

Proyecto



Construcción de un Semáforo

Autor: Antonio Bueno

Curso: 2006-2007

INDICE

1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	2
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 CONDICIONANTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	2
1.4 POSIBLES SOLUCIONES.....	3
1.5 BOCETOS INDIVIDUALES.....	3
1.6 DISEÑO Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	4
2 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	4
3 CÁLCULOS.....	6
4 VISTAS DE LAS PIEZAS.....	7
5 ESQUEMAS Y CIRCUITOS.....	25
6 LISTADO DEL PROGRAMA.....	26
7 LISTADO DE MATERIALES.....	28
7.1 LISTADO DE PIEZAS.....	28
7.2 LISTADO DE MATERIALES.....	30
7.3 LISTADO DE HERRAMIENTAS.....	30
8 HOJA DE PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	31
9 PROCESO DE MONTAJE.....	33
10 PRESUPUESTO.....	39
11 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	40

1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

1.1 Definición del problema

El profesor de educación física del colegio Rodríguez Fornos de Valencia, realiza una unidad didáctica de educación vial con los alumnos del colegio. Generalmente utiliza, señales de tráfico y ha pensado en colocar semáforos que regulen el tráfico de forma automática.

Ante la imposibilidad de comprarlos, ya que son muy caros. Me ha propuesto que los construya con los materiales que considere oportunos.

1.2 Condicionantes del problema

- a) Se trata de un sistema eléctrico-electrónico sin movimiento.
- b) Para su correcto funcionamiento se debe conectar a la red eléctrica 230 V c.a.
- c) Puede estar en contacto directo con los alumnos de edades comprendidas entre 3 y 11 años.
- d) No debe tener partes metálicas para evitar que se puedan producir contactos indirectos a la corriente eléctrica.
- e) Las lámparas deben ser de potencia suficiente para que se vean a plena luz del día.
- f) El tiempo de duración de cada estado (Rojo, Naranja y Verde) debe ser reducido para que no se aburran los alumnos cuando esperan para pasar.
- g) Debe constar de dos semáforos, parte de vehículos y parte de peatones.
- h) Se debe poder desmontar para guardarlo fácilmente hasta el curso siguiente.
- i) Su aspecto será similar al utilizado en las calles de Valencia pero de dimensiones menores para que los alumnos lo vean con facilidad.

1.3 Antecedentes históricos

Se puede considerar como el primer semáforo a las luces de tránsito que se habían instalado en el exterior del parlamento británico de Westminster; obra del ingeniero J.P. Knight, especialista en señales de ferrocarril.

Éste aparato empezó a funcionar el 10 de diciembre de 1868 e imitaba a las señales de ferrocarril y sólo usaba las luces de gas rojas y verdes por la noche. Dos zumbidos señalaban que el tráfico que podía avanzar era el de la avenida y un sólo zumbido indicaba que era el tráfico de la calle 105.

No tuvo una larga existencia dado un desafortunado accidente que provocó que explotase matando a un policía. Hasta la invención del automóvil no fue necesario, y fue sólo entonces cuando se retomó su desarrollo.

El 4 de agosto de 1914 se instaló el primer semáforo "moderno", en Cleveland, Estados Unidos. Gestionaba el tráfico entre la avenida Euclid y la calle 105 Este. Contaba con luces rojas y verdes, colocadas sobre unos soportes con forma de brazo. Además incorporaba un emisor de zumbidos como su antecesor inglés.

Se cree que fue ese mismo año cuando William L. Potts introdujo el color ámbar en estas señales para regular el tráfico como se conocen en la actualidad. Con el paso de los años el significado de los colores de los semáforos utilizados para el ferrocarril se fueron

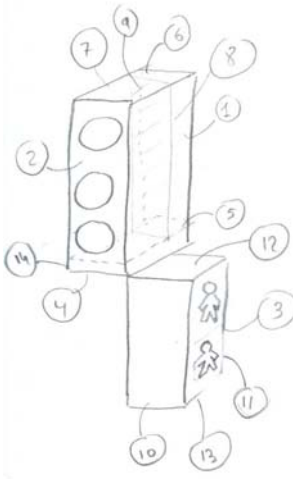


internacionalizando y abarcando más asuntos. El rojo se entiende como peligro, el ámbar o amarillo como símbolo de precaución y el verde como color de que todo va bien.

No sería hasta 1929 y en la confluencia de las calles Barquillo y Alcalá de Madrid cuando se instaurara el primer semáforo en España. País en el que la ciudad con más número de semáforos por habitante es Valencia, uno por cada 750 habitantes. Lejos por ejemplo de Barcelona, con uno para cada 2.000 habitantes.

1.4 Posibles soluciones

El aspecto de una solución que puede satisfacer las condiciones es la siguiente.



El semáforo consta de dos partes, la primera controla el tráfico de vehículos (marca 2), y la segunda el tráfico de peatones (marca 3).

Los vehículos llegan por el frente y los peatones por el lado derecho.

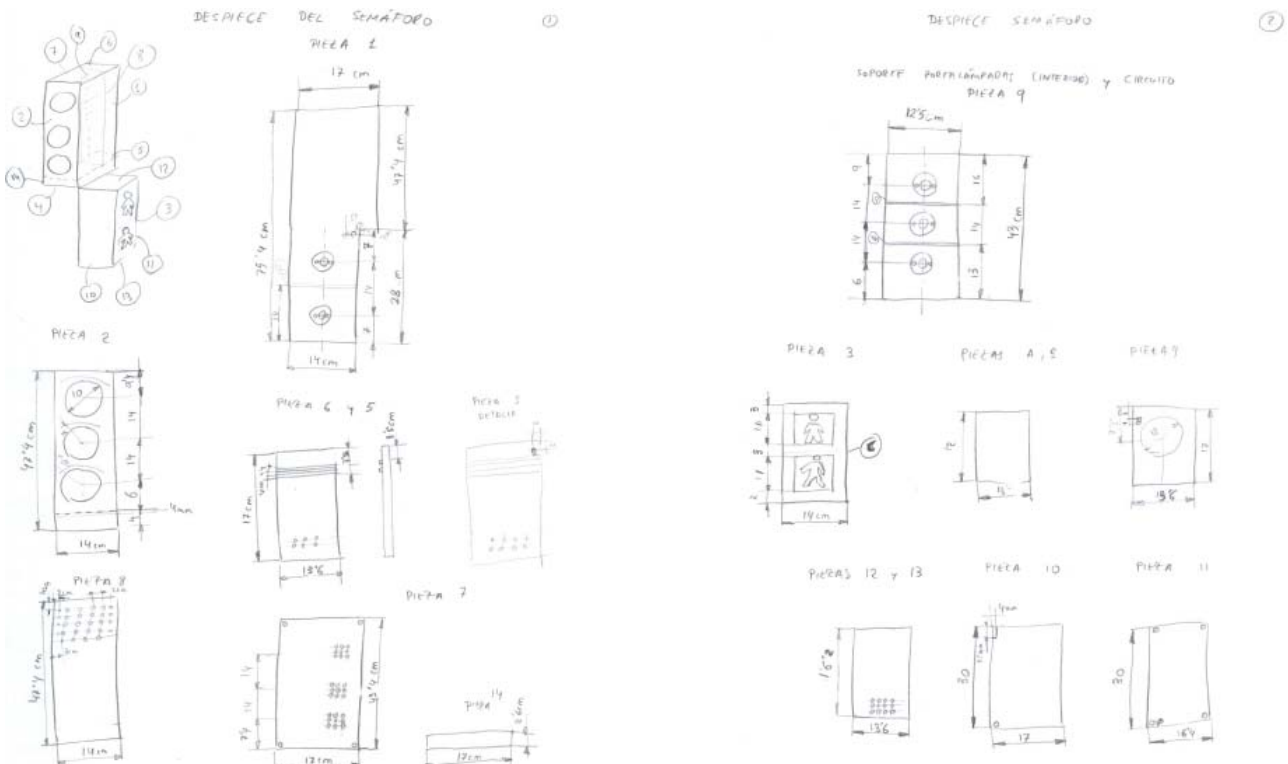
Si se desea controlar a los peatones que llegan por el lado izquierdo, deben crearse de forma simétrica las piezas respecto a la pieza principal (marca 1).

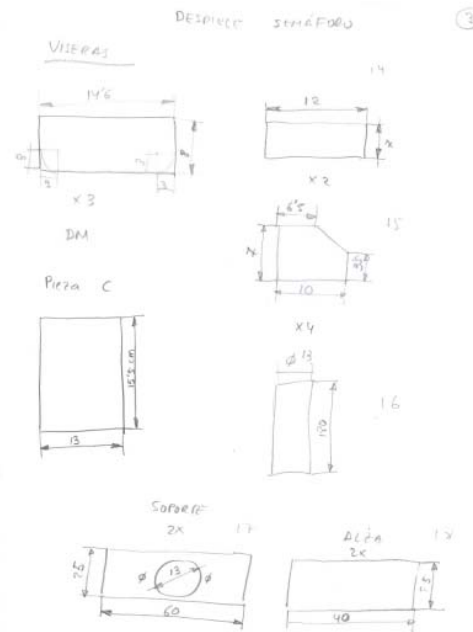
En este boceto falta el mástil de elevación y la plataforma de sujeción. El mástil se introduce por la pieza 4 hasta tocar con la pieza 5, y por la parte inferior se introduce en la plataforma de sujeción. Se trata de un tubo de 13 cm de diámetro.

La mayor dificultad estriba en como colocar la parte eléctrica en el interior del semáforo, como solución se creará una pieza que pueda ser introducida y sacada fácilmente (marca 9), donde estará la parte de control y eléctrica.

1.5 Bocetos individuales

Los bocetos de la solución son:





1.5 Diseño y justificación de la solución adoptada

Después de observar la solución he decidido modificar la visera del semáforo principal. En lugar de utilizar un cartón y doblarlo, he decidido que con un tubo de cartón del diámetro adecuado, 13 cm, cortado haciendo ángulo se conseguía el efecto deseado y el resultado era mejor.

Por lo demás el diseño que he decidido llevar a cabo coincide con los bocetos anteriormente expuestos.

Utilizaré madera contrachapada de 5 mm, para las piezas del semáforo, un tubo de cartón de 13 cm de diámetro para el mástil, aglomerado para el pie, con el objeto de que pese más y sujete mejor al semáforo. El circuito electrónico lo montaré sobre baquelita, y utilizaré portalámparas de baquelita, que pesen poco.

Por otra parte también diseñaré y montaré el circuito de control del semáforo. Se trata de un circuito electrónico que utiliza un microcontrolador de manera que podamos programarlo con las condiciones que deseemos y que se ajuste al funcionamiento deseado.

2 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema se divide en tres partes:

- 1.- Estructura del semáforo.
- 2.- Circuito electrónico.
- 3.- Programa del microcontrolador.

1.- Estructura del semáforo.

Se trata de un semáforo con unas dimensiones un poco más reducidas del que podemos encontrar en la calle.

Para evitar un coste excesivo de construcción del mismo, se utilizará contrachapado, aglomerado, tubos de cartón y plástico traslucido de colores (verde, amarillo y rojo), para permitir

ver la luz de la bombilla y al mismo tiempo dar el color a la luz y proteger a las bombillas de contactos directos indeseados.

La secuencia de las luces debe ser la misma que en la realidad, pero los tiempos de iluminación de las mismas se reducirá para evitar que los alumnos esperen demasiado tiempo.

Las dimensiones se adecuan para que se puedan utilizar bombillas de 220 V, 60 W de uso común. De coste más económico.

La base es de aglomerado que tiene un mayor peso y ayudará a mantener estable al semáforo.

El mástil es de cartón duro con la consistencia suficiente y la altura adecuada.

El cuerpo del semáforo es de contrachapado. Que facilita su manipulación y pesa poco. La única excepción son las viseras del semáforo de vehículos, que son de cartón como el mástil.

En el apartado de Vistas de las piezas pueden verse el despiece acotado de cada pieza.

2.- Circuito electrónico.

Se trata de un circuito basado en microcontrolador (PIC 12C508). Se alimenta a 230V a.c., y enciende bombillas de 230V a.c. para cada una de las luces. La utilización de bombillas de 230V comerciales permite que sea más barato y facilita la reposición de las bombillas en caso de que fundan.

Los portalámparas son de superficie para poder fijarlos sobre el contrachapado, la conexión del circuito hasta los portalámparas se realiza por medio de regletas situadas en el circuito y de hilo rígido de cobre de 1 mm² de sección.

Los elementos del circuito son fáciles de encontrar en las casas de electrónica y de precios muy asequibles.

Los esquemas se pueden ver en el apartado de Esquemas y Circuitos.

Dispone de los siguientes bloques:

a.- Fuente de alimentación. Existe un transformador que cambia los 230 V a 7 V, luego se rectifica, filtra y estabiliza a 5 V.

b.- Parte de control digital con el microcontrolador. Las salidas del microcontrolador atacan optoacopladores que excitan a los triacs. Los valores de las resistencias los proponen las hojas características del optoacoplador.

c.- Parte de potencia. Los triacs se encargan de encender / apagar las bombillas (cargas resistivas) cuando se lo ordena el microcontrolador por medio de los optoacopladores.

3.- Programa del microcontrolador.

Se trata de un programa realizado en lenguaje ensamblador, que va a realizar un ciclo continuo sin final.

Existen dos tablas, en la primera se indican los valores que deben aparecer en cada línea del puerto, en la otra se indica el tiempo en segundos, que debe estar ese dato antes de pasar al siguiente.

En primer lugar se inicializan los puertos, y el sistema. Después se limita a sacar un dato por el puerto, esperar el tiempo que indica la tabla de tiempos y pasa a sacar el dato siguiente. Se repite este ciclo hasta llegar al último y se comienza de nuevo.

Los valores que aparecen en las dos tablas siguen esta secuencia:

Estado	Tiempo en segundos	Verde Peatones GP5	Rojo Peatones GP4	No usado GP3	Verde GP2	Ambar GP1	Rojo GP0	Acción
T1	35	0	1	1	1	0	0	Rojo peatones y Verde general
T2	5	0	1	1	0	1	0	Rojo peatones y Ambar general
T3	3	0	1	1	0	0	1	Rojo peatones y

								Rojo general
T4	7	1	0	1	0	0	1	Verde peatones y Rojo general
T5	1	0	0	1	0	0	1	Verde peatones y Rojo general Parpadeo del verde
T6	1	1	0	1	0	0	1	
T7	1	0	0	1	0	0	1	
T8	1	1	0	1	0	0	1	
T9	1	0	0	1	0	0	1	
T10	1	1	0	1	0	0	1	
T11	3	0	1	1	0	0	1	Rojo peatones y Rojo general

El listado completo del programa se puede ver en el apartado Listado del programa.

3 CÁLCULOS

Los cálculos, que hacen referencia al diseño del circuito electrónico son:

Para hacer funcionar correctamente a una bombilla de 100 W es necesario utilizar triacs capaces de trabajar con tensiones de 230V c.a. y suministrar corrientes superiores a 0,5 A eficaces sin necesidad de colocarle radiador, los BT136 o BT139 suministran corrientes muy superiores, a demás de ser baratos y fáciles de encontrar, por lo que utilizaremos este tipo de triac.

La corriente que necesita el sistema para funcionar es la suma de la de dos optoacopladores (lucen como máximo dos bombillas al mismo tiempo), más la que consume el microcontrolador.

Por otra parte la tensión que necesita el microcontrolador está entre 3 y 6 V c.c., con un consumo inferior a 5 mA, trabajando con el reloj interno. Lo vamos hacer trabajar a 5 V c.c.

Por todo ello el consumo que debe ser capaz de suministrar la fuente será:

$$\text{Corriente de un optoacoplador } I_d = (V_{cc} - V_d) / 470 = (5 - 1.5) / 470 = 7.5 \text{ mA}$$

$$\text{Total de consumo} = 2 * I_d + I_{\text{microcontrolador}} = 2 * 7,5 \text{ mA} + 5 \text{ mA} = 20 \text{ mA}$$

La fuente debe ser capaz de suministrar 20 mA.

Como la corriente típica del estabilizador LM7805 es de 5 mA el transformador debe ser capaz de suministrar más de 25 mA por el secundario.

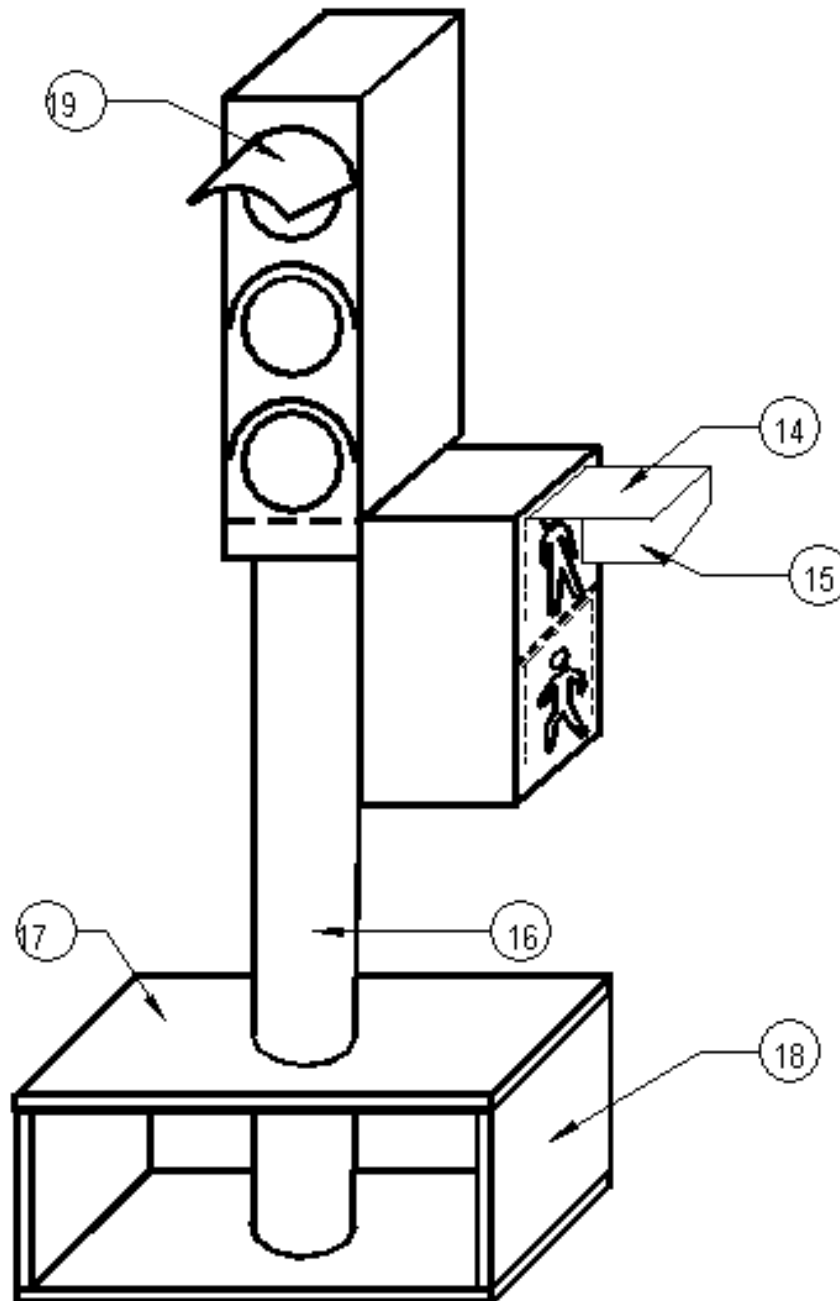
$$\text{La tensión que se espera antes del regulador debe ser } V_c = V_{cc} + 1V = 5V + 1V = 6V$$

Como la caída de tensión en el puente de diodos es de $V_d = 0.6 \text{ V}$ por dos diodos que conducen cada semiciclo, la tensión que debe suministrar el transformador debe ser superior a:

$$V_t = V_c + V_d * 2 = 6 \text{ V} + 0.6V * 2 = 7.2 \text{ V.}$$

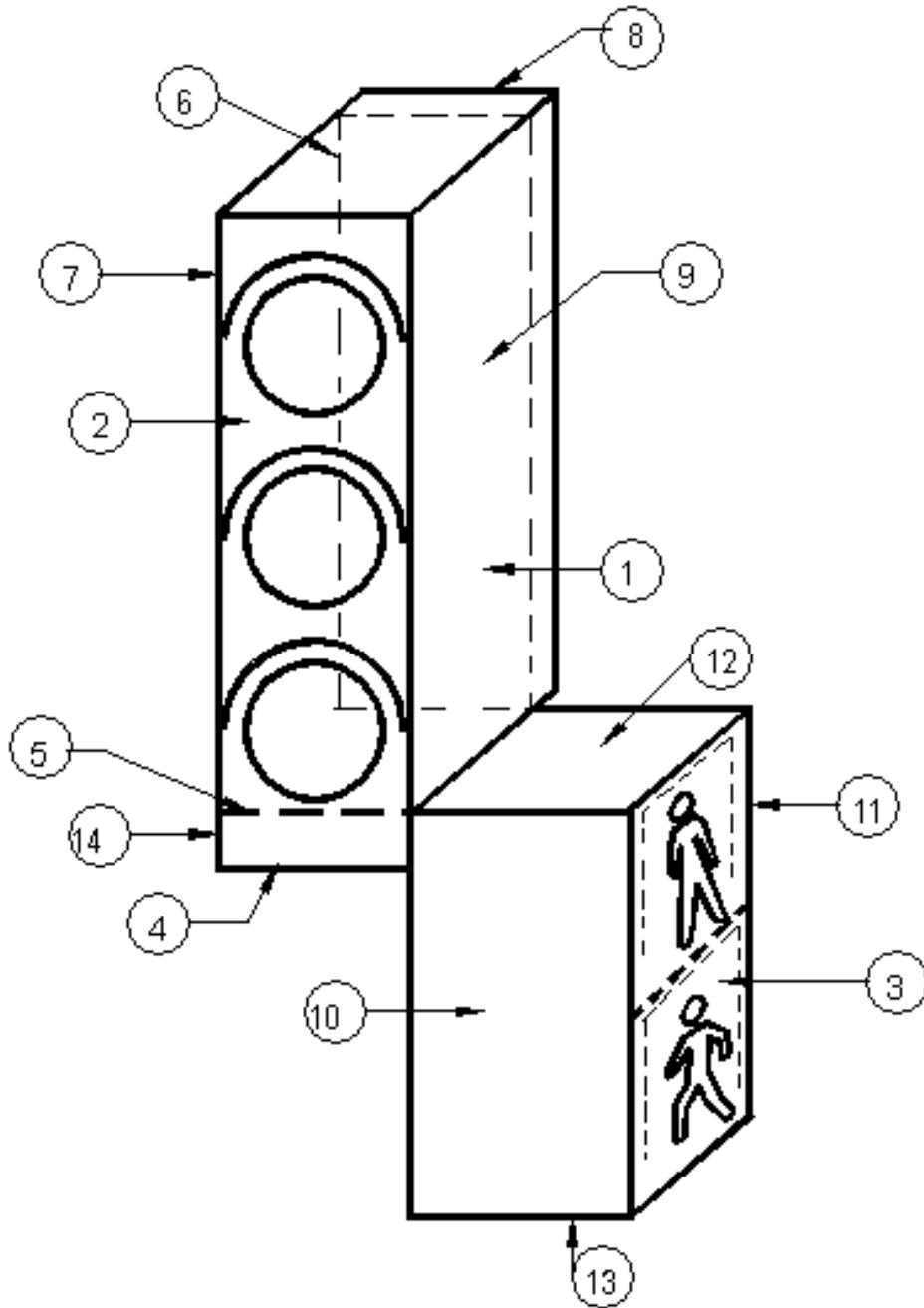
Si utilizamos un transformador 220/7V, una tensión de secundario de 7V eficaces supone una tensión de pico máxima $V_p = V_e * \sqrt{2} = 7 * 1.41 = 9,89 \text{ V}$ que es más que suficiente para satisfacer nuestras necesidades.

4 VISTAS DE LAS PIEZAS



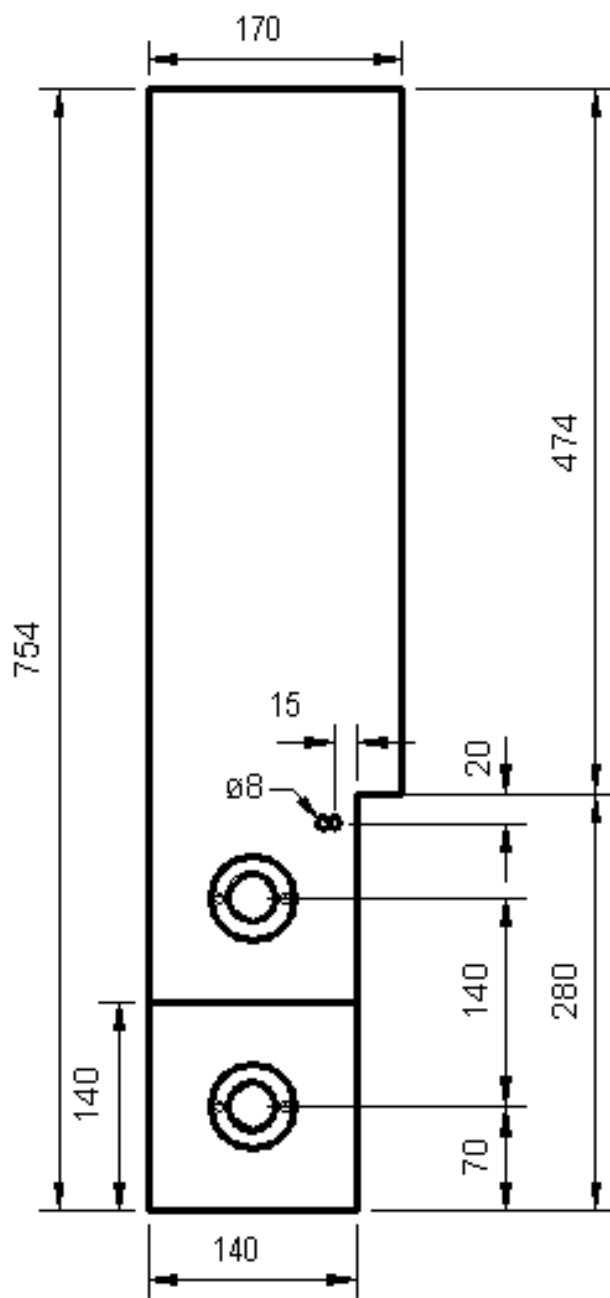
Perspectiva general del semáforo completo

Dibujado por:	Antonio Bueno	Semáforo completo
Escala 1:3	SEMÁFORO	Lámina nº1



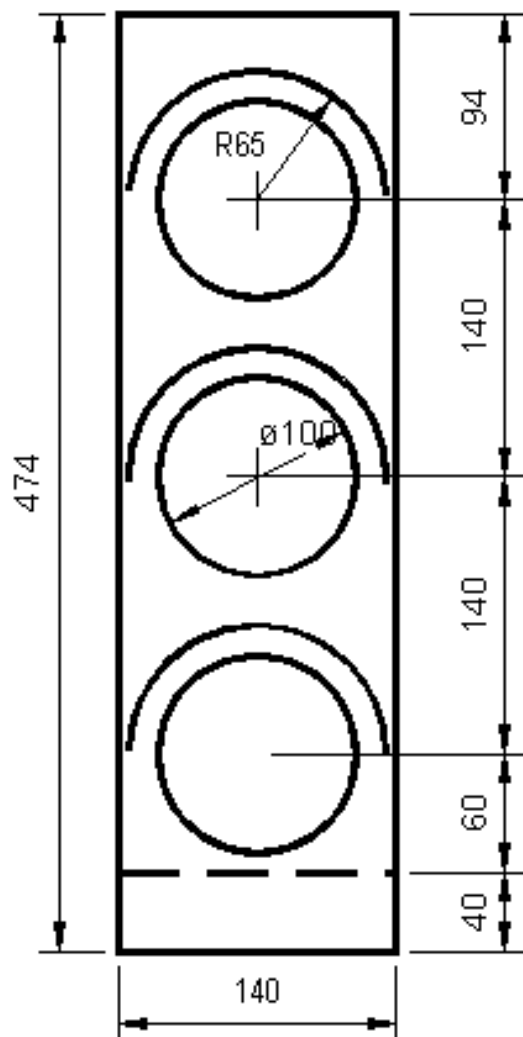
Perspectiva general del semáforo con marcas

Dibujado por:	Antonio Bueno	Perspectiva del semáforo
Escala 1:3	SEMÁFORO	Lámina nº2



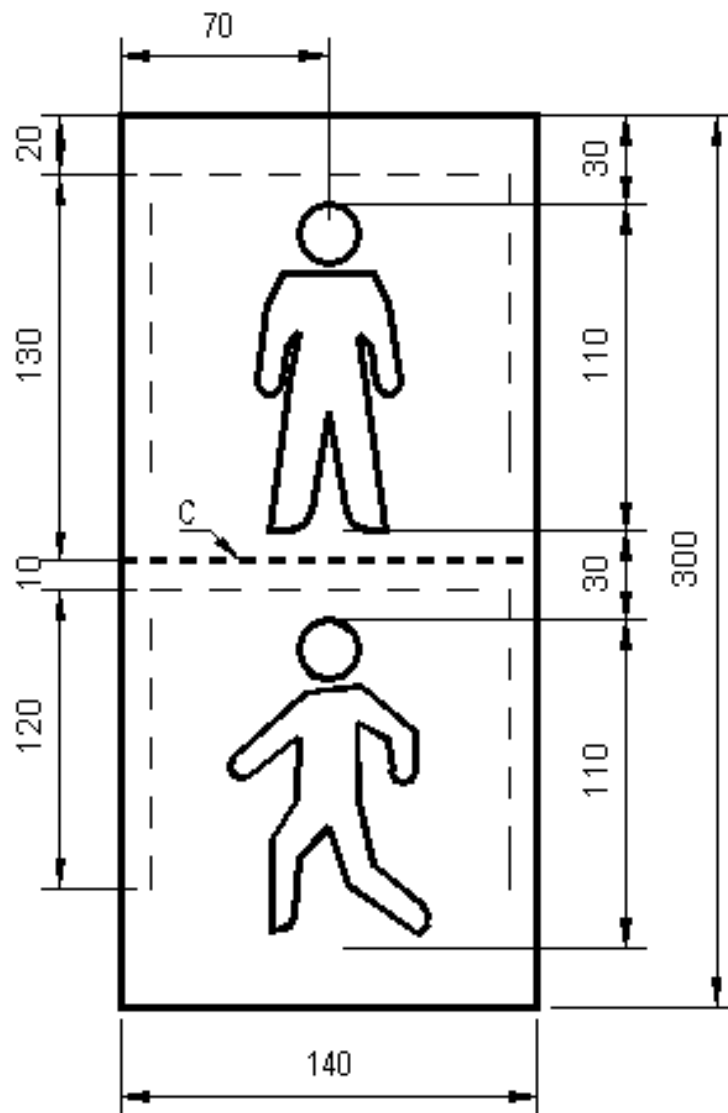
Pieza 1

Dibujado por:	Antonio Bueno	Lateral común
Escala 1:4	SEMÁFORO	Lámina nº 3



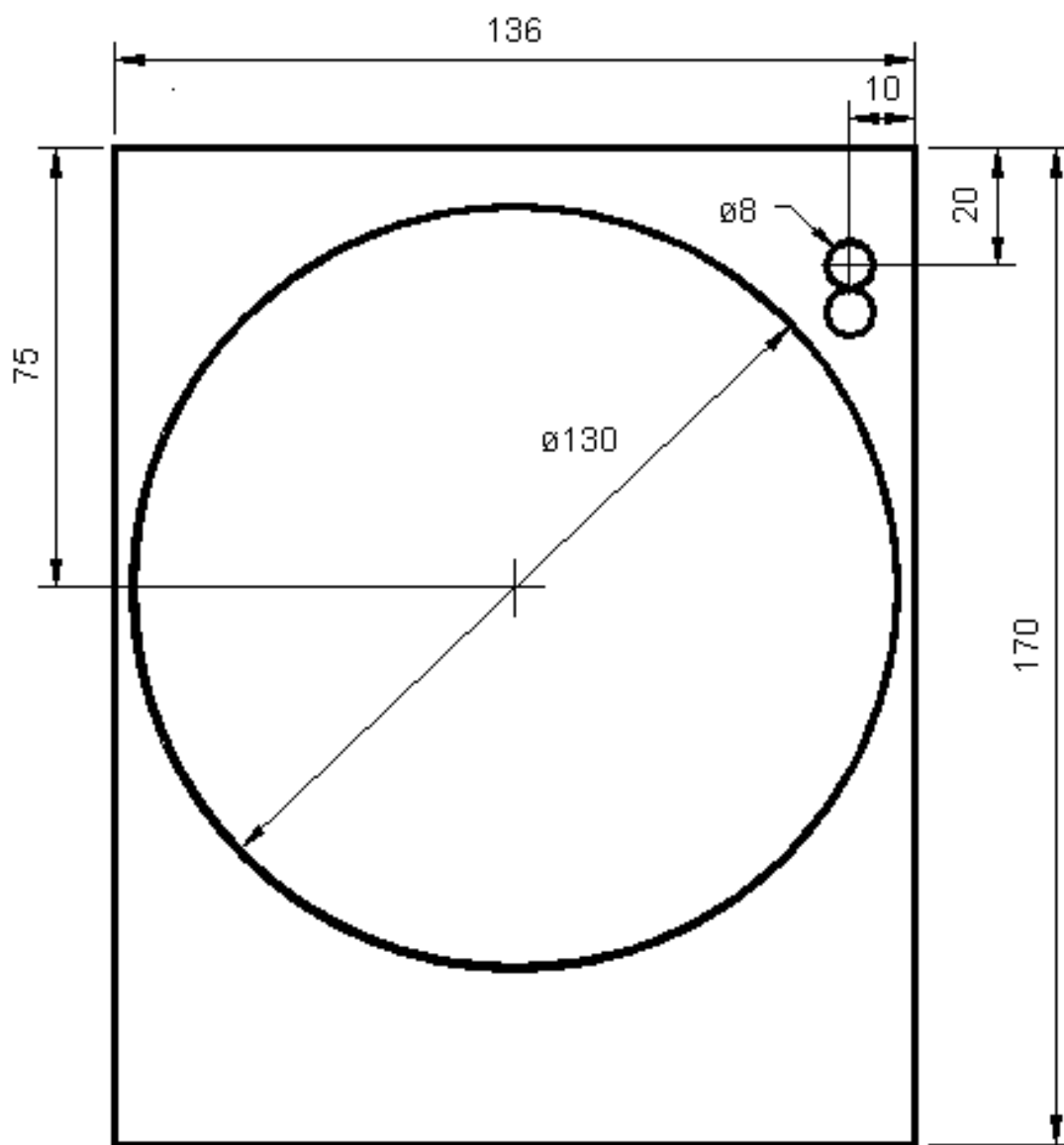
Pieza 2

Dibujado por:	Antonio Bueno	Frontal del semáforo
Escala 1:3	SEMÁFORO	Lámina nº 4



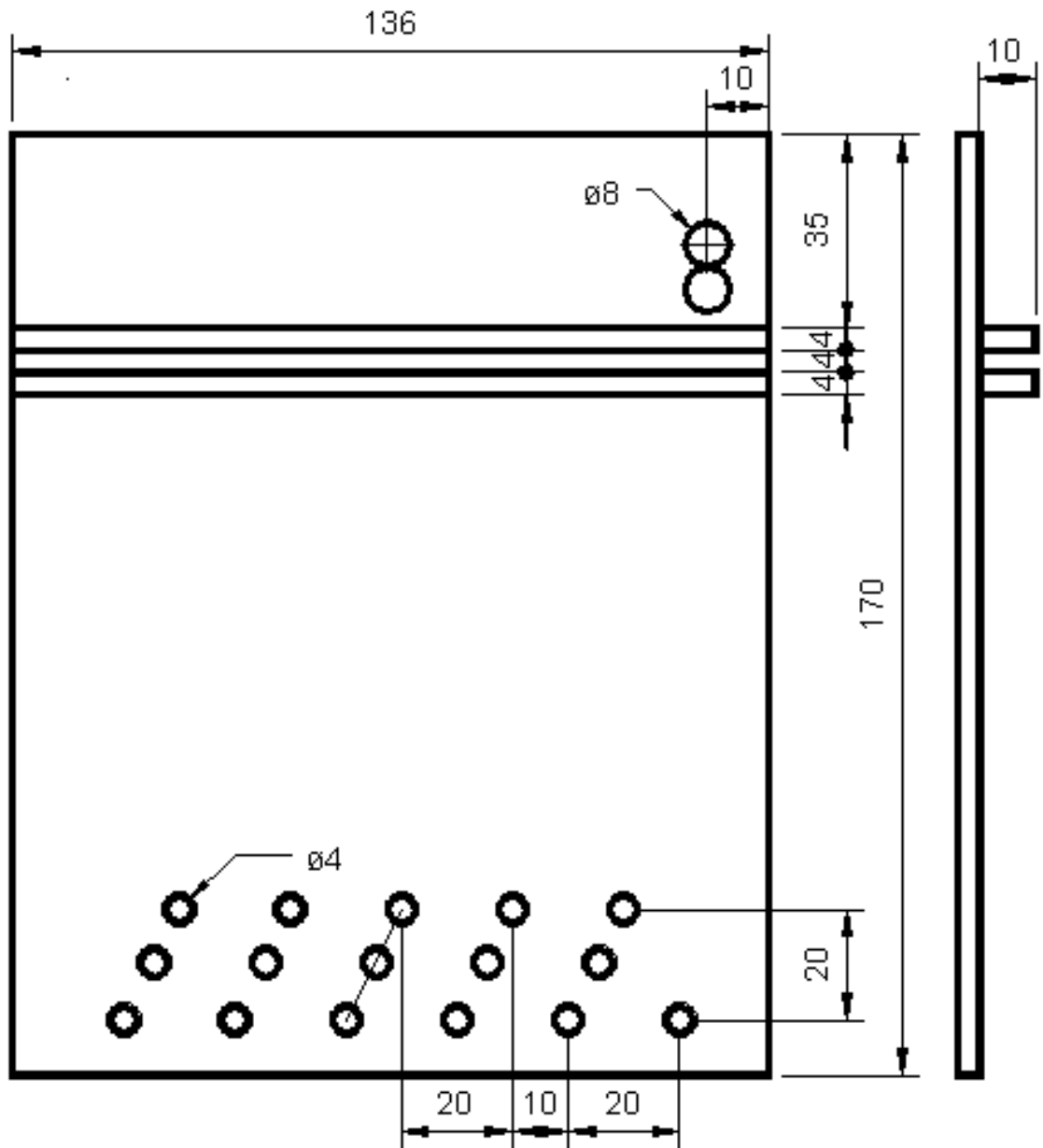
Pieza 3

Dibujado por:	Antonio Bueno	Fronte del semáforo doble
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 5



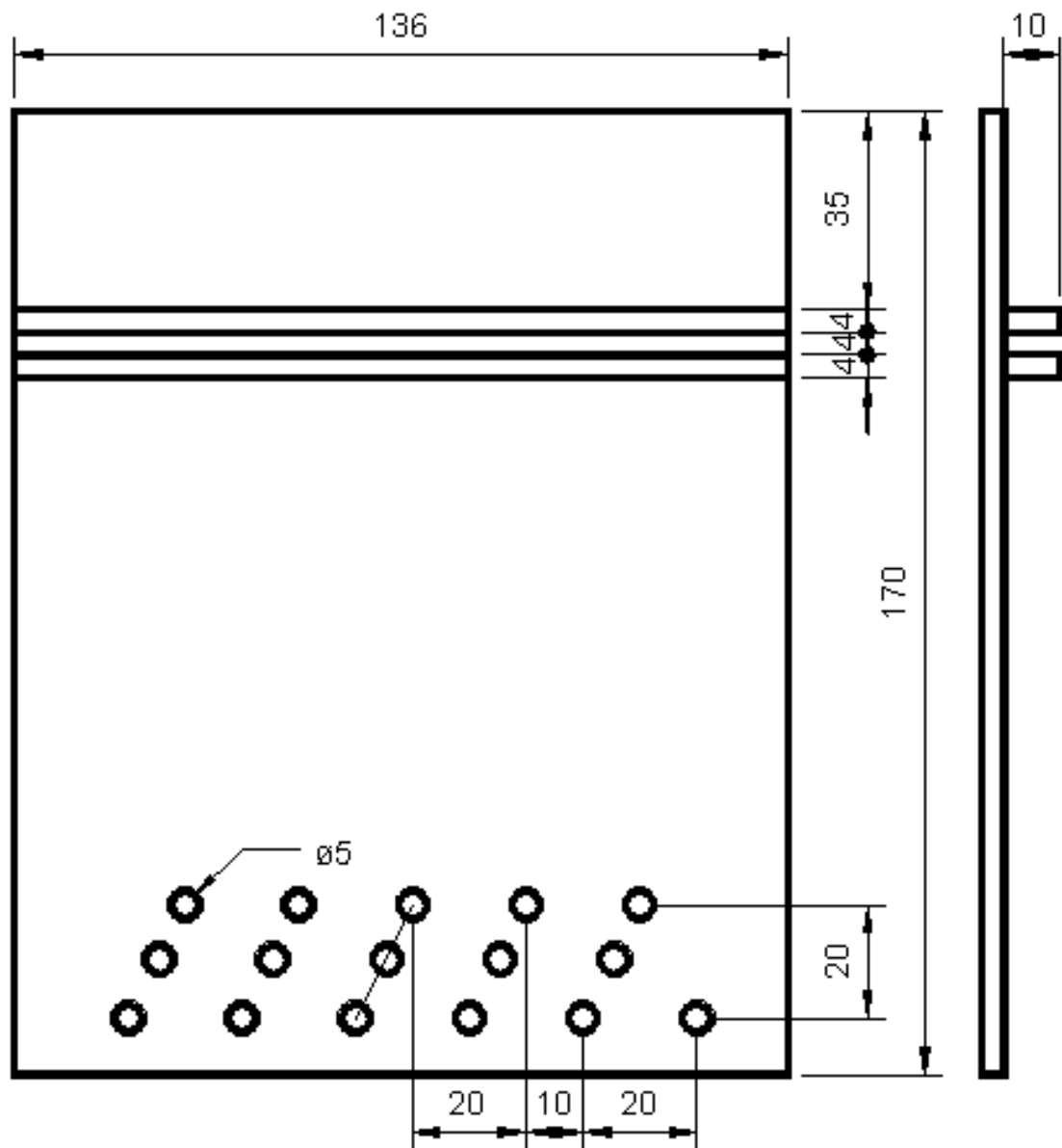
Pieza 4

Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapa inferior semáforo triple
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 6



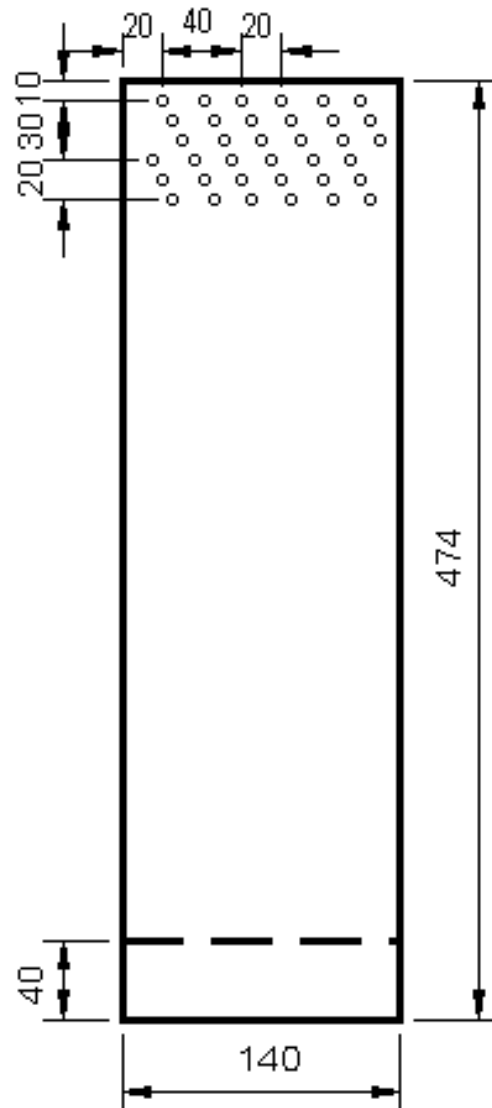
Pieza 5

Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapa baja semáforo triple
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 7



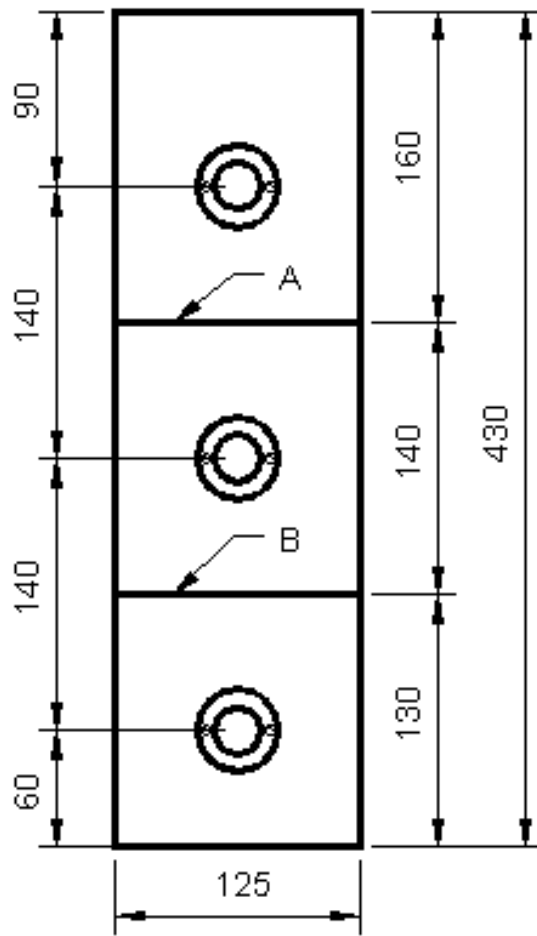
Pieza 6

Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapa superior semáforo triple
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 8

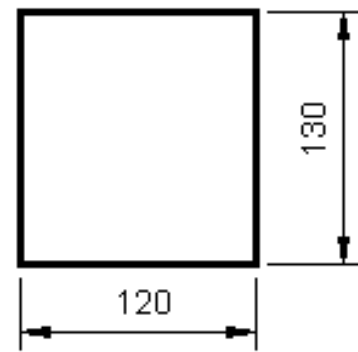


Pieza 8

Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapa posterior semáforo triple
Escala 1:3	SEMÁFORO	Lámina nº 10

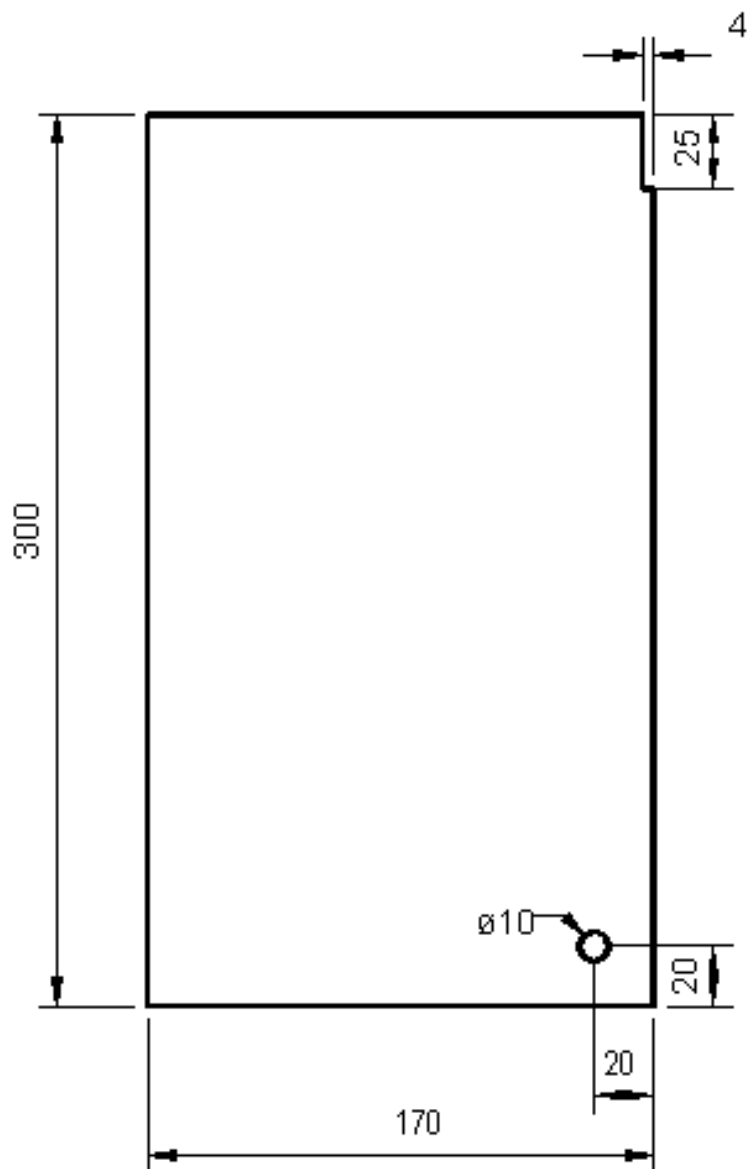


Pieza 9



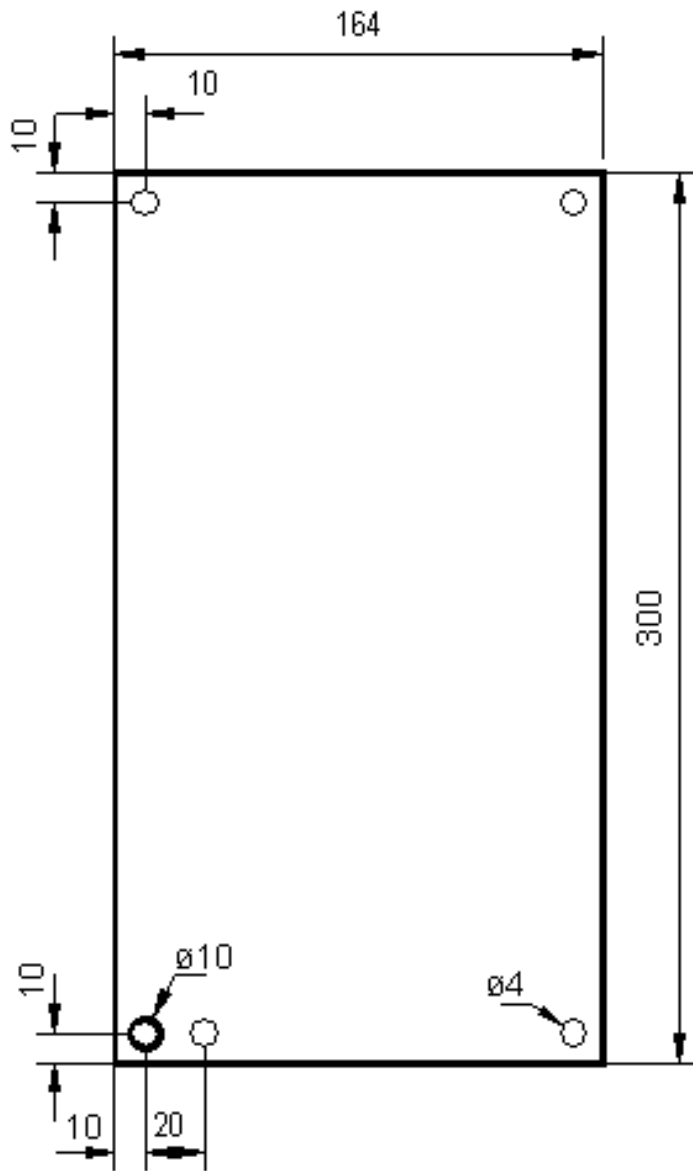
Piezas A y B

Dibujado por:	Antonio Bueno	Soporte portalámparas interior y CI
Escala 1:3	SEMÁFORO	Lámina nº 11



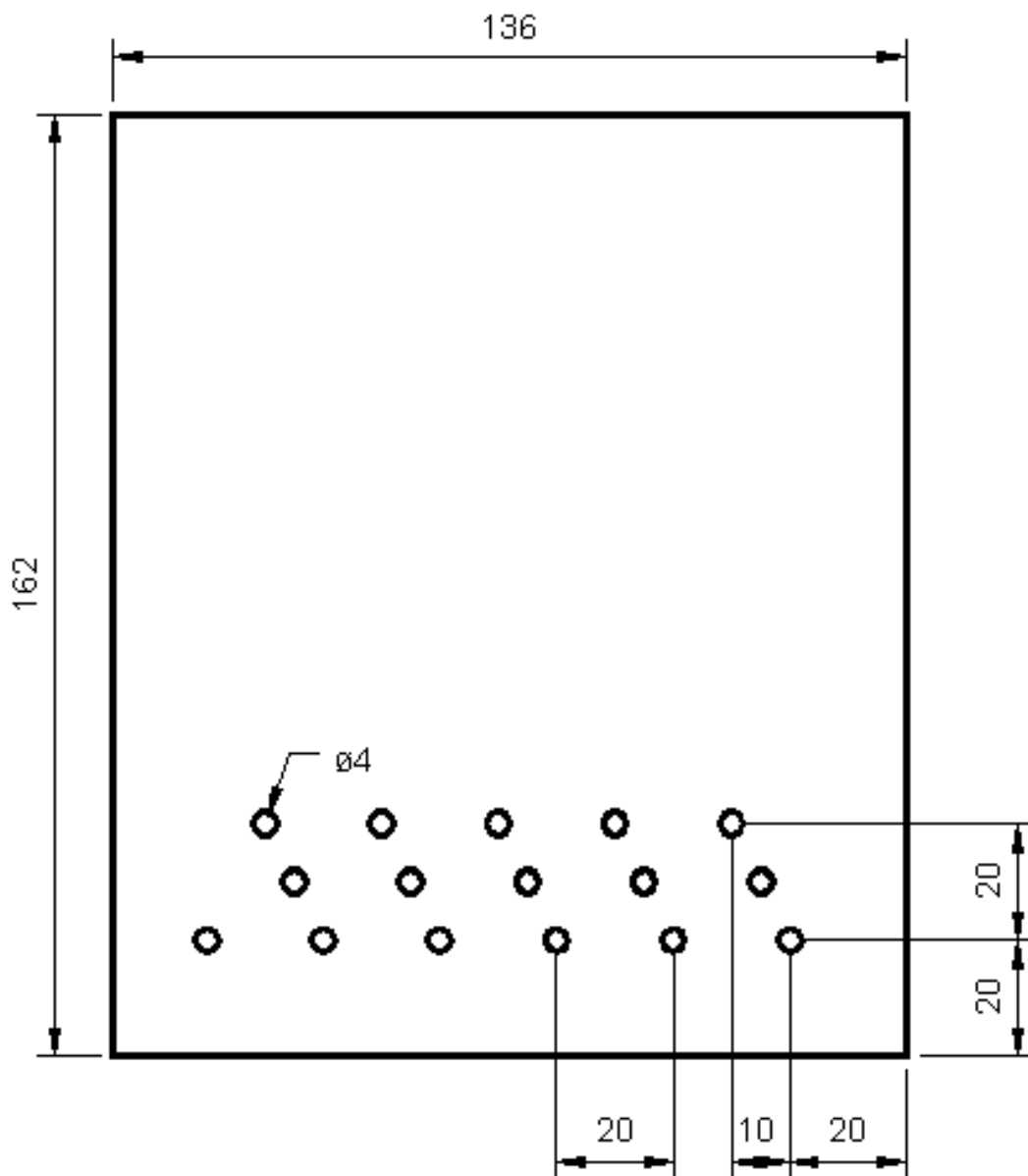
Pieza 10

Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapa lateral izquierda semáforo doble
Escala 1:2	SEMÁFORO	Lámina nº 12



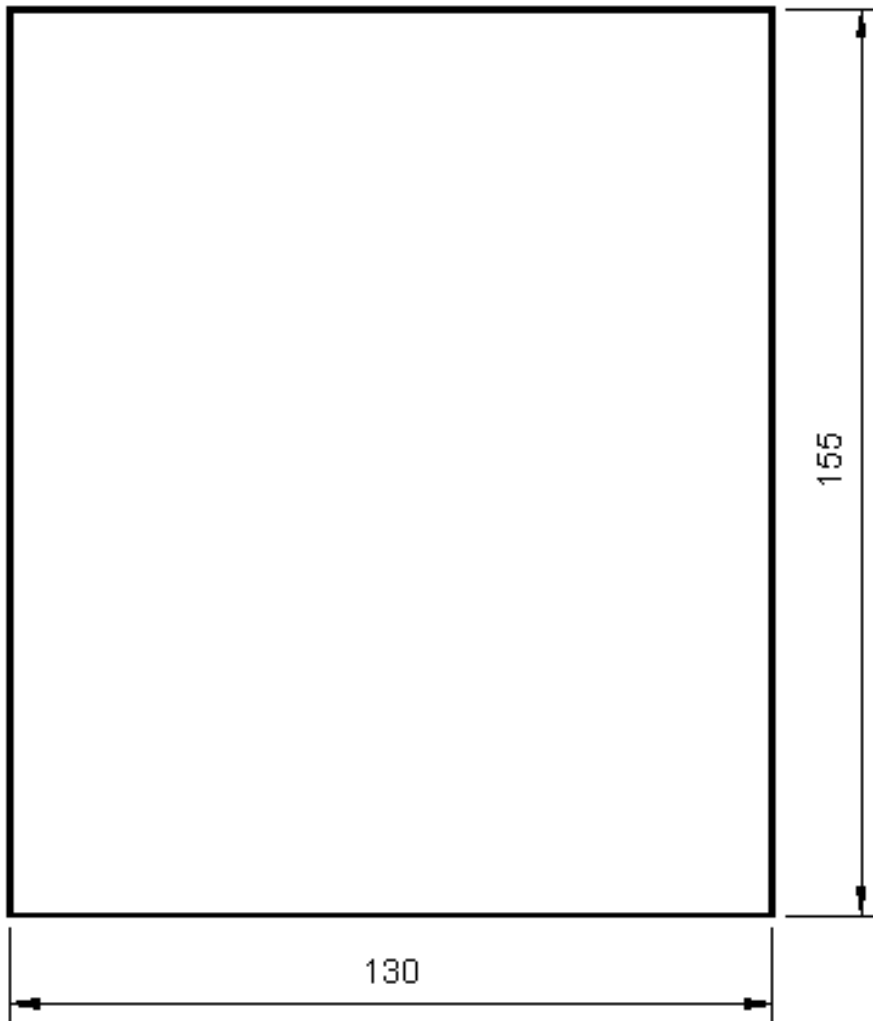
Pieza 11

Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapa lateral derecho semáforo doble
Escala 1:2	SEMÁFORO	Lámina nº 13



Piezas 12 y 13

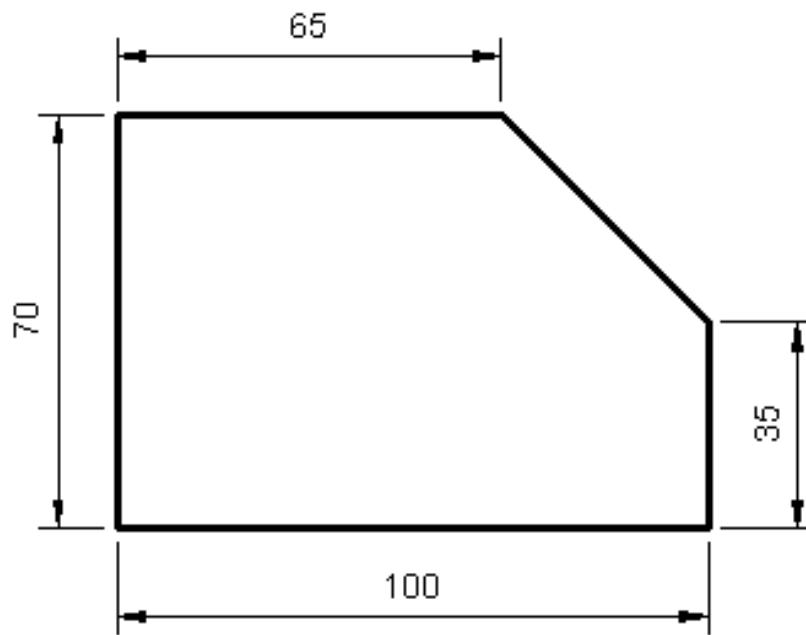
Dibujado por:	Antonio Bueno	Tapas superior e inferior semáforo doble
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 14



Pieza C

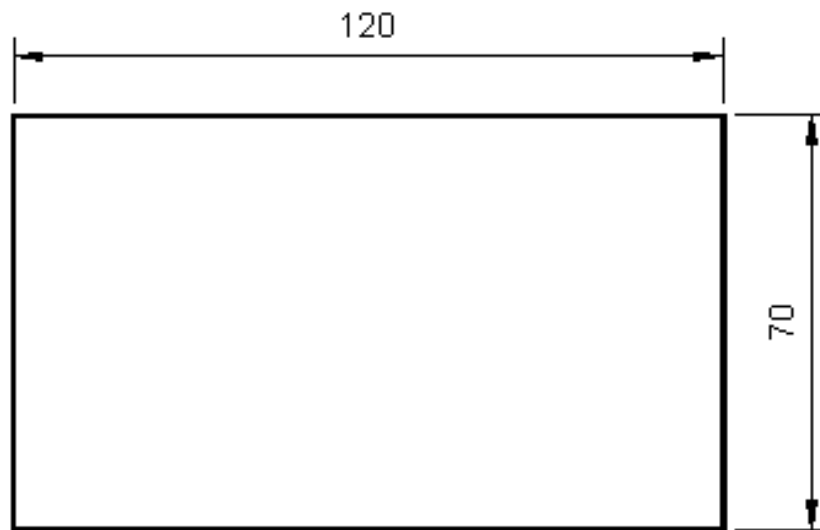
Dibujado por:	Antonio Bueno	Separación del semáforo doble
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 15

4X



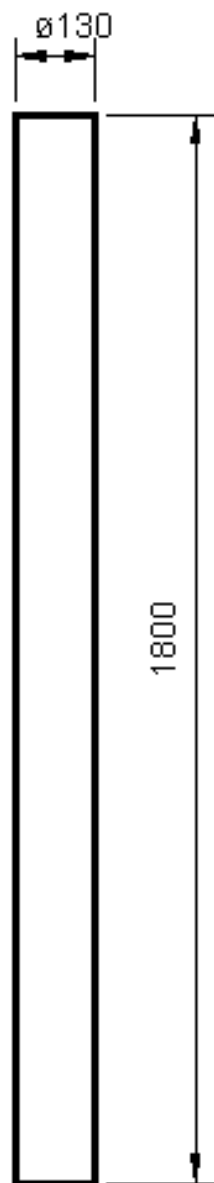
Pieza 15

2X

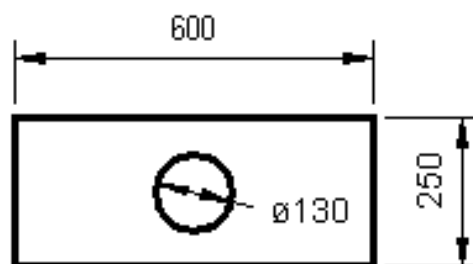


Pieza 14

Dibujado por:	Antonio Bueno	Visera semáforo doble
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 16

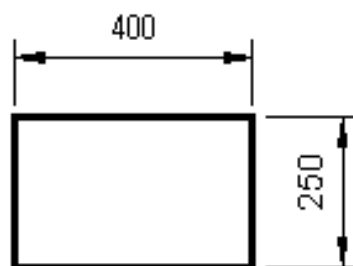


X2

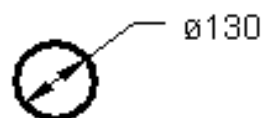


Pieza 17

X2



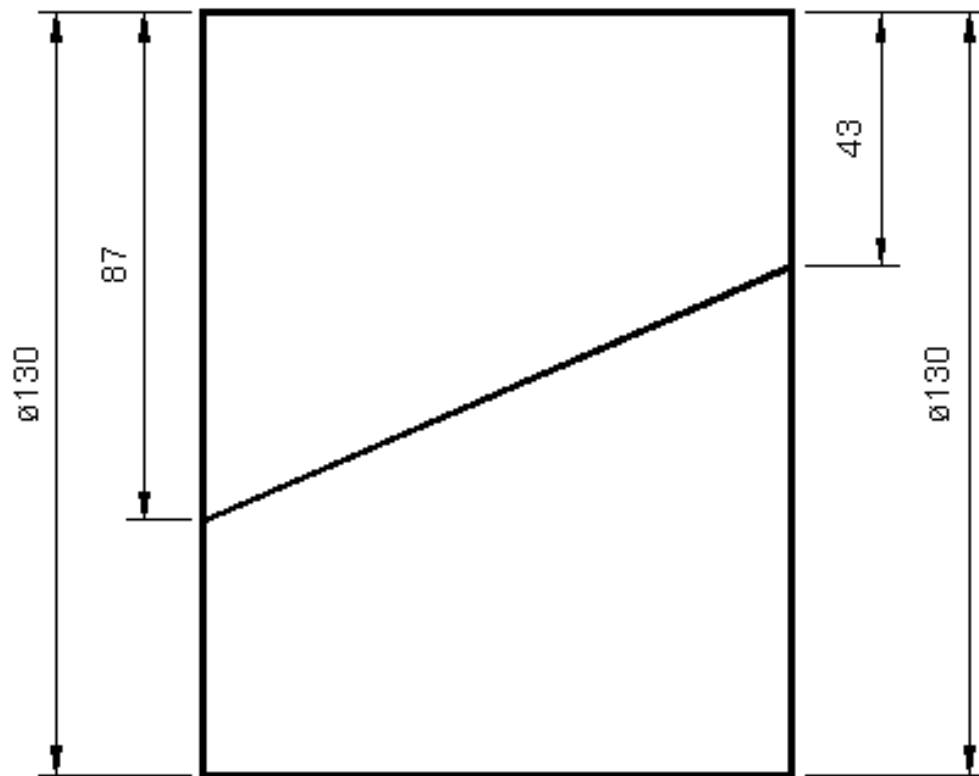
Pieza 18



Pieza 16

Dibujado por:	Antonio Bueno	Mástil y pie del semáforo
Escala 1:10	SEMÁFORO	Lámina nº 17

Dos viseras a partir
de un cilindro de diámetro 130 mm

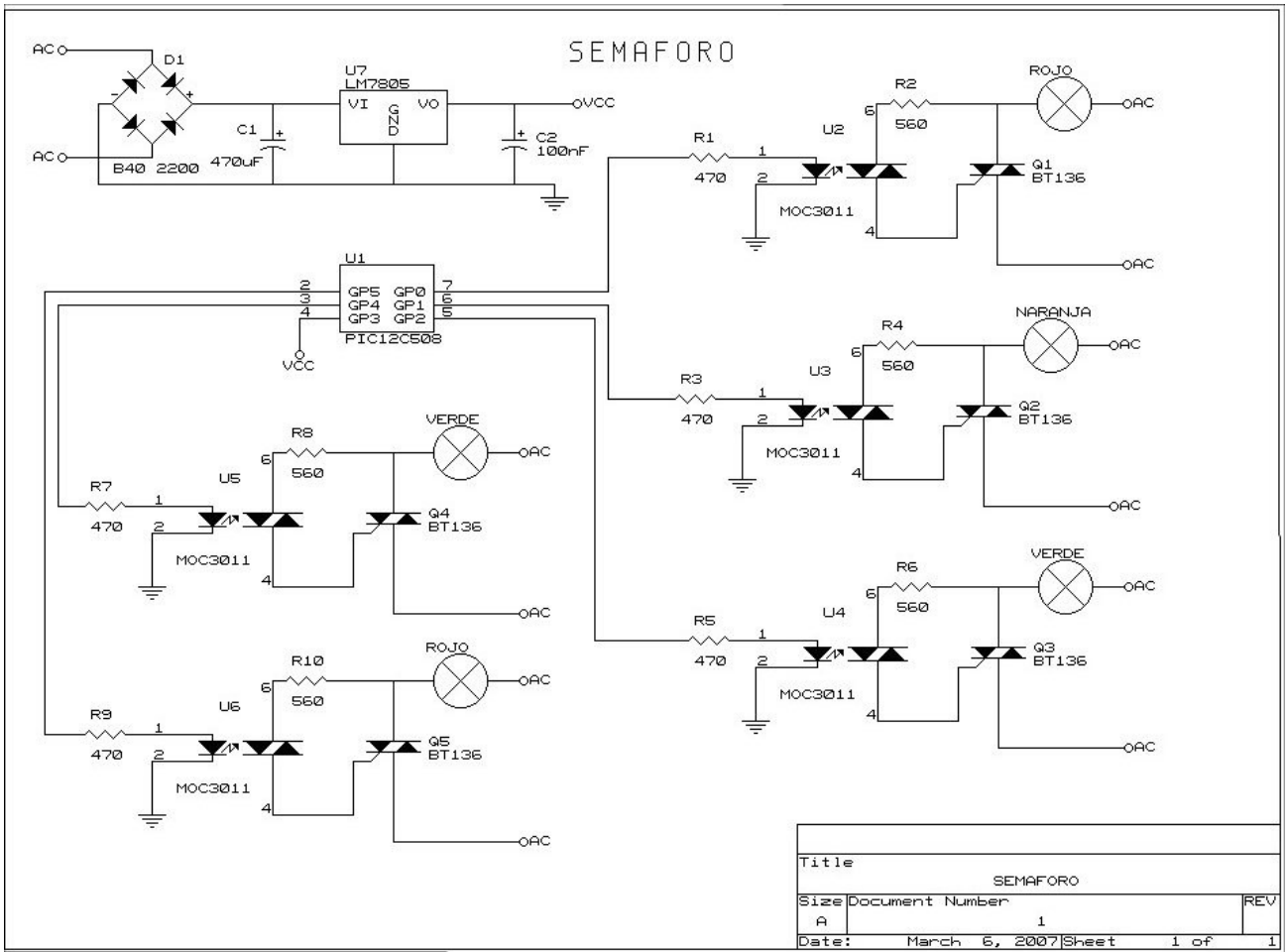


Pieza 19

Dibujado por:	Antonio Bueno	Visera del semáforo triple
Escala 1:1	SEMÁFORO	Lámina nº 18

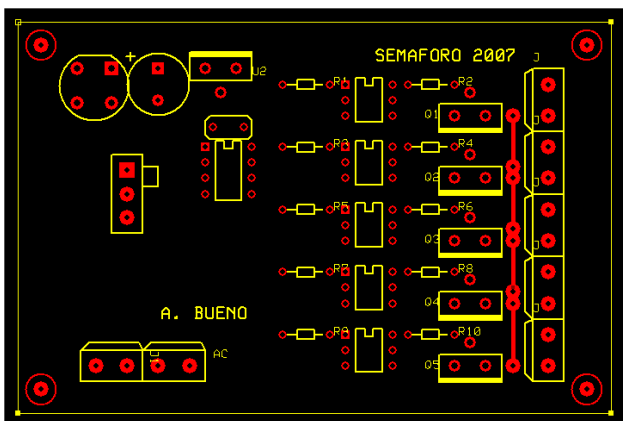
5 ESQUEMAS Y CIRCUITOS.

El esquema electrónico es:

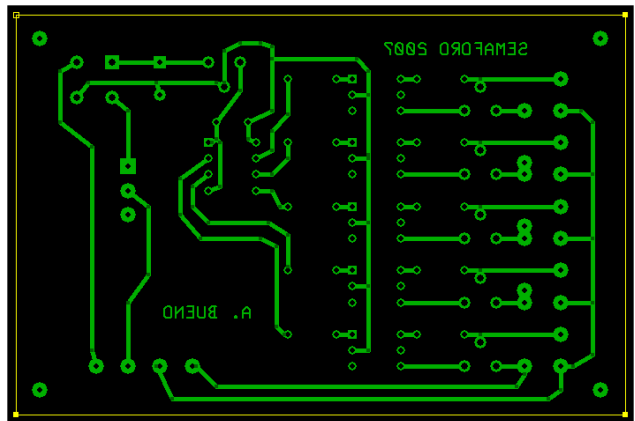


El montaje del circuito impreso es:

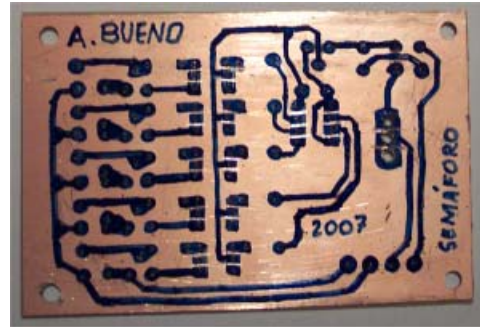
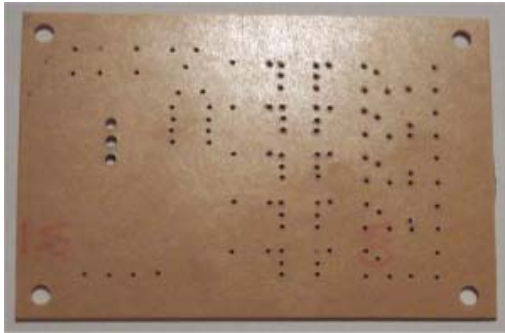
Lado de componentes



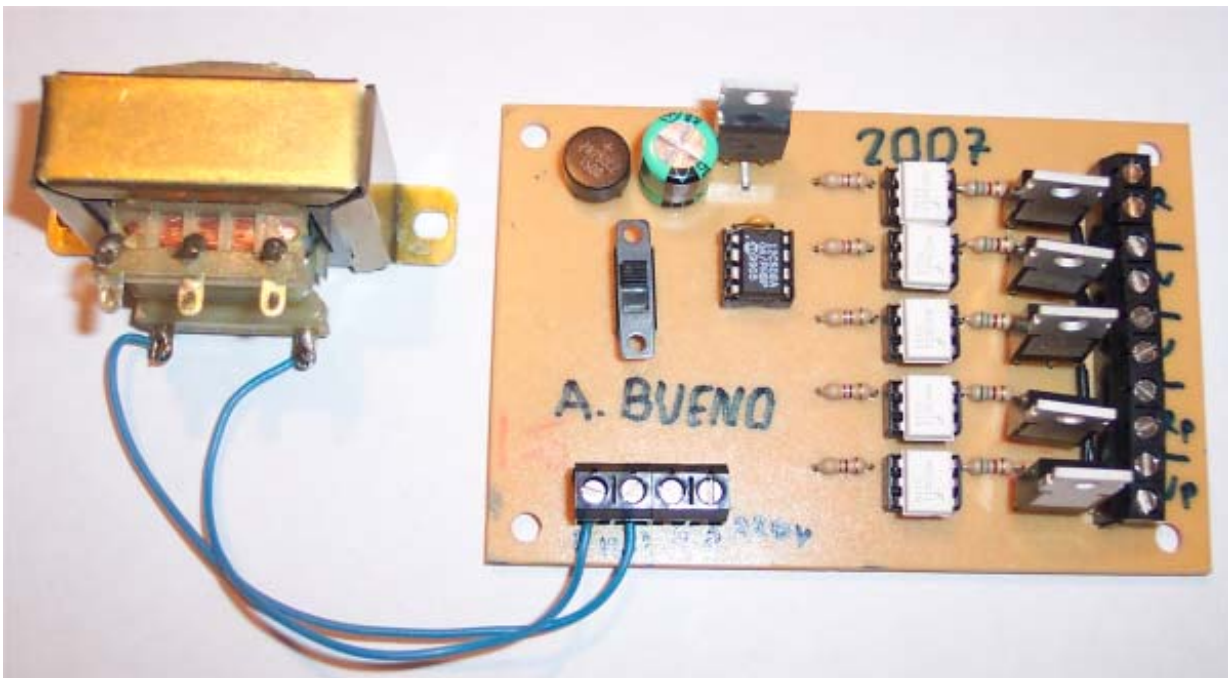
Lado de pistas



Fotografías de la placa de circuito impreso.



El montaje completo con el transformador es:



6 LISTADO DEL PROGRAMA.

```

*****
* CONTROL DE UN SEMÁFORO DE VEHÍCULOS Y OTRO DE PEATONES *
*****
LIST P=12C508, F=inhx8m

Nombre del fichero: SEMAFORO.ASM

; Utiliza el TIMER0 y no el WDT.
; Utiliza el reloj interno de 4MHz

***** VARIABLES DEL SISTEMA *****
INDI EQU 0x00 ; Dir. indirecto
TMR0 EQU 0x01 ; Reloj de tiempo real
PC EQU 0x02 ; Contador de Programa
STATUS EQU 0x03 ; Registro de estado
FSR EQU 0x04 ; Registro puntero
OSCAL EQU 0x05 ; Calibración del oscilador.
PORTA EQU 0x06 ; Puerto de salida A
C EQU 0 ; Bit de Carry
Z EQU 2 ; Bit de Cero
W EQU 0
FI EQU 1

***** DEFINICIÓN DE VARIABLES *****
AUX EQU 0x07 ; Variable auxiliar general.
AUX1 EQU 0x08 ; Variable auxiliar general.
AUX2 EQU 0x09 ; Variable auxiliar general.
    
```

```

AUX3 EQU 0x0A ; Variable auxiliar general.
AUX4 EQU 0x0B ; Variable auxiliar general.
AUX5 EQU 0x0C ; Variable auxiliar general.
CAUX EQU 0x0D ; Variable auxiliar de cuenta.
CONTA EQU 0x0E ; Variable que guarda el estado.
;
;***** DEFINICIÓN DE CONSTANTES *****
;
CONGP EQU B'00001000' ; Configuración del GPIO.
COPTIO EQU B'10000111' ; Configura OPTION.
;
CTMRO EQU D'11' ; Valor de TMR0 para 62500 uS.
CUNSEG EQU D'16' ; Constante para obtener 1 Segundo.
;
ULTIMV EQU D'11' ; Último valor de la tabla más uno.
FINMEM EQU D'511' ; Ultima posición de memoria, 12C508.
;
; INICIO DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA
ORG 0x00
GOTO INICIO ; Comienzo del programa.
;
;*****
;* SUBRUTINAS *
;*****
;
; Subrutina de temporización, espera 1 segundo.
; El reloj es de 4 MHz. T= CUNSEG * (256 - CTMRO)*256
;
TEMPO1S
MOVLW CUNSEG
MOVWF AUX
OTRA_VEZ
MOVLW CTMRO
MOVWF TMR0
ESPERA0
MOVF TMR0,W
BTFSS STATUS,Z
GOTO ESPERA0
DECFSZ AUX,FI
GOTO OTRA_VEZ
RETLW 0
;
; Subrutina de temporización, espera N segundos.
; El reloj es de 4 MHz. T= N * 1 segundo
; Le pasamos en valor N en W
;
TEMPONS
MOVWF AUX2
OTRA_VEZ2
CALL TEMPO1S
DECFSZ AUX2,FI
GOTO OTRA_VEZ2
RETLW 0
;
; Subrutina que retorna el valor correspondiente al semáforo.
; en el registro W se indica el valor de secuencia.
;
SEMAFORO
ADDWF PC,FI ;
RETLW B'00011100' ; Secuencia 0
RETLW B'00011010' ; Secuencia 1
RETLW B'00011001' ; Secuencia 2b
RETLW B'00101001' ; Secuencia 2
RETLW B'00001001' ; Secuencia 3
RETLW B'00101001' ; Secuencia 4
RETLW B'00001001' ; Secuencia 5
RETLW B'00101001' ; Secuencia 6
RETLW B'00001001' ; Secuencia 5
RETLW B'00101001' ; Secuencia 6
RETLW B'00011001' ; Secuencia 7
;
; Subrutina que retorna el valor correspondiente al tiempo en segundos.
; en el registro W se indica el valor del tiempo.
;
TIEMPO
ADDWF PC,FI ;
RETLW D'35' ; Secuencia 0
RETLW D'5' ; Secuencia 1
RETLW D'3' ; Secuencia 2b
RETLW D'7' ; Secuencia 2
RETLW D'1' ; Secuencia 3
RETLW D'1' ; Secuencia 4
RETLW D'1' ; Secuencia 5
RETLW D'1' ; Secuencia 6
RETLW D'1' ; Secuencia 5
RETLW D'1' ; Secuencia 6
RETLW D'3' ; Secuencia 7
;
;
;

```

```

*****
;*      PROGRAMA PRINCIPAL      *
*****
;
;
INICIO
MOVWF    OSCAL      ;
MOVLW   B'00011100' ; Semáforo Verde, peatones Rojo
MOVWF   PORTA      ; Inicia el puerto A.
MOVLW   CONGP      ; RA5, RA4, RA0, RA1, RA2 salidas
TRIS    PORTA      ;
CLRWDT  ;
MOVLW   COPTIO     ;
OPTION  ; Configura el TIMER0 con prescaler.
;
BUCLE0
MOVLW   0
MOVWF   CONTA      ; Inicia la secuencia valor =0
BUCLE1
MOVF    CONTA,W    ; Obtiene el valor de la secuencia
CALL    SEMAFORO   ; Obtiene el estado de los semáforos.
MOVWF   PORTA      ; Saca el estado por el puerto A.
MOVF    CONTA,W    ; Obtiene el valor de la secuencia
CALL    TIEMPO     ; Obtiene el tiempo de los semáforos.
CALL    TEMPONS    ; Espera los segundos indicados.
INCF   CONTA,F    ; Pasa a la secuencia siguiente
MOVLW   ULTIMV
SUBWF   CONTA,W    ;
BTFSS   STATUS,Z   ; CONTA = ULTIMV ?
GOTO    BUCLE1     ; NO
GOTO    BUCLE0     ; SI
;
FILL (GOTO INICIO), (FINMEM+1 -$)
END
    
```

7 LISTADO DE MATERIALES.

7.1 Listado de piezas

Nº de Ref.	Denominación	Cantidad de Piezas	Material	Dimensiones en bruto
CAJA DEL SEMÁFORO DE VEHÍCULOS				
1	Lateral común	1	Contrachapado de 5 mm	754 x 170 mm
2	Frontal del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	474 x 140 mm
4	Tapa inferior del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	170 x 136 mm
5	Tapa baja del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	170 x 136 mm
6	Tapa superior del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	170 x 136 mm
7	Lateral izquierda del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	434 x 170 mm
14	Lateral izquierdo pequeño del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	170 x 26 mm
8	Tapa posterior del semáforo	1	Contrachapado de 5 mm	474 x 170 mm
9	Soporte portalámparas y circuito impreso	1	Contrachapado de 5 mm	430 x 125 mm
A, B	Separador de bombillas	2	Contrachapado de 5 mm	130 x 120 mm
19	Visera del semáforo	3	Tubo de cartón de Ø130 mm	87 x 43 mm
	Listón de 10 x 10 mm	1	Listón de madera de 10 x 10 mm	100 mm
	Tornillos de sujeción	6	Tornillos de rosca chapa de 2 x 12 mm	2 x 12 mm
	Portalámparas 230 V	3	Portalámparas superficie 230 V	
	Tornillos M3 x 20 mm	6	Tornillos M3 x 20 mm	M3 x 20 mm
	Tuercas M3	6	Tuercas M3	
	Plástico de colores (Rojo, Amarillo y Verde)	3	Plástico traslucido	110 x 110 mm
CAJA DEL SEMÁFORO DE PEATONES				
3	Frontal del semáforo de	1	Contrachapado de 5 mm	300 x 140 mm

	peatones			
10	Lateral izquierdo semáforo de peatones	1	Contrachapado de 5 mm	300 x 170 mm
11	Lateral derecho semáforo de peatones	1	Contrachapado de 5 mm	300 x 164 mm
12, 13	Tapas superior e inferior del semáforo de peatones	2	Contrachapado de 5 mm	162 x 136 mm
C	Separación del semáforo de peatones	1	Contrachapado de 5 mm	155 x 130 mm
14	Visera superior del semáforo de peatones	2	Contrachapado de 5 mm	120 x 70 mm
15	Laterales de la visera del semáforo de peatones	4	Contrachapado de 5 mm	100 x 70 mm
	Listón de 10 x 10 mm	1	Listón de madera de 10 x 10 mm	100 mm
	Portalámparas 230 V	2	Portalámparas superficie 230 V	
	Tornillos M3 x 20 mm	4	Tornillos M3 x 20 mm	M3 x 20 mm
	Tuercas M3	4	Tuercas M3	
	Tornillos de sujeción	6	Tornillos de rosca chapa de 2 x 12 mm	2 x 12 mm
	Plástico de colores (Rojo y Verde)	2	Plástico traslucido	110 x 110 mm
MÁSTIL DEL SEMÁFORO				
16	Mástil del semáforo	1	Tubo de cartón de Ø 130 mm	1800 mm de longitud
PIE DEL SEMÁFORO				
17	Parte superior e inferior	2	Aglomerado de 19 mm	600 x 250 mm
18	Laterales	2	Aglomerado de 19 mm	400 x 250 mm
	Tornillos de sujeción	8	Tornillos de rosca chapa de 5 x 35 mm	5 x 35 mm
INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
	Enchufe macho modelo suko	1		
	Portalámparas de 230 V, de sobre mesa	5		
	Manguera de hilo de cobre monofásico de 1mm ²	3 m		
	Hilo de cobre de 1mm ²	4 m		
	Regleta (clema) de dos terminales 6 mm ²	1		
CIRCUITO IMPRESO				
	Transformador	1	Transformador	230V/7V 300mA
D1	Puente rectificador	1	Puente rectificador Redondo	B250C1500
C1	Condensador electrolítico	1	Condensador electrolítico	470µF / 26V
C2	Condensador cerámico	1	Condensador cerámico	100nF /50V
R1.9	Resistencia	5	Resistencia	470Ω 1/4 W
R2.10	Resistencia	5	Resistencia	560Ω 1/4 W
Q1.5	Triac	5	Triac	BT136 4A - 600V
U2.6	Optoacoplador	5	Optoacoplador	MOC3011
	Zócalo Circuito Impreso 6 pines	5	Zócalo Circuito Impreso 6 pines	
	Zócalo Circuito Impreso 8 pines	1	Zócalo Circuito Impreso 8 pines	
U7	Regulador	1	Regulador	L7805CV +5V/1A
J	Regleta Circuito Impreso	7	Regleta Circuito Impreso de 2 contactos	
	Conmutador soldable deslizante	1	Conmutador soldable deslizante	
	Placa de cobre para C. Impreso	1	Placa para Circuito Impreso 150 x 100 mm	
U1	Microcontrolador	1	Microcontrolador PIC12C508	

	Tornillos M3	8	Tornillos M3 x 10 mm
	Soporte metálico doble roscado M3	4	Soporte metálico doble roscado M3 x 12 mm

7.2 Listado de Materiales

MATERIAL	MEDICIÓN / CANTIDAD
Tablero contrachapado de 5 mm, cortado a tiras de 170 mm y de 140 mm	2440x1220x5 mm
Listón de madera de pino de 10 x 10 mm	200 mm
Tubo de cartón de 130 mm de diámetro	2000 mm
Aglomerado de 19 mm	1000 x 1000 mm
Plástico de color rojo traslúcido	110 x 220 mm
Plástico de color amarillo traslúcido	110 x 110 mm
Plástico de color verde traslúcido	110 x 220 mm
Tornillos de rosca chapa de 2 x 12 mm	12
Tornillos de rosca chapa de 5 x 35 mm	8
Enchufe macho modelo suko	1
Portalámparas de 230 V, de superficie	5
Manguera de hilo de cobre monofásico de 1mm ²	3 m
Hilo de cobre de 1mm ²	4 m
Regleta (clema) de dos terminales 6 mm ²	1
Transformador 230V/7V 300mA	1
Puente rectificador B250C1500 Redondo	1
Condensador electrolítico 470µF / 26V	1
Condensador cerámico 100nF /50V	1
Resistencia 470Ω 1/4 W	5
Resistencia 560Ω 1/4 W	5
Triac BT136 4A - 600V	5
Optoacoplador MOC3011	5
Zócalo Circuito Impreso 6 pines	5
Zócalo Circuito Impreso 8 pines	1
Regulador L7805CV +5V/1A	1
Regleta Circuito Impreso de 2 contactos	7
Conmutador soldable deslizante	1
Placa para Circuito Impreso 150 x 100 mm	1
Microcontrolador PIC12C508	1
Cola blanca	1 bote de ¼ Kg
Cola termofusible	2 barras
Estaño 60% Sn - 40% Pb	¼ Kg
Tornillos M3 x 5 mm	8
Tornillos M3 x 15 mm	10
Tuercas M3 mm	10
Soporte metálico doble roscado M3 x 12 mm	4

7.3 Listado de Herramientas

Herramienta
Lápiz
Goma

Rotulador permanente
Regla
Escuadra
Punzón
Sierra de calar
SERRUCHO de costilla
Sierra de marquetería
Taladradora de columna
Lima entrefina de media caña
Papel de lija
Alicate universal
Alicate de corte
Destornillador
Llave inglesa pequeña
Tijera
Soldador
Pistola termofusible

8 HOJA DE PROCESOS DE FABRICACIÓN

Nº Ref	Operación	Herramientas y máquinas usadas	Tiempo empleado	Observaciones
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-A-B-C	1.- Trazar la pieza	Lápiz, regla, escuadra y goma	120'	Trazar aprovechando al máximo material y los cortes realizados en el contrachapado.
	2.- Cortar la pieza	Sierra de marquetería	120'	Colocar la sierra en posición vertical
	3.- Acabados	Lija de papel o lima entrefina	60'	Se puede utilizar normalmente la lima.
1-2-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13	1.- Marcar taladros	Lápiz, regla, escuadra, compás, goma y punzón	120'	Conviene utilizar la regla y la escuadra para fijar los centros de los taladros y con el punzón marcarlos.
	2.- Taladrar	Taladradora de columna	120'	Fijar las piezas antes de taladrar. Algunas piezas pueden colocarse unas encima de otras por ser sus taladros iguales.
	3.- Acabados	Lija de papel o lima entrefina	60'	Para perfilar los agujeros se puede utilizar un lápiz
3	1.- Trazar la pieza	Lápiz, goma y plantilla con el dibujo.	10'	Es necesario calcar el dibujo de los peatones sobre la madera.
	2.- Marcar y taladrar	Punzón y taladro de columna	20'	Deben practicarse taladros con el cambio de dirección del dibujo
	3.- Cortar la pieza	Sierra de marquetería	30'	Cortar el dibujo de los peatones.
	4.- Acabados	Lima entrefina y lija de papel	30'	Lijar y terminar la figura.
2-3	1.- Cortar plásticos	Tijeras	10'	Cortar los plásticos de colores (rojo, Amarillo, Verde)

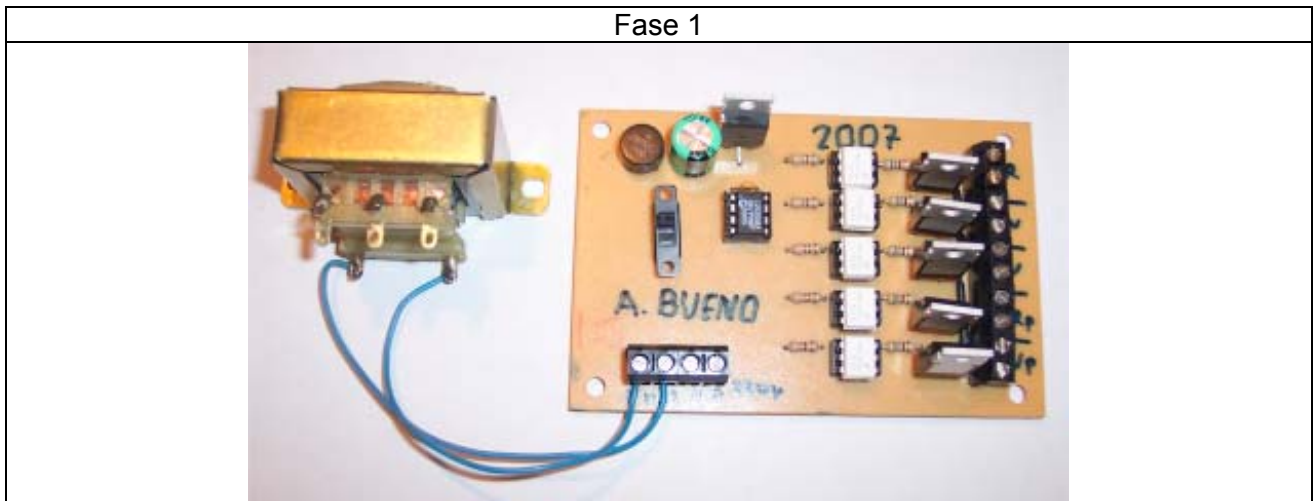
16-19	2.- Pegar	Cola termofusible	10'	Pegar los plásticos
	1.- Trazar la pieza	Lápiz, goma, regla y escuadra	20'	El trozo de tubo empleado para las viseras puede tener el largo que deseemos
	2.- Cortar la pieza	Sierra de calar o sierra de costilla	20'	Sujetar el tubo para que no se desplace en le momento del corte.
	3.- Acabados	Lima entrefina	10'	Limar los cortes para igualarlos
17-18	1.- Trazar la pieza	Lápiz, goma, regla y escuadra	20'	Trazar aprovechando al máximo material
	2.- Cortar la pieza	Sierra de calar	30'	Fijar la pieza para evitar accidentes
	3.- Acabados	Lima entrefina	10'	Igualar los cortes
Listones	1.- Trazar la pieza	Escuadra, regla, lápiz y goma	10'	Medir trozos de 20 mm
	2.- Cortar la pieza	Serrucho de costilla	10'	Cortar los trozos dejando un corte perpendicular
	3.- Acabados	Lima entrefina	5'	Igualar los trozos
	4.- Pegar	Cola blanca	15'	Pegar los trozos para poder atornillar las tapas, a 5 mm de profundidad de los bordes de las piezas
Circuito impreso de control	1.- Diseñar circuito	Rotulador permanente	30'	Es necesario pasarlo por el ácido y ayudarse del diseño realizado con el ordenador
	2.- Taladrar el circuito	Taladradora de columna	10'	Se utiliza una broca de 1 mm de diámetro
	3.- Montar los componentes	Soldador, tijeras, alicates de corte, alicates universales y estaño	30'	Debe observarse las reglas de diseño de circuitos impresos para hacerlo bien
	4.- Marcar los terminales	Rotulador permanente	10'	Para saber cuales son los terminales de las regletas debemos marcarlos sobre el circuito impreso y así poder identificarlos fácilmente
	5.- Montar el circuito en la parte de atrás de la pieza 9	Destornillador y alicates universales	10'	Sujetar el circuito con soportes metálicos y el transformador en la parte de atrás de la pieza 9
1-9	1.- Montar portalámparas	Destornillador y alicates universales	30'	Se utilizan Tornillos M3 x 20 mm y tuercas M3
Cableado eléctrico	1.- Medir los trozos de hilo	Regla	20'	Dejar un poco más del hilo necesario
	2.- Cortar los trozos de hilo	Alicates de corte, tijeras	10'	Pelar las extremos del hilo para conectarlo en la regleta
	3.- Dar la forma adecuada	Alicates universales	30'	Utilizar los dedos para dar forma siempre que se pueda. En caso contrario los alicates.

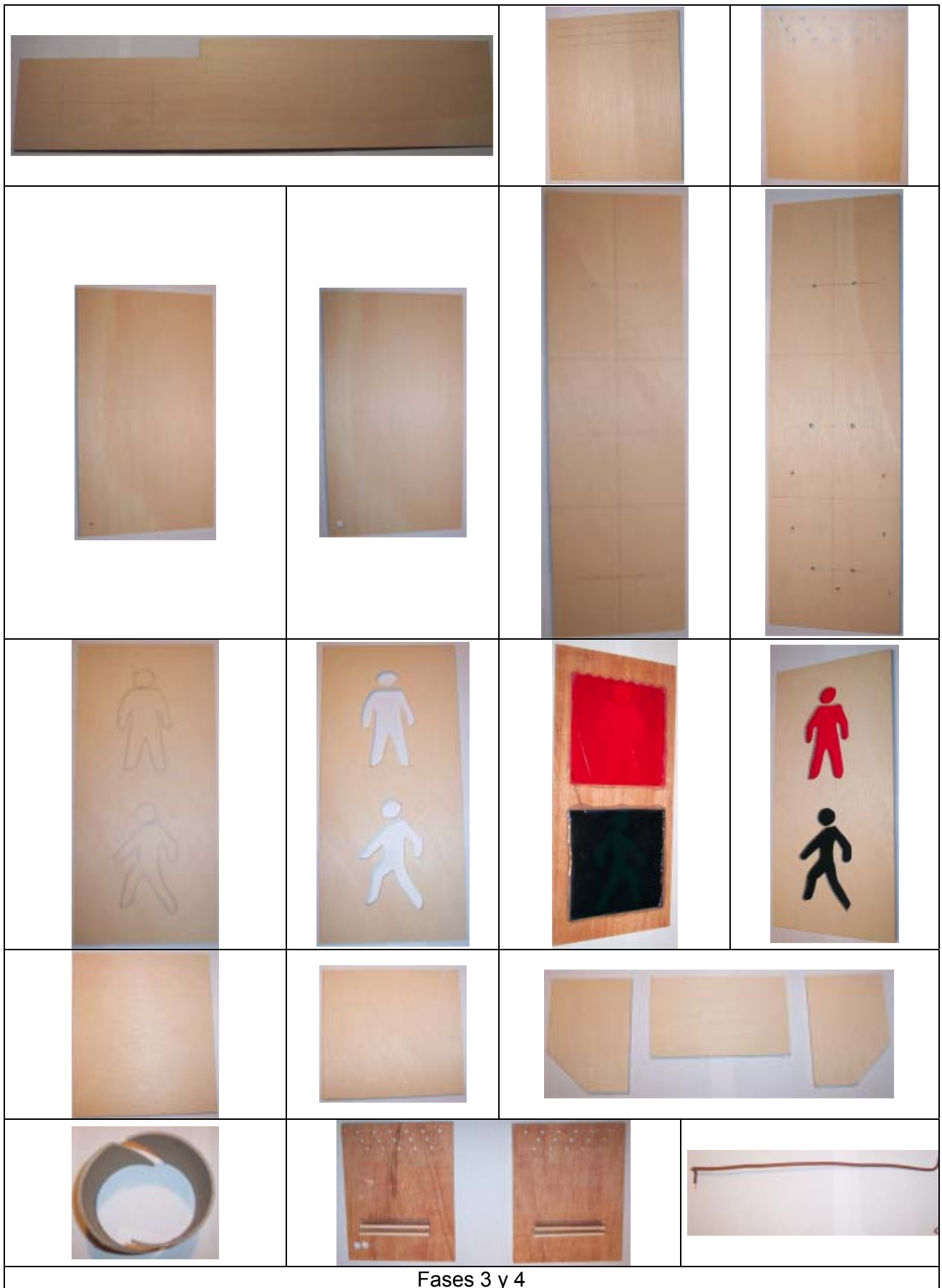
	4.- Conectar los hilos entre el Circuito impreso y los portalámparas	Destornillador	5'	Conectar y asegurarse de no dejar zonas desprotegidas del hilo fuera de los terminales.
Tiempo total			1045'	17 h 25 minutos

9 PROCESO DE MONTAJE

Fase	Tiempo	Descripción
1	2 horas	En primer lugar se fabrica el circuito impreso y se comprueba su funcionamiento correcto. El programa del microcontrolador se graba con los tiempos que se desean. Se pueden conectar los portalámparas de forma provisional para comprobar su funcionamiento.
2	11 horas y 50 minutos	Se construyen las piezas de contrachapado pegando los plásticos de colores en las piezas 2 y 3. Las piezas 5 y 6 llevan unos trozos de contrachapado de 1 cm de alto que sirven como guías para colocar la pieza 9, que se inserta y se puede sacar cuando sea necesario.
3	15 minutos	Se montan los portalámparas y circuito de la pieza 9. Se coloca el transformador y la regleta en la parte trasera de la pieza 9.
4	30 minutos	Se cablean los portalámparas hasta el circuito de la pieza 9.
5	10 minutos	Se pegan las piezas 5 y 6 en la pieza 1, con ayuda de la pieza 9. Se utiliza cola blanca de carpintero para unir las piezas, pero para facilitar la sujeción y no tener que esperarnos hasta el secado de la cola blanca, se puede utilizar una gota de cola termofusible que a los pocos segundos fijará las piezas y podremos continuar con el montaje.
6	15 minutos	Se pega la tapa trasera pieza 8, y a continuación la pieza 4, sobre la pieza 1.
7	30 minutos	Se colocan los portalámparas de la pieza 1, se monta la pieza 9 sobre la estructura creada con las piezas 1, 5,6, 8 y 4. Se cablean los hilos que conectan a los portalámparas de la pieza 1 con el circuito y se conecta la manguera monofásica en la regleta de conexión. Se colocan las bombillas y se comprueba que funciona correctamente.
8	30 minutos	Se pega las piezas A y B sobre la pieza 9. Se pega el frontal del semáforo triple, pieza 2 y la parte de la tapa inferior, pieza 14. Se ponen los trocitos de listones para que hagan de tope y poder enroscar la tapa lateral, pieza 7. Para pegar los listones es necesario tener cuidado y hacerlos a la misma profundidad que tiene como grosor el contrachapado. Para hacerlo podemos ayudarnos de un trozo de contrachapado. Se atornilla con ayuda de los tornillos de rosca chapa la tapa, pieza 7.
9	15 minutos	Se pegan las piezas 10, 12 y 13. Con ayuda de la cola termofusible se pueden fijar rápidamente hasta que la cola blanca de carpintero haga su efecto. Posteriormente se une la pieza C a la pieza 3 y se une la pieza 3 con las piezas anteriores.
10	15 minutos	Se ponen los trocitos de listones para que hagan tope y se enrosca la tapa lateral pieza 10.
11	15 minutos	Se montan las viseras y se pegan sobre el semáforo de peatones piezas 14 y 15. A continuación se pegan las viseras del semáforo de vehículos. Y se comprueba el funcionamiento correcto del semáforo.
12	20 minutos	Se monta el pie con las piezas 17, 18 y 16. Y se une la parte superior.
13	40 minutos	Una vez montado el semáforo, se pinta todo de color gris mate como los semáforos reales. Se puede comprobar su funcionamiento en un medio real.

Las figuras con todas las piezas y el proceso de montaje se puede ver a continuación.

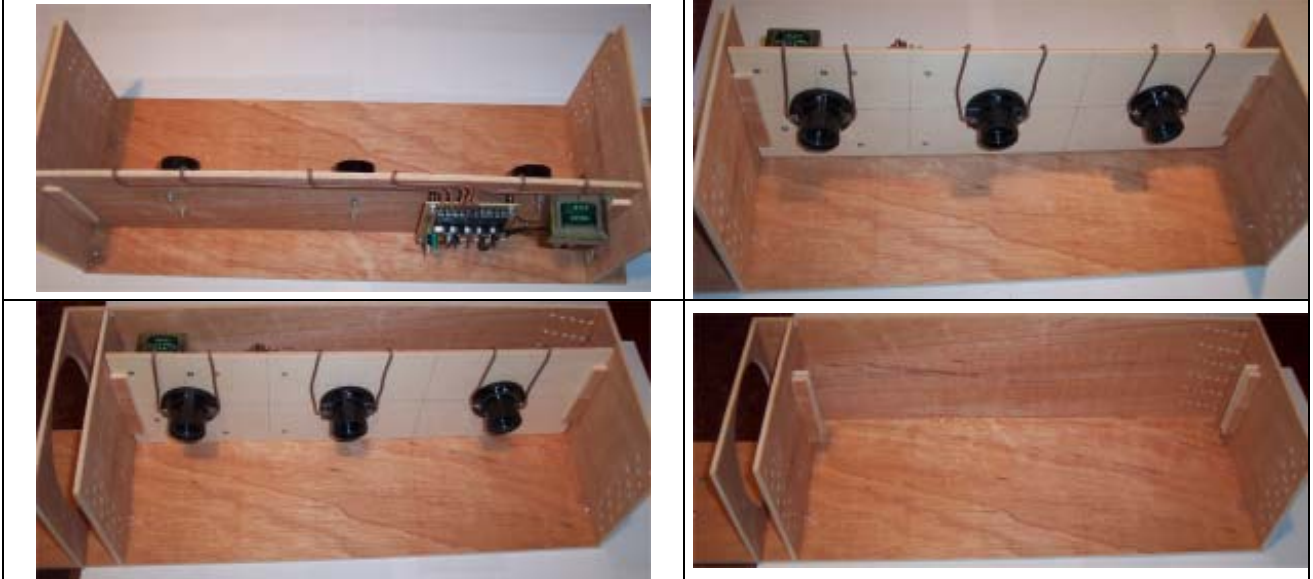




Fases 3 y 4



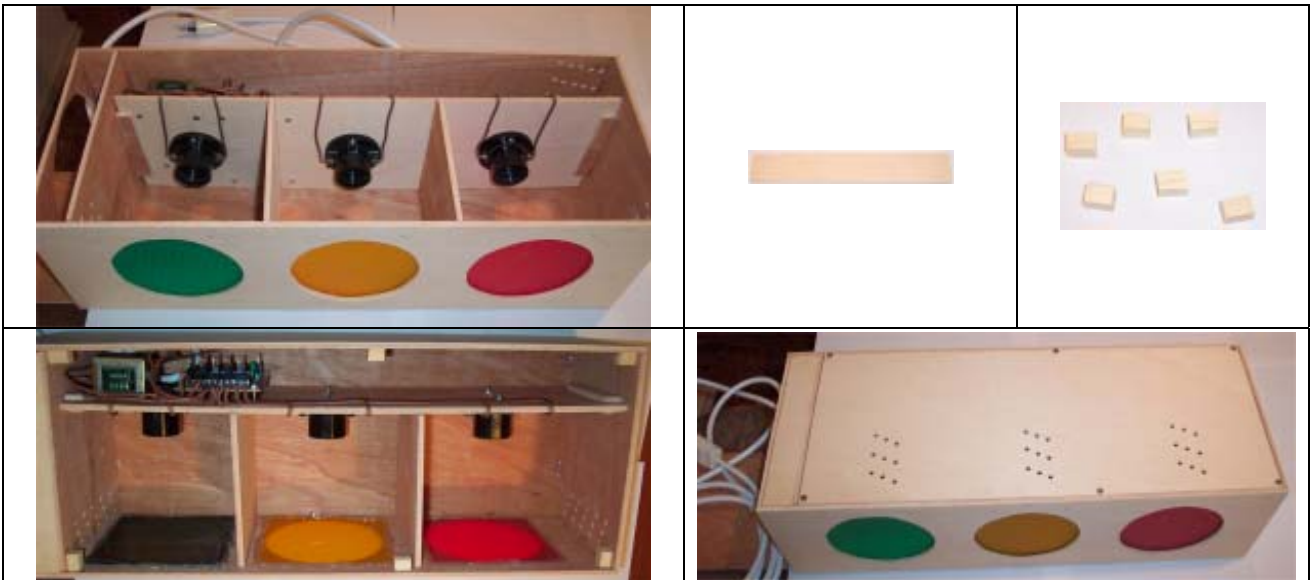
Fases 5 y 6



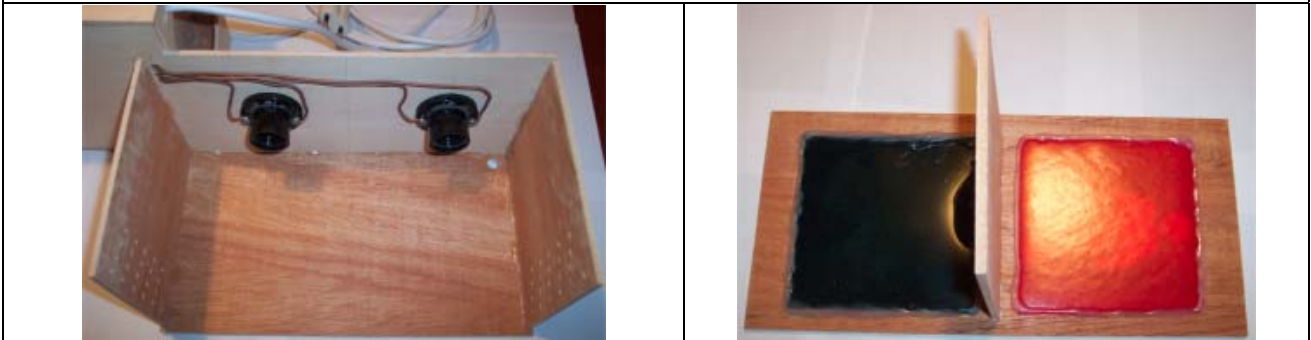
Fase 7



Fase 8



Fase 9



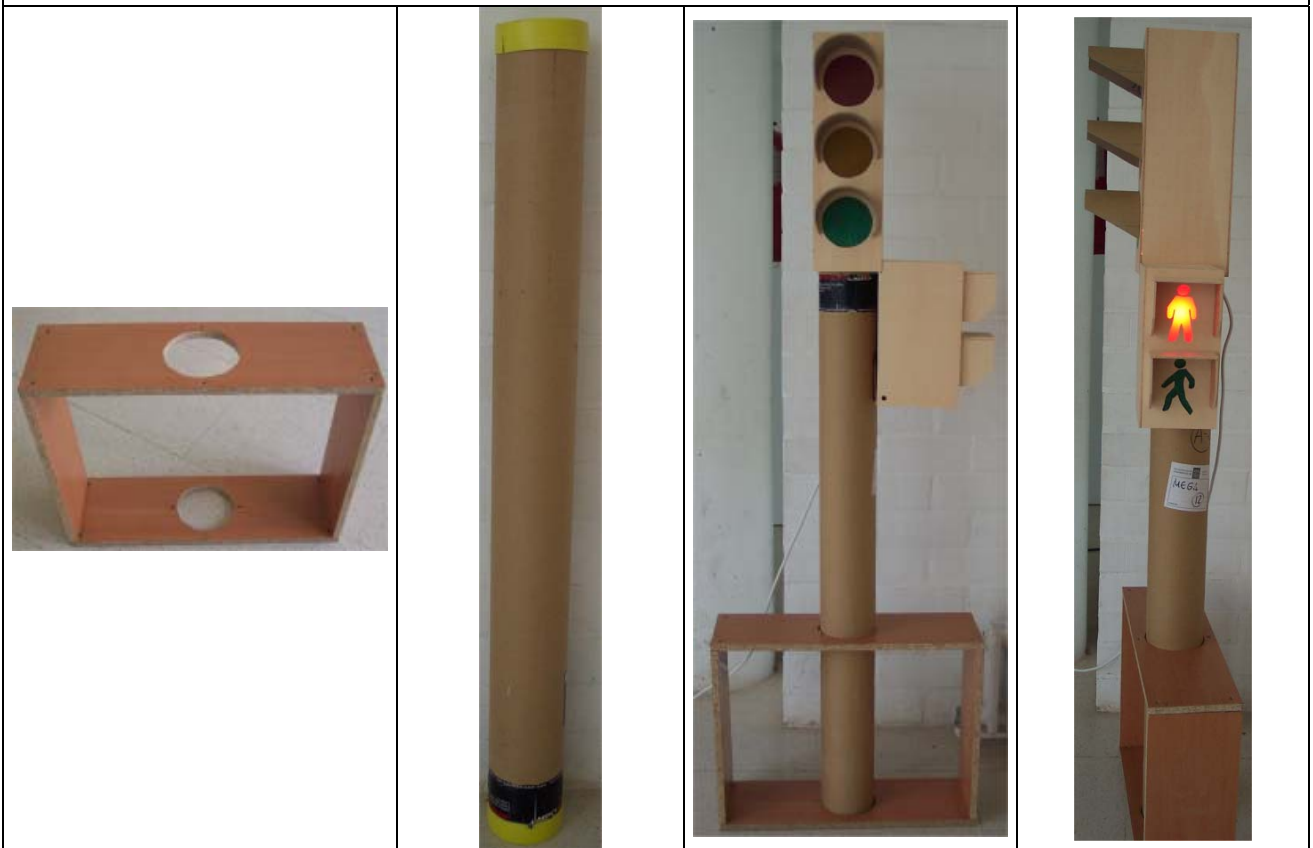
Fase 10



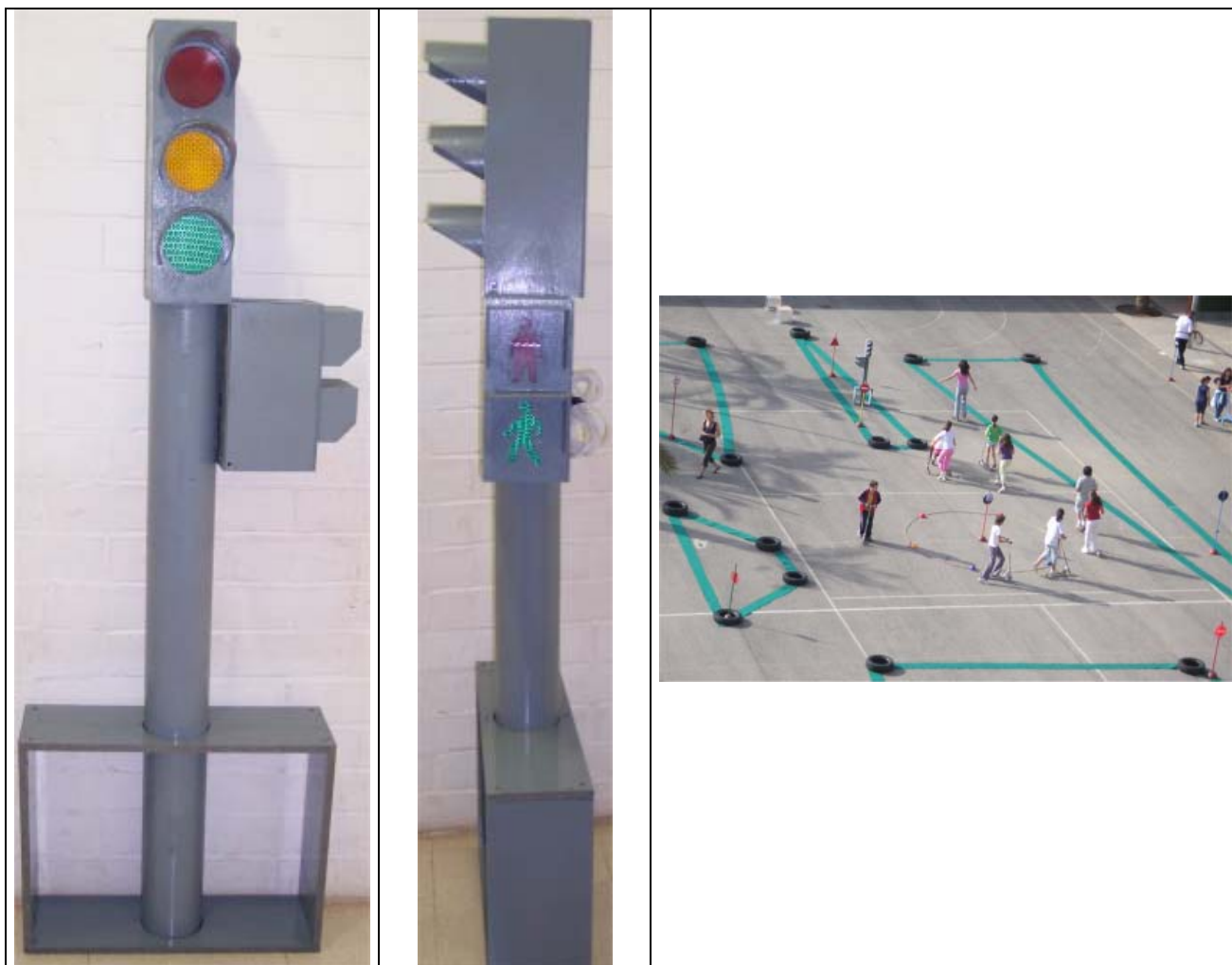
Fase 11



Fase 12



Fase 13



10 PRESUPUESTO

Presupuesto de construcción de un **Semáforo Electrónico**

Costes Directos:

Material

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
	CIRCUITO IMPRESO		18,05 €
1	Transformador 220V/6V 300mA	3,70 €	3,70 €
1	Puente rectificador B250C1500 Redondo	0,19 €	0,19 €
1	Condensador electrolítico 470uF / 26V	0,11 €	0,11 €
1	Condensador cerámico 100nF /50V	0,09 €	0,09 €
5	Resistencia 470Ω 1/4 W	0,01 €	0,05 €
5	Resistencia 560Ω 1/4 W	0,01 €	0,05 €
5	Triac BT136 4A - 600V	0,53 €	2,65 €
5	Optoacoplador MOC3011	0,52 €	2,60 €
5	Zócalo Circuito Impreso 6 pines	0,17 €	0,85 €
1	Zócalo Circuito Impreso 8 pines	0,06 €	0,06 €
1	Regulador L7805CV +5V/1A	0,35 €	0,35 €
7	Regleta Circuito Impreso de 2 contactos	0,31 €	2,17 €

1	Conmutador soldable deslizante	0,18 €	0,18 €
1	Placa de cobre para Circuito Impreso 15 x 10	3,00 €	3,00 €
1	Microcontrolador PIC12C508	2,00 €	2,00 €
MAQUETA DE MADERA			84,43 €
12	Tornillos rosca chapa 2 x 12	0,05 €	0,60 €
8	Tornillos rosca chapa 2 x 35	0,05 €	0,40 €
8	Tornillos Métrica 3 x 5	0,10 €	0,80 €
10	Tornillos Métrica 3 x 15	0,10 €	1,00 €
10	Tuercas Métrica 3	0,05 €	0,50 €
4	Soporte roscado Métrica 3 x 12 mm	0,30 €	1,20 €
1	Tablero contrachapado y cortado a tiras 2440x1220x5	21,43 €	21,43 €
1	Bote de cola Blanca	2,00 €	2,00 €
1	Enchufe macho tipo suko	3,00 €	3,00 €
1	Regleta de dos terminales (clema)	0,10 €	0,10 €
3	Manguera de hilo de cobre monofásico de 1mm2	1,00 €	3,00 €
1	Hilo de cobre 4 m x 1mm	2,00 €	2,00 €
5	Portalámparas 220V	6,00 €	30,00 €
3	Lámpara 220V 15 W pequeña color (Verde, Roja, Amarilla)	2,30 €	6,90 €
1	Lámpara 220V 15 W grande color (Verde)	2,30 €	2,30 €
1	Lámpara 220V 25 W pequeña blanca	0,70 €	0,70 €
1	Tablero de aglomerado 1000x1000	4,00 €	4,00 €
1	Tubo de cartón de 130 mm de diámetro 2000 mm	3,00 €	3,00 €
5	Plástico de colores (rojo, amarillo, verde) 110x 110	0,30 €	1,50 €

Mano de obra

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
5	Horas de oficial de primera	6,00 €	30,00 €
13	Horas de peón	12,00 €	156,00 €

Total Costes Directos (CD)	288,48 €
-----------------------------------	-----------------

Total Costes Indirectos (8% de CD) (CI)	23,08 €
--	----------------

Total Costes (CD + CI) (TC)	311,56 €
------------------------------------	-----------------

IVA (16% de TC)	49,85 €
------------------------	----------------

Precio final del producto (TC + IVA) (PVP)	361,41 €
---	-----------------

11 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El semáforo diseñado resuelve el problema planteado, su funcionamiento es correcto aunque ha habido problemas con el color verde. A la luz del día apenas se distingue, hemos tenido que probar distintos plásticos verdes y además se ha colocado una bombilla de 60 W para que se pueda ver.

También hemos construido un semáforo donde el semáforo de peatones esté mirando al lado izquierdo. Ha bastado con crear algunas de las piezas de forma simétrica y colocarlas al contrario.

Pueden verse algunas fotos con el semáforo de peatones mirando a la izquierda.

La actividad de educación vial para la que iba dirigido el semáforo, le ha encantado a los niños del colegio, por lo que el semáforo ha cumplido su misión. Se crearon tres semáforos que estaban distribuidos por distintos lugares del circuito. Se repartió un carné con puntos que iban perdiendo a medida que cometían infracciones y así observar como se debe actuar durante la conducción.

Los alumnos disponían de bicicletas, patines, patinetes y otros vehículos creados a tal fin con los que se desplazaban por el circuito, cambiando de rol pasando a ser en otros momentos peatones.

Si deseas más información o los ficheros fuente de todo el proyecto puedes dirigirte a bueno.toni@gmail.com.

Este material se puede distribuir y copiar tanto como quieras, sólo tienes que hacer referencia al autor del mismo, Antonio Bueno.

