.1,BAMARILL
            LJMP AFOILB
```

```
BAMARILL:  JB   TR1,BFOILA
            CJNE R1,#00H,FOULB
            MOV  TH1,#0ECH
            MOV  TL1,#077H
            SETB TR1
            LJMP BFOILA
```

```
FOULB:     SETB P1.4
            CLR  TR1
            MOV  R1,#00H
            LJMP C750B
```

```
.....
;          SABLE
.....
.....
```

```
SABLE:     LJMP SABREA
```

```

SABREA:      CLR  RS0
              CLR  RS1
              CJNE R4,#02H,BEGINING
              SETB RS0
              CLR  RS1
              JB   P1.0,CONT350A
              CLR  P1.7
              SETB P1.6
              JB   P0.0,MASASA
              CLR  P1.2
DEFECTOA:    JNB  P0.1,CONT3A
              LJMP WHITEA

BEGINING:    LJMP ESGRIMA

MASASA:      SETB P1.2
              LJMP DEFECTOA

CONT3A:      JB   P1.1,ASABLEB
              JB   TR0,ATARGETB
              CJNE R0,#00H,LBLANCAA
              MOV  TH0,#0F4H
              MOV  TL0,#047H
              SETBTR0
ATARGETB:    LJMP TARGETA

ASABLEB:     LJMP SABREB

LBLANCAA:    SETB P1.1
              CLR  TR0
              MOV  R0,#00H
              LJMP TARGETA

WHITEA:      CLR  P1.1

```

```

                                LJMP TARGETA

TARGETA:                        JNB  P0.2,RESETT1A
                                LJMP CONT1A

RESETT1A:                       JNB  P0.0,ASABLEB
                                CLR  TR0
                                MOV  R0,#00H
                                MOV  TH0,#00H
                                MOV  TL0,#00H
                                LJMP SABREB

CONT1A:                          JB   TR0,ASABLEB
                                CJNE R0,#00H,REDLIGHT
                                MOV  TH0,#0FCH
                                MOV  TL0,#017H
                                SETB TR0
                                LJMP SABREB

REDLIGHT:                       SETB P1.0
                                CLR  TR0
                                MOV  R0,#00H
                                LJMP CONT350A

CONT350A:                       JB   TR0,ASABLEB
                                CJNE R0,#00H,TIMEOVER
                                MOV  TH0,#0A8H
                                MOV  TL0,#0CAH
                                MOV  R2,#05H
                                SETB TR0

ASABLEB:                        LJMP SABREB

TIMEOVER:                       LJMP VISUAL
RETARDOS:                       JNB  TF0,$

```



```

CJNE R2,#00H,RETARDOS
MOV P1,#00H
LJMP SABLE

SABREB:    JB  P1.3,CONT350B
           CLR P1.6
           SETB P1.7
           JB  P0.2,MASASB
           CLR P1.5

DEFECTOB:  JNB P0.3,CONT3B
           LJMP WHITEB

MASASB:    SETB P1.5
           LJMP DEFECTOB

CONT3B:    JB  P1.4,BSABLEA
           JB  TR1,BTARGETA
           CJNE R1,#00H,LBLANCAB
           MOV TH1,#0F4H
           MOV TL1,#047H
           SETB TR1

BTARGETA:  LJMP TARGETB

BSABLEA:   LJMP ARMAS ;SABREA

LBLANCAB:  SETB P1.4
           CLR TR1
           MOV R1,#00H
           LJMP TARGETB

WHITEB:    CLR P1.4
           LJMP TARGETB

TARGETB:   JNB P0.0,RESETT1B

```

```

                                LJMP CONT1B

RESETT1B:    JNB  P0.2,BSABLEA
                                CLR  TR1
                                MOV  R1,#00H
                                MOV  TH1,#00H
                                MOV  TL1,#00H
                                LJMP ARMAS    ;SABREA

CONT1B:      JB   TR1,BSABLEA
                                CJNE R1,#00H,GREENLIT
                                MOV  TH1,#0FCH
                                MOV  TL1,#017H
                                SETB TR1
                                LJMP ARMAS    ;SABREA

GREENLIT:   SETB P1.3
                                CLR  TR1
                                MOV  R1,#00H
                                LJMP CONT350B

CONT350B:   JB   TR1,BSABLEA
                                CJNE R1,#00H,TOUT
                                MOV  TH1,#0A8H
                                MOV  TL1,#0CAH
                                MOV  R2,#05H
                                SETB TR1

BSABLEA:    LJMP ARMAS    ;SABREA

TOUT:       LJMP TIMEOVER
                                END

```

3.3 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Después de la elaboración del proyecto se realizó un análisis Técnico-Económico para evaluar de manera concreta la efectividad del sistema de puntuación electrónica; así como sus limitaciones y alcances.

3.3.1 ANÁLISIS TÉCNICO

A continuación se describen las facilidades e inconvenientes que se presentaron durante el desarrollo del proyecto.

Antes de empezar el bosquejo del programa se escogió un microcontrolador Microchip, específicamente el PIC16F84A. A medida que el proyecto se desarrollaba se vio que la cantidad de puertos y timers que serían necesarios para la aplicación era superior a los que dispone dicho dispositivo, por lo cual se decidió cambiar el microcontrolador por uno con mayor número de puertos y timers que facilitarían la programación. Después de haber estudiado varias posibilidades en microcontroladores, se escogió el microcontrolador AT89C55WD correspondiente a la casa ATMEL, este microcontrolador facilitó la programación.

Este proyecto necesitó el uso de varios puertos de un microcontrolador debido al número de entradas y salidas que requiere. La mayoría de microcontroladores disponen de 4 puertos y el utilizado no es la excepción, así que se tenían dos opciones en mente, una de ellas era utilizar dos microcontroladores y la otra fue optimizar los puertos de un solo microcontrolador realizando la codificación a siete segmentos de manera externa mediante la implementación de un demultiplexor de 4 a 16 líneas correspondiente al IC 74154PC para lograr el barrido de displays. Con ayuda del IC74LS48 se transforma de código BCD a siete segmentos. De esta manera se reduce de 17 a 8 los pines utilizados del microcontrolador destinados a la multiplexación de displays.

Inicialmente se utilizó un Project-**Board** para el ensamblaje del equipo de puntuación, por lo que los displays empleados fueron de 0.7 pulgadas. Este tipo de displays se prenden únicamente con *buffers* en este caso 74LS244. Al momento de realizar las pruebas con los displays de mayor tamaño, en este caso de 4, 3 y 2.2 pulgadas existieron problemas, ya que la corriente no era suficiente para prenderlos, y los segmentos no se iluminaban satisfactoriamente. Se investigaron clases de buffers y arreglos de *darlington*s para lograr una mayor iluminación de los segmentos en cada uno de los displays.

Estableciendo costos y beneficios se escogió el IC ULN2003A que es un arreglo de darlington de alta corriente y voltaje, su funcionamiento es similar a la de un buffer con la característica de poseer su salida invertida.

La manipulación del tablero electrónico se la realiza mediante control remoto para lo cual se analizó la posibilidad de adaptar este sistema para recibir ordenes de un control remoto ya sea universal o de marca; pero ya que este proyecto está destinado a entrenamientos e incluso competencias a nivel nacional, existiría el riesgo de que una persona ajena a los jueces del evento interfiera con el correcto desarrollo del mismo. Se decidió acoplar un sistema al cual no se tenga fácil acceso.

Haciendo una búsqueda exhaustiva se encontró un sistema sencillo, versátil y seguro mediante la implementación del codificador HT12E y su par, el decodificador HT12D los cuales además de tener su propio código de transmisión ofrecen al usuario la posibilidad de tener una dirección personal para el sistema y de seleccionar la frecuencia de transmisión de la señal, de modo que aún cuando un transmisor de las mismas características sea utilizado para influir en el correcto transcurso de la competencia no tendrá efectos sobre el aparato si la dirección junto con la frecuencia de portadora transmitida de aquel no coincide con la seleccionada en nuestro sistema.

3.3.2 COSTO TOTAL DEL EQUIPO DE PUNTUACIÓN

La inversión realizada para la elaboración del proyecto forma parte de la evaluación final del mismo.

A continuación se detalla el costo específico de cada uno de los elementos que forman parte de este aparato de puntuación.

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

ITM	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	CANTIDAD	V.TOTAL
1	<i>Microcontrolador AT89C55WD</i>	<i>\$8.00</i>	<i>1</i>	<i>\$8.00</i>
2	<i>IC 74C922N</i>	<i>\$14.00</i>	<i>1</i>	<i>\$14.00</i>
3	<i>IC HT12E</i>	<i>\$7.00</i>	<i>1</i>	<i>\$7.00</i>
4	<i>IC HT12D</i>	<i>\$7.00</i>	<i>1</i>	<i>\$7.00</i>
5	<i>IRM 8601</i>	<i>\$1.50</i>	<i>1</i>	<i>\$1.50</i>
6	<i>IC ULN2003</i>	<i>\$5.00</i>	<i>5</i>	<i>\$25.00</i>
7	<i>IC 74LS244</i>	<i>\$0.80</i>	<i>2</i>	<i>\$1.60</i>
8	<i>IC 74154PC</i>	<i>\$2.00</i>	<i>1</i>	<i>\$2.00</i>
9	<i>IC 74LS48</i>	<i>\$1.50</i>	<i>1</i>	<i>\$1.50</i>
10	<i>Display de 1 dígito color rojo 4"</i>	<i>\$10.00</i>	<i>6</i>	<i>\$60.00</i>
11	<i>Display de 1 dígito color rojo 3"</i>	<i>\$6.00</i>	<i>3</i>	<i>\$18.00</i>
12	<i>Display de 1 dígito color rojo 2.2"</i>	<i>\$3.00</i>	<i>1</i>	<i>\$3.00</i>
13	<i>Display de 1 dígito color rojo 0.7"</i>	<i>\$1.65</i>	<i>8</i>	<i>\$13.2</i>
14	<i>2N 3904</i>	<i>\$ 0.10</i>	<i>6</i>	<i>\$0.60</i>
15	<i>C1318</i>	<i>\$0.15</i>	<i>1</i>	<i>\$0.15</i>
16	<i>Diodo emisor infrarrojo</i>	<i>\$0.28</i>	<i>2</i>	<i>\$0.56</i>
17	<i>1N 4733</i>	<i>\$0.80</i>	<i>2</i>	<i>\$1.60</i>
18	<i>Fuente de voltaje</i>	<i>\$70.00</i>	<i>1</i>	<i>\$70.00</i>
		TOTAL		\$234.71

COMPONENTES ELÉCTRICOS

ITM234.71	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	CANTIDAD	V.TOTAL
	Zócalo Ancho de 18 pines	\$0.10	1	\$0.10
	Zócalo Ancho de 24 pines	\$0.10	1	\$0.10
	Zócalo Ancho de 40 pines	\$0.30	1	\$0.30
	Switch pequeño de dos posiciones	\$0.35	1	\$0.35
	Dipswitch 8 pines	\$1.20	2	\$2.40
	Jumpers	\$0.75	4 regletas	\$3.00
	Conectores hembra para bus de datos	\$0.90	10	\$9.00
	Transistores alta potencia ECG185	\$0.30	9	\$2.70
	Cristal 12 MHz	\$3.50	1	\$3.50
	Capacitor 10 μ f	\$0.10	1	\$0.10
	Capacitor 47 μ f	\$0.10	1	\$0.10
	Resistencia 10K, ¼ Watt	\$0.05	10	\$0.50
	Resistencia 33K, ¼ Watt	\$0.05	5	\$0.25
	Resistencia 27K, ¼ Watt	\$0.05	1	\$0.05
	Resistencia 2.2K, ¼ Watt	\$0.05	1	\$0.05
	Resistencia 47 Ω , ¼ Watt	\$0.05	1	\$0.05
	Resistencia 100 Ω , ¼ Watt	\$0.02	7	\$0.14
	Resistencia 220 Ω , ¼ Watt	\$0.02	7	\$0.14
	Resistencia 1K, ¼ Watt	\$0.02	7	\$0.14
	Resistencia 8.2K, ¼ Watt	\$0.05	1	\$0.05
	Resistencia 100 Ω , 10 Watt	\$0.30	7	\$2.10
	Foco transparente	\$0.40	12	\$4.80
	Conectores para bus de datos	\$0.10	15	\$1.50
	Cable de bus de datos	\$1.40	3.00 m	\$4.20

	<i>Placa grande doble lado</i>	<i>\$.92.00</i>	<i>1</i>	<i>\$92.00</i>
	<i>Placa display un lado</i>	<i>\$60.00</i>	<i>2</i>	<i>\$120.00</i>
	<i>Placa pequeña control remoto</i>	<i>\$36.00</i>	<i>1</i>	<i>\$36.00</i>
		TOTAL		\$283.67

OTROS

ITM	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	CANTIDAD	V.TOTAL
<i>1</i>	<i>Armazón del aparato</i>	<i>\$180.00</i>	<i>1</i>	<i>\$180.00</i>
<i>2</i>	<i>Copias</i>	<i>\$0.02</i>	<i>600</i>	<i>\$12.00</i>
<i>3</i>	<i>Anillados</i>	<i>\$1.50</i>	<i>3</i>	<i>\$4.50</i>
<i>4</i>	<i>Importación de elementos</i>	<i>\$22.00</i>		<i>\$22.00</i>
		TOTAL		\$218.5

<i>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</i>	<i>\$234.71</i>
<i>COMPONENTES ELÉCTRICOS</i>	<i>\$283.67</i>
<i>OTROS</i>	<i>\$218.50</i>
TOTAL	\$736.88

CAPÍTULO 4

4.1 CONCLUSIONES

Luego de haber ensamblado y probado el equipo se concluye lo siguiente:

1. Los conocimientos adquiridos una vez finalizada la carrera de Tecnología en Electrónica y Telecomunicaciones deben ser complementados con una profunda investigación teórica y práctica sobre los temas que se aplicarán en el desarrollo específico de un proyecto a elaborarse.
2. A fin de diseñar y desarrollar un sistema electrónico se presentan múltiples opciones para lograr el objetivo planteado, cada cual con sus respectivas ventajas e inconvenientes ya sean de tipo económico o técnico que influyen en el tiempo de realización del proyecto.
3. Es frecuente que no se consideren las características de corriente y térmicas de los dispositivos y en este caso cuando se trabajan con voltajes y corrientes relativamente altos respecto a la lógica TTL la cual es utilizado por la mayoría de dispositivos digitales; el mencionado descuido genera inconvenientes o mal funcionamiento de los dispositivos, ya sea por temperatura, sobre carga, etc.
4. Inicialmente la idea para desarrollar el proyecto estuvo basada en un diseño totalmente digital o utilizar la menor cantidad posible de componentes analógicos ya que los mismos requieren de un análisis mucho más complejo para su adaptación con respecto a los sistemas digitales. Pero conforme se desarrollaba el diseño e implementación del sistema, se presentaron problemas para los cuales una solución digital no resultó la mas conveniente, ya sea por características térmicas, de corriente, de iluminación, por economía o simplemente porque su funcionamiento no era el adecuado. Es por ello que se analizaron varias posibilidades analógicas para solucionar dichos inconvenientes, en algunos casos se tomó la decisión de adoptarlos y en otros casos descartarlos.

4.2 RECOMENDACIONES

Una vez que se ha terminado el proyecto se recomienda lo siguiente:

1. Se deben analizar las características de cada uno de los elementos eléctricos y electrónicos que se vayan a implementar en el circuito. En este caso, se presentaron problemas al inicio del proyecto ya que los displays que se adquirieron requerían de voltaje y corriente muy superiores a los inicialmente estimados en el diseño. El problema radicó en que el *datasheet* de cada displays adquirido hace referencia a un valor de voltaje de polarización muy pequeño (2v – 8v dependiendo de tamaño del display), pero cuando los probamos fueron necesarios voltajes superiores a los 12v para obtener una considerable iluminación de los segmentos.
2. Se debe tener en cuenta el valor de la corriente que circulará por la placa, ya que si ésta es mayor a los 0.5 A las pistas de la placa deberán ser más gruesas.
3. Una de las dificultades más frecuentes y representativas que se suscitaron en el transcurso del proyecto fue el saber escoger bien los dispositivos que entreguen un valor de corriente adecuada; por ejemplo para lograr una iluminación satisfactoria de los displays y las lámparas.
4. Se deben analizar las condiciones de diseño que presenta el circuito, la corriente que soporta y entrega cada integrado y sobre todo si ésta podría ocasionar daños a la placa y a los elementos que forman parte de la misma.
5. Los reglamentos de toda disciplina deportiva suelen ser modificados periódicamente, por lo que el diseño de los aparatos de puntuación deben ser flexibles a dichas modificaciones.

4.3 BIBLIOGRAFÍA

1. Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky; Electrónica teoría de circuitos y dispositivos electrónicos, octava edición.
2. Ronald J. Tocci Monroe Community Collage; Sistemas Digitales. Principios y Aplicaciones.
3. González Fabio; Apuntes de Microprocesadores
4. Costales Alcívar; Teoría y Laboratorio de Control con microprocesadores
5. Svierkovich Fabián, Teoría y Laboratorio de Electrónica Básica
6. <http://www.datasheetcatalog.com/> , Holtek, HT12D/HT12F Series Encoders
7. <http://www.datasheetcatalog.com/> , Everlight Electronics Co., LTD, IRM 8601 Infrared Remote-control Receiver Module.
8. <http://www.datasheetcatalog.com/> , Holtek, HT12E/HT12A Series Decoders.
9. <http://www.datasheetcatalog.com/>, Atmel, 8bit Microcontroller AT89C55WD
10. <http://www.datasheetcatalog.com/>, Atmel, 8051 Microcontroller Instruction Set
11. <http://www.datasheetcatalog.com/>, National Semiconductors, 74C922 16-Key Encoder.
12. <http://www.datasheetcatalog.com/>, STMicroelectronics, ULN2003A Seven Darlington Arrays.
13. <http://www.fie.ch/>, Reglamentos técnicos y materiales de Esgrima
14. <http://www.fencing.cl/>, Reglamentos técnicos y materiales de Esgrima

ANEXO A
DATASHEETS DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS