

Reporte de Proyecto Final

Nombre del Circuito y Especificaciones Técnicas

Alumno: Osuna Angulo Miguel Angel / 1237683

Nombre del Circuito: Mikeduino

Voltaje de operación	5 V	SRAM	2 KB
Voltaje de alimentación máximo:	12 V	EEPROM	1 KB
Pines Digitales de E/S	14	Velocidad de Reloj	16 MHz
Pines Analógicos de Entrada	6	Largo (L)	68.6 mm
Corriente máxima por pin (CD)	40 mA	Ancho (W)	54.5 mm
Memoria Flash	32 KB ; 0.5 KB para bootloader	Peso	25 g

Tabla 1.- Especificaciones Técnicas del PCB

Diagrama a Bloques

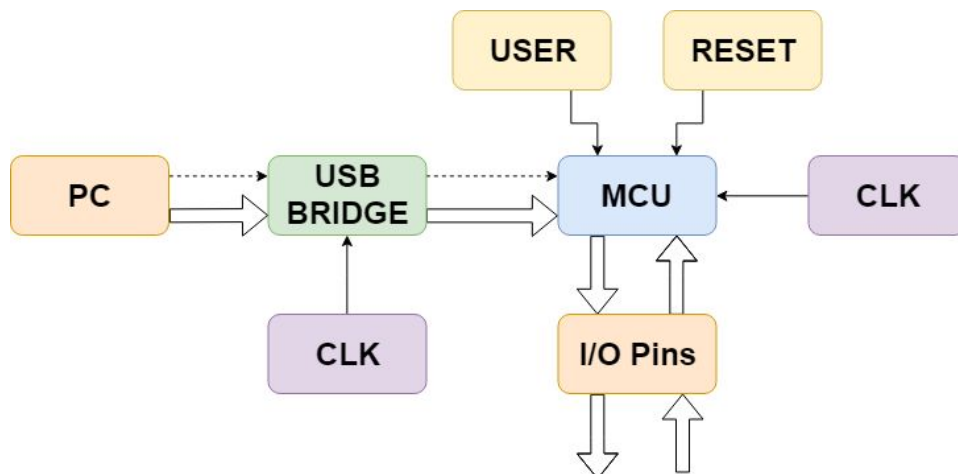


Figura 1.- Diagrama a Bloques del Circuito

Software EDA Utilizado

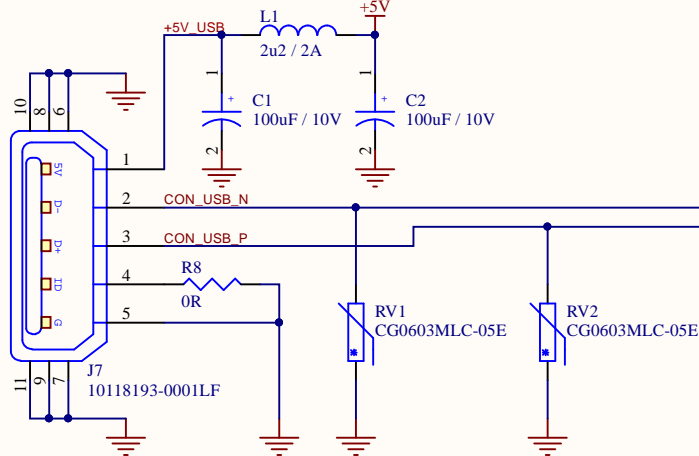
Software: Altium 18.0

Licencia: Comercial Propietario

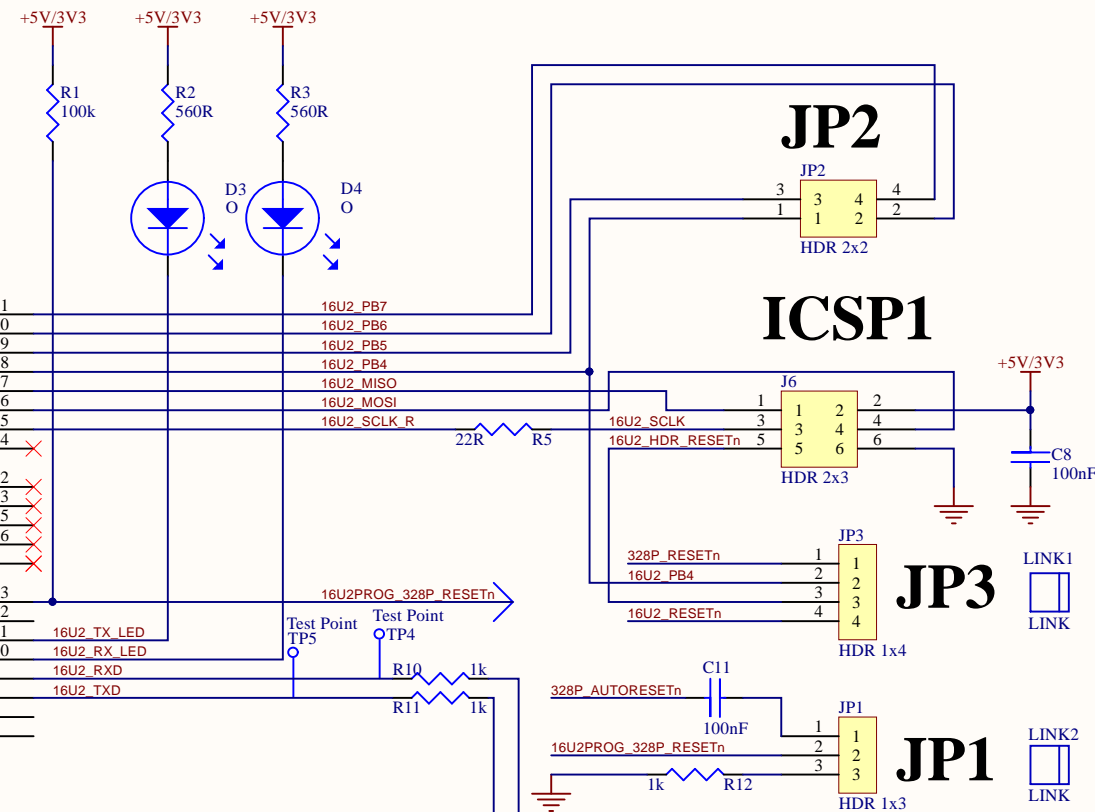
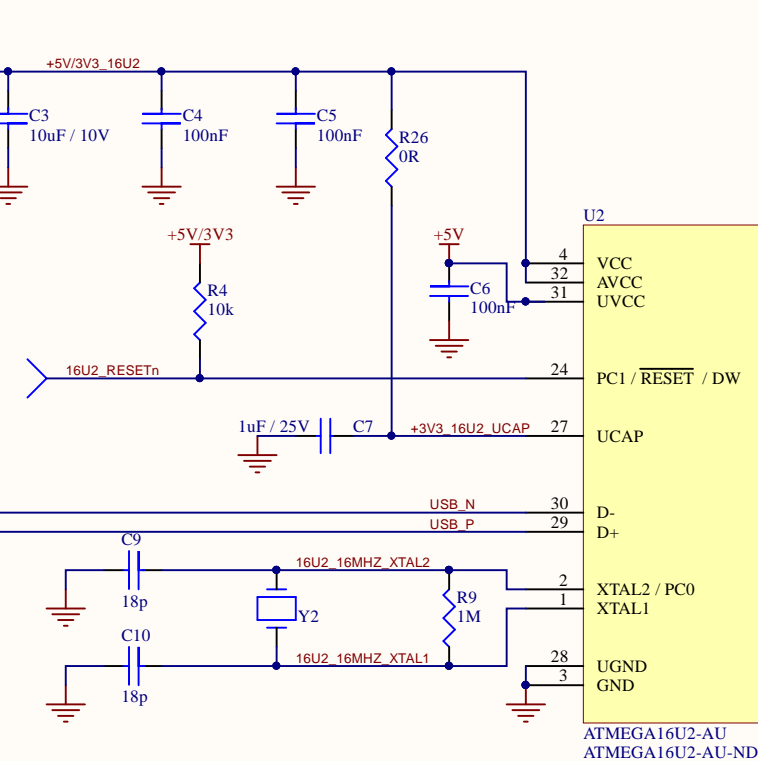
Diagrama Esquemático

Mikduino

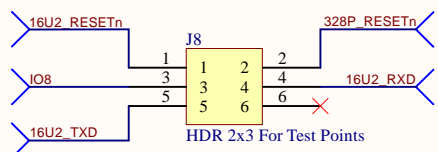
Circuitos Impresos			
Title: Mikeduino		Variant: [No Variations]	
Page Contents: [03] - Mikeduino SCHEMATIC.SchDoc		Checked by	
Size:	DWG NO		Revision: VIII
Date: 11/1/2018		Sheet 3 of 6	



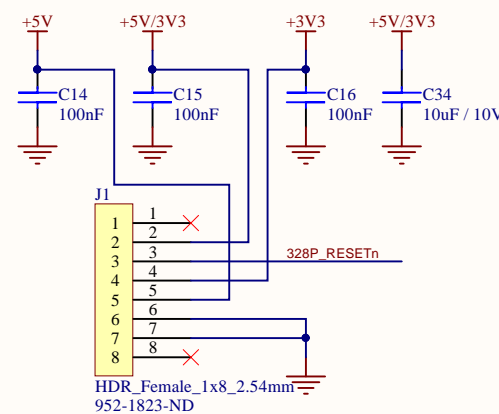
16U2



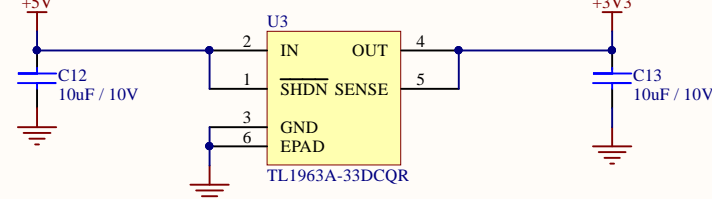
TEST POINTS



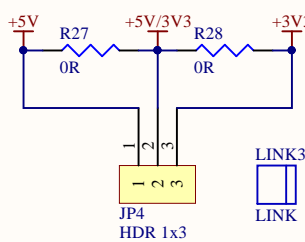
POWER



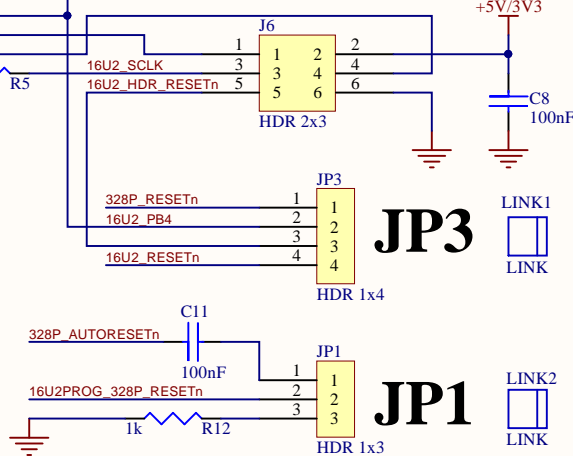
3V3 LDO



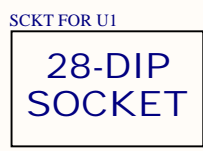
POWER SELECTION



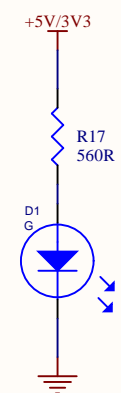
ICSP1



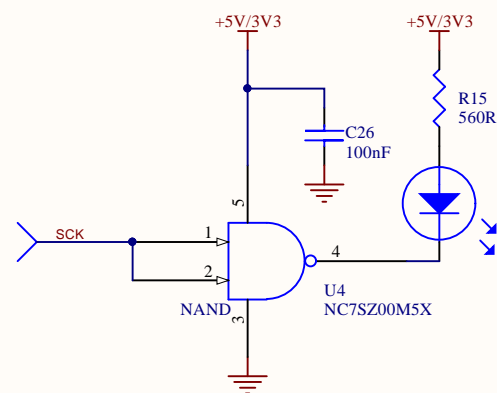
DIP SOCKET



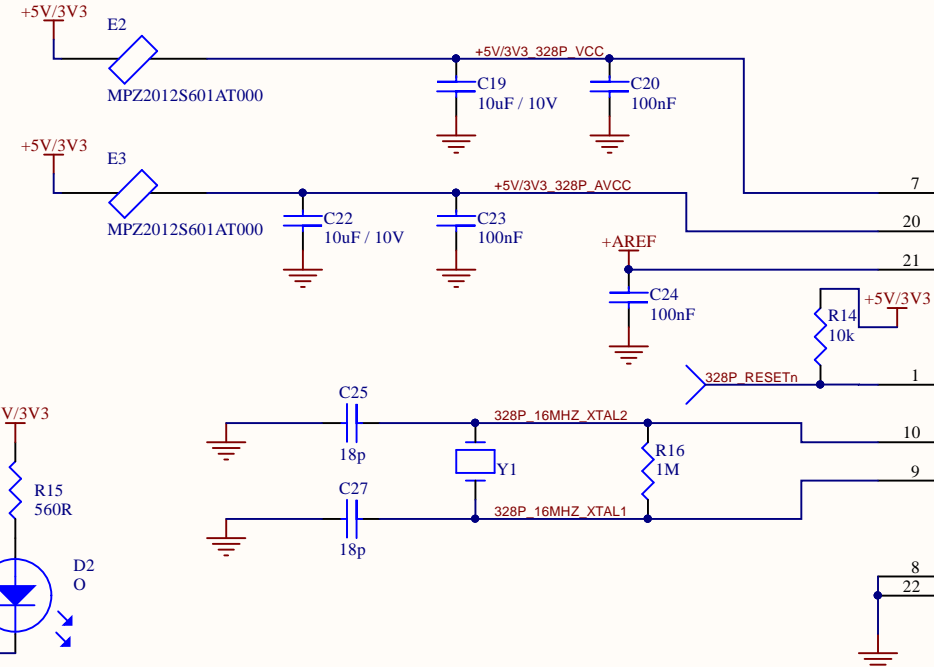
POWER LED



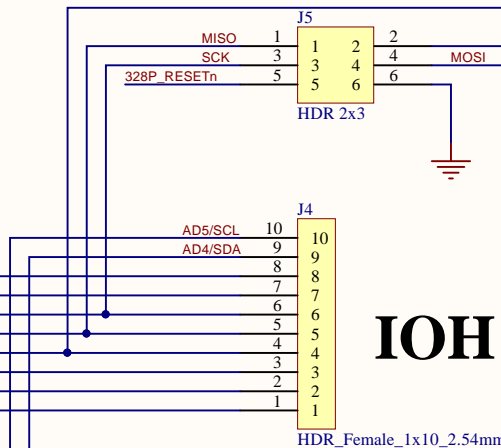
USER LED



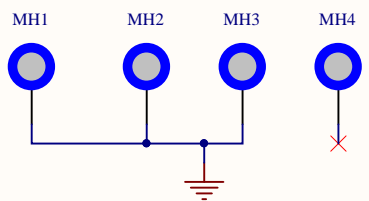
328P



IOH



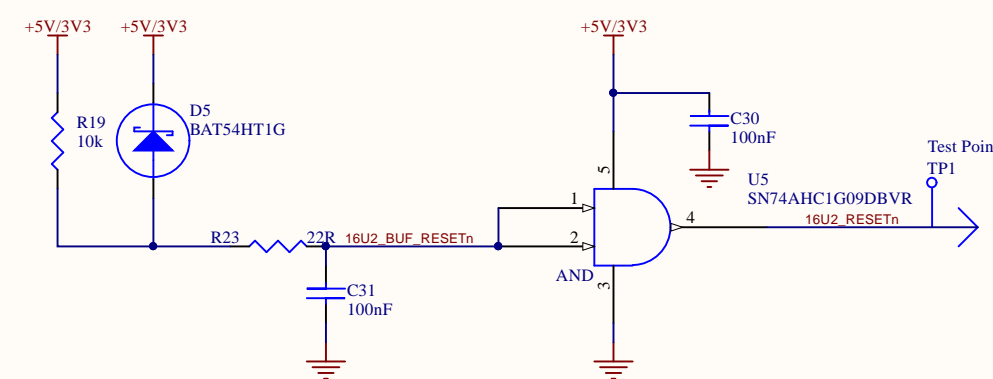
MOUNTING HOLES



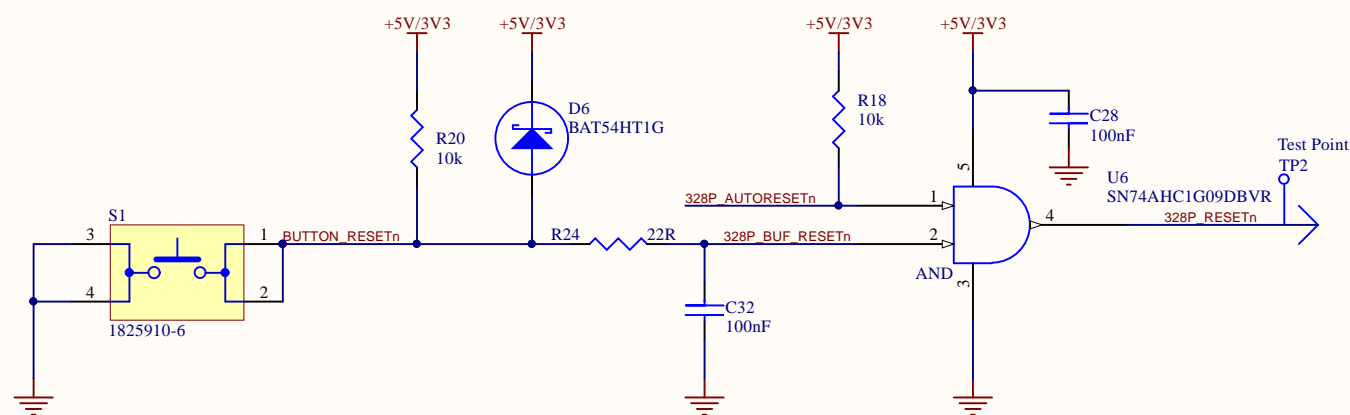
FIDUCIALS



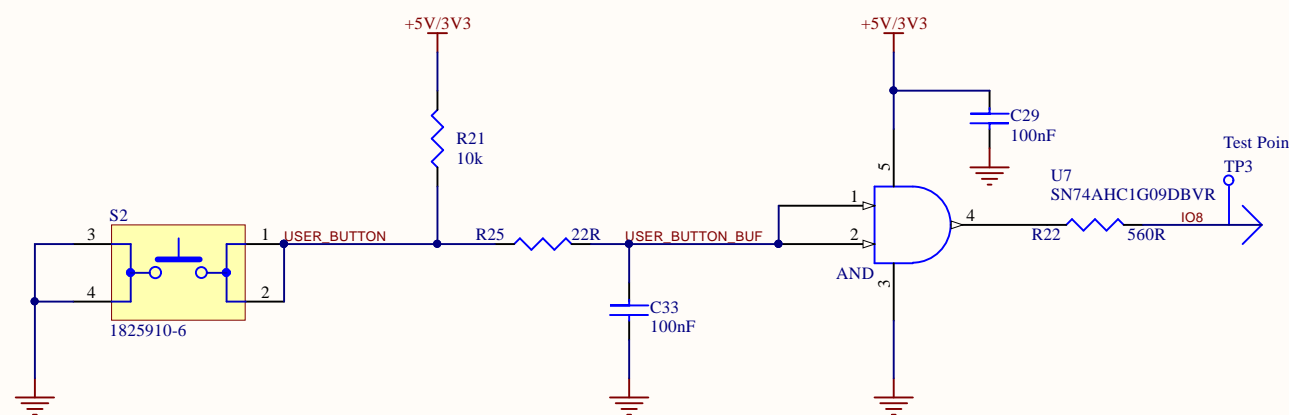
RESET CIRCUIT (16U2)



RESET CIRCUIT (328P)



USER BUTTON



Simulación Eléctrica

- TP1: 16U2_RESETn (Salida del Circuito Reset del Microcontrolador 16U2)
- TP2: 328P_RESETn (Salida del Circuito Reset del Microcontrolador 328P)
- TP3: IO8 (Salida del Circuito de Botón de Usuario)
- TP4: 16U2_RXD (Señal de Recepción del Microcontrolador 16U2)
- TP5: 16U2_TXD (Señal de Transmisión del Microcontrolador 16U2)

Oscilogramas

Se muestra una idea de las señales que se pueden presentar en los puntos de prueba:

- 16U2_RESETn



Figura 2.- Ejemplo de señal de 16U2_RESETn

- 328P_RESETn

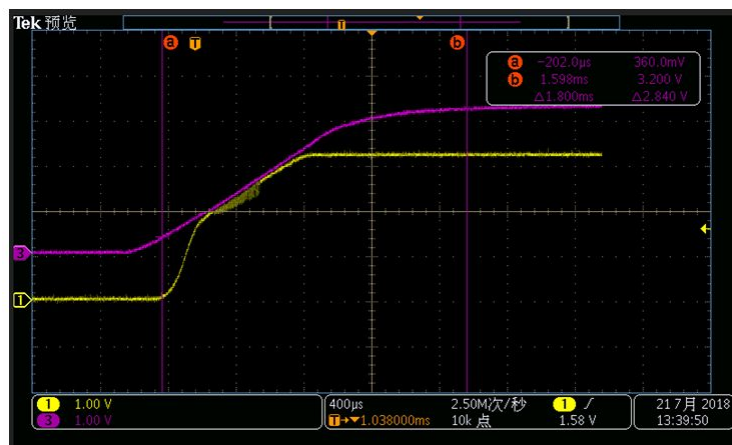


Figura 3.- Ejemplo de señal de 328P_RESETn

- IO8

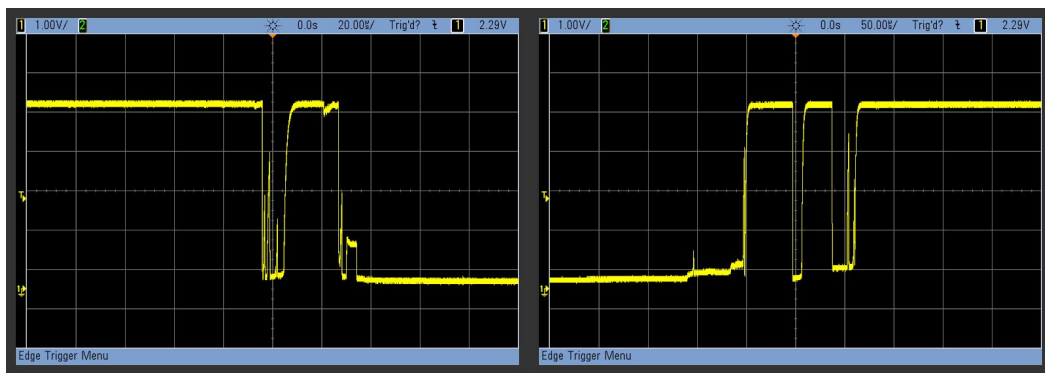


Figura 4.- Ejemplo de señal de IO8

- 16U2_RXD

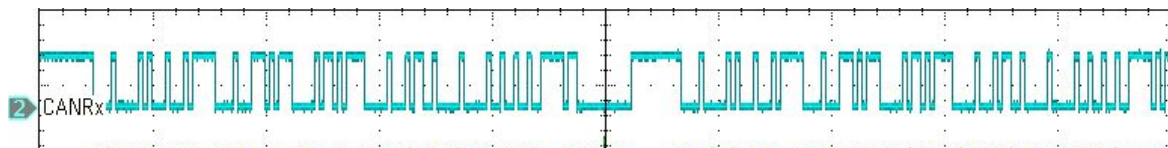


Figura 5.- Ejemplo de señal de 16U2_RXD

- 16U2_TXD

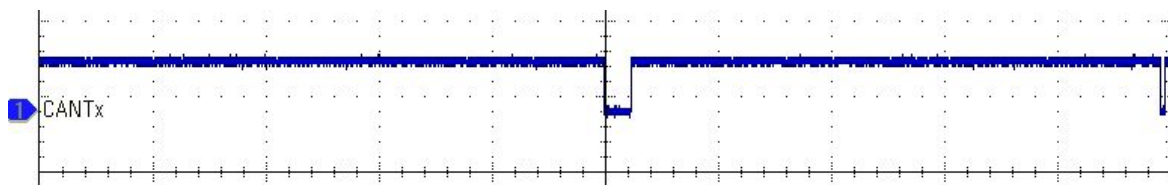


Figura 6.- Ejemplo de señal de 16U2_TXD

Estimación del Área Total del PCB

Rubro	Componentes propuestos y tipo de PCB	Área de componentes (mm^2)	Relación TS/CS esperada	Área del PCB (mm^2)
	Mezcla de componentes discretos e integrados (integrados entre el 35% y el 50%). PCB tipo 1C.	1363.239	2.0 a 3.0	2726.478 a 4089.717
Dimensiones deseadas para el PCB	53.34 mm x 68.58 mm	-	-	3,658.0572

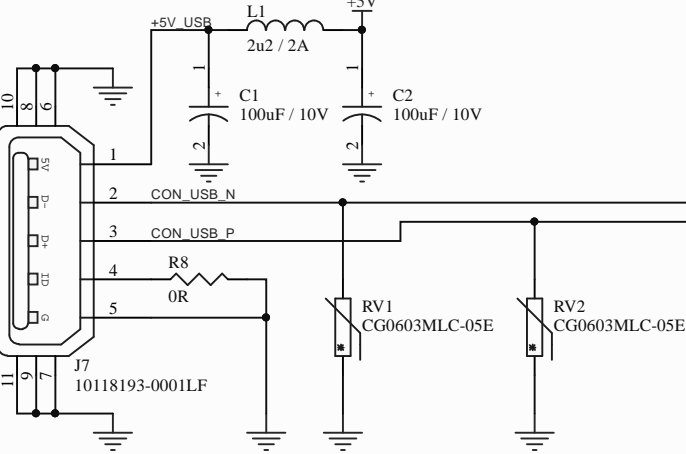
Tabla 2.- Dimensiones y Estimación del Área Total del PCB

Se estima que los componentes y el tipo de PCB propuesto tienen una gran probabilidad de concordar con el PCB deseado.

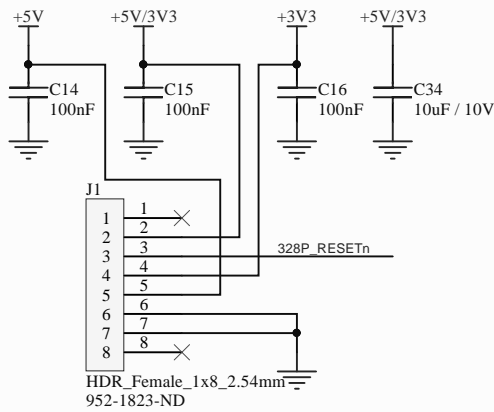
Mikeduino

Circuitos Impresos			
Title: Mikeduino		Variant: [No Variations]	
Page Contents: [03] - Mikeduino SCHEMATIC.SchDoc		Checked by:	
Size:	DWG NO	Revision:	V111
Date: 11/1/2018		Sheet	3 of 6

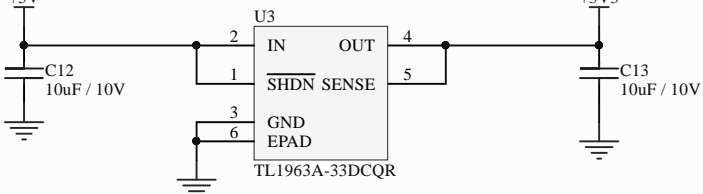
Micro USB



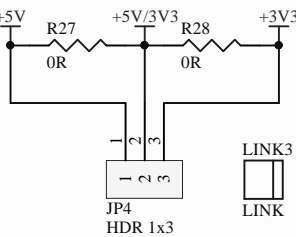
POWER



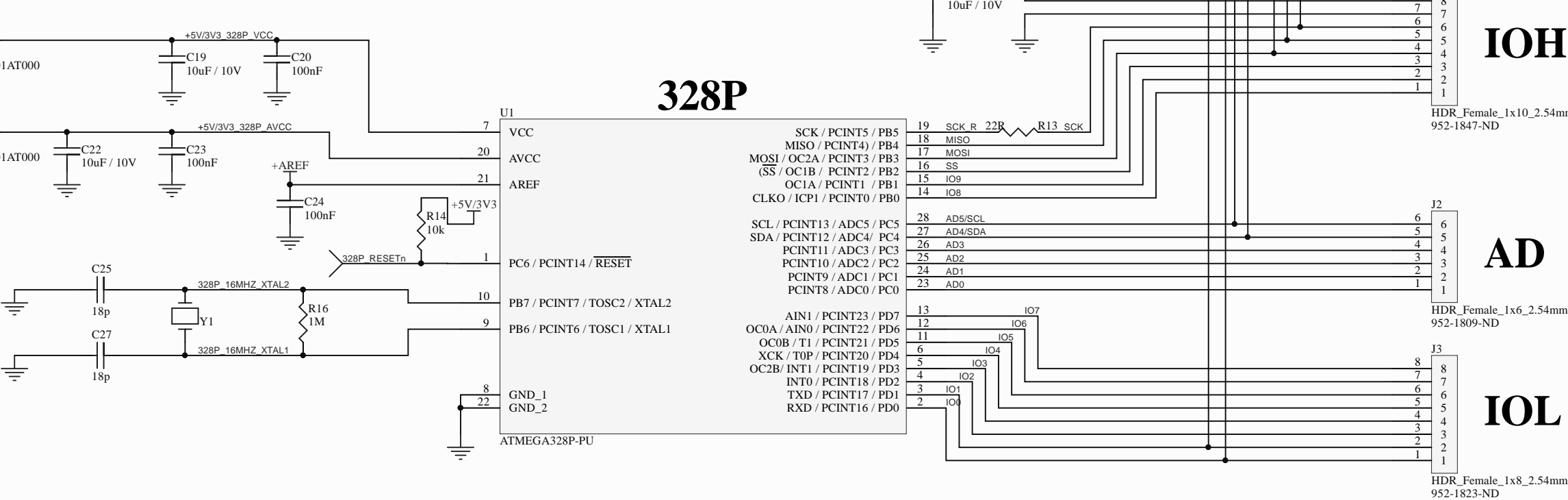
3V3 LDO



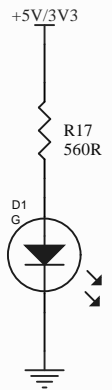
POWER SELECTION



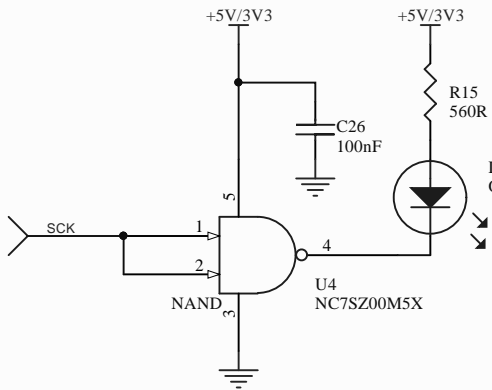
328P



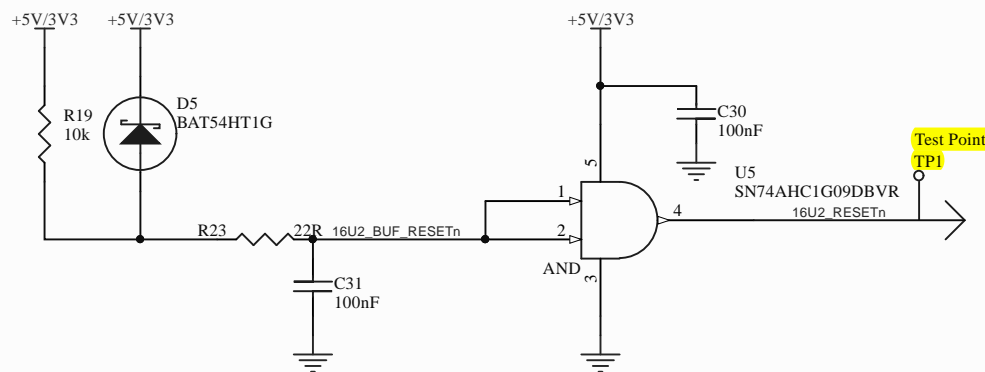
POWER LED



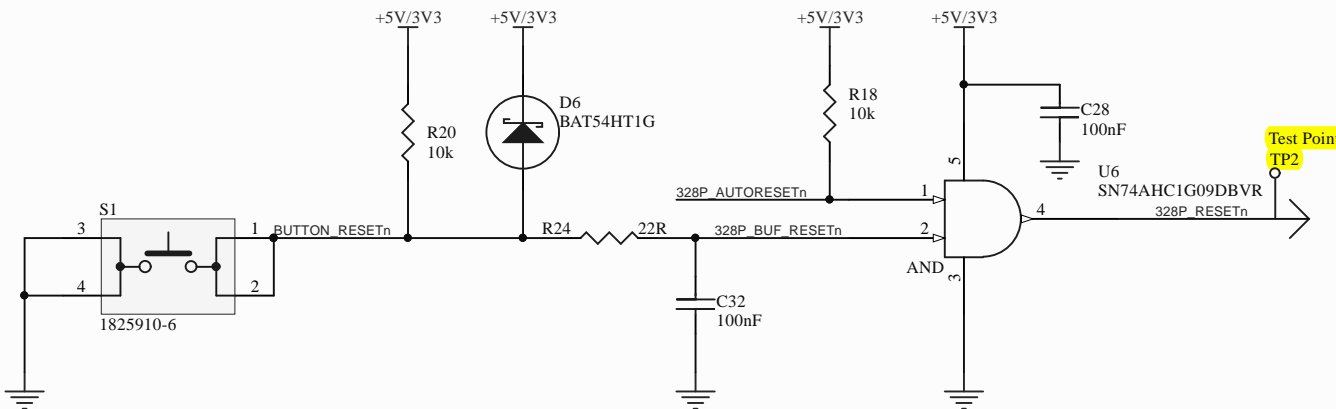
USER LED



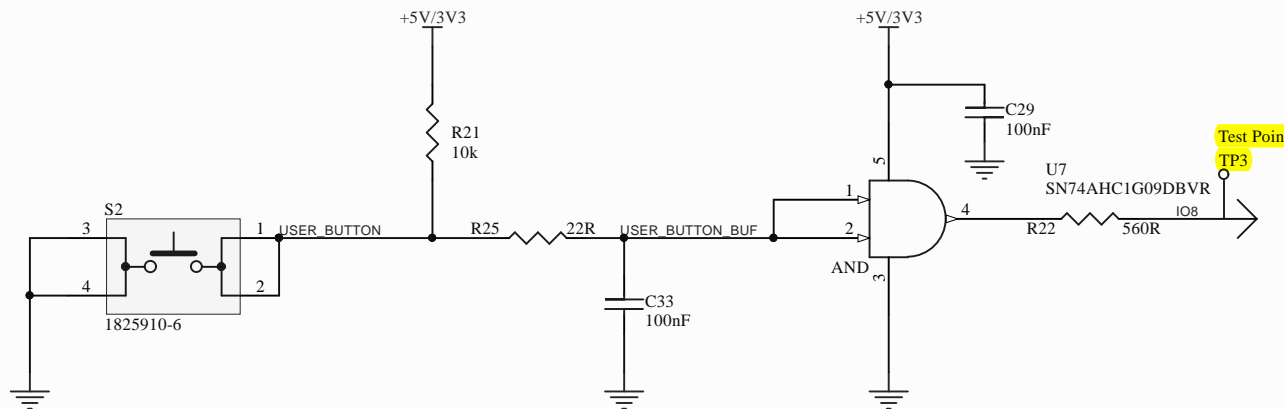
RESET CIRCUIT (16U2)



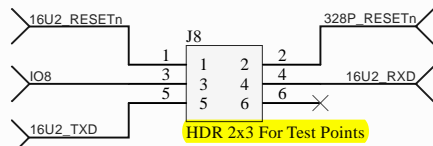
RESET CIRCUIT (328P)



USER BUTTON



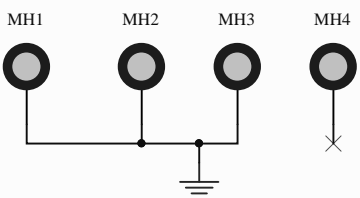
TEST POINTS



DIP SOCKET



MOUNTING HOLES



FIDUCIALS



Dimensiones de Componentes

#	Category	Description	Technology	Components	Length (mm)	Width (mm)	Area (mm ²)	Total Area (mm ²)
1	Capacitors	CAP ALUM 100UF 20% 10V RADIAL	THT	2	7	7	49	98
2	Capacitors	Cap Ceramic 10uF 10V X5R 10% SMD 0805 85C Cardboard T/R	SMD	7	2	1.2	2.4	16.8
3	Capacitors	CAP CER 0.1UF 50V X7R 0805	SMD	19	2	1.2	2.4	45.6
4	Capacitors	CAP CER 1UF 25V 10% X5R 0805	SMD	1	2	1.2	2.4	2.4
5	Capacitors	CAP CER 18PF 50V C0G/NP0 0805	SMD	4	2	1.2	2.4	9.6
6	Optoelectronics	LED SMARTLED GREEN 570NM 0603	SMD	1	1.7	0.8	1.36	1.36
7	Optoelectronics	LED ORANGE DIFFUSED 0603 SMD	SMD	3	1.7	0.8	1.36	4.08
8	Discrete Semiconductor Products	Diode Schottky 30V 200mA Surface Mount USC	SMD	2	1.3	2.5	3.25	6.5
9	Coils	TDK MPZ2012S601AT000 FERRITE BEAD, 0.1OHM, 2A, 0805, FULL REEL	SMD	3	2	1.2	2.4	7.2
10	Connectors, Interconnects	Headers & Wire Housings 8 PIN SIL VERTICAL SOCKET GOLD+TIN	THT	2	20.72	2.45	50.764	101.528
11	Connectors, Interconnects	Headers & Wire Housings 6 PIN SIL VERTICAL SOCKET TIN	THT	1	15.64	2.45	38.318	38.318
12	Connectors, Interconnects	Headers & Wire Housings 10 PIN SIL VERTICAL SOCKET TIN	THT	1	25.8	2.45	63.21	63.21
13	Connectors, Interconnects	6 Positions Header, Unshrouded Connector 0.100" (2.54mm) Through Hole Gold or Gold, GXT™	THT	3	7.62	5.05	38.481	115.443
14	Connectors, Interconnects	CONN USB MICRO B RECPT SMT R/A	SMD	1	8.2	6.1	50.02	50.02
15	Connectors, Interconnects	BERGSTIK II .100" SR STRAIGHT	THT	2	7.25	2.45	17.7625	35.525
17	Connectors, Interconnects	CONN HEADER 4POS .100 STR 15AU	THT	1	9.8	2.45	24.01	24.01
18	Inductors, Coils, Chokes	FIXED IND 2.2UH 2A 80 MOHM SMD	SMD	1	3.2	2.5	8	8
19	Connectors, Interconnects	CONN JUMPER SHORTING .100" GOLD	THT	2	0	0	0	0
20	Resistors	RES SMD 100K OHM 0.1% 1/8W 0805	SMD	1	2	1.2	2.4	2.4
21	Resistors	RES SMD 560 OHM 1% 1/8W 0805	SMD	5	2	1.2	2.4	12
22	Resistors	RES SMD 10K OHM 1% 1/8W 0805	SMD	6	2	1.2	2.4	14.4
23	Resistors	RES SMD 22 OHM 1% 1/8W 0805	SMD	7	2	1.2	2.4	16.8
24	Resistors	RES 0.0 OHM 1/8W 0805 SMD	SMD	2	2	1.2	2.4	4.8
25	Resistors	RES SMD 1M OHM 0.1% 1/8W 0805	SMD	2	2	1.2	2.4	4.8
26	Resistors	RES SMD 1K OHM 1% 1/8W 0805	SMD	3	2	1.2	2.4	7.2
27	Circuit Protection	VARISTOR 0603	SMD	2	1.7	0.8	1.36	2.72
28	Switches	SWITCH TACTILE SPST-NO 0.05A 24V	SMD	2	7.8	6	46.8	93.6
29	Connectors, Interconnects	CONN IC DIP SOCKET 28POS TIN	THT	1	10.1	35.55	359.055	359.055
30	Microcontroller Unit	ATMEL ATMEGA328P-PU 8 Bit Microcontroller, Low Power High Performance, ATmega, 20 MHz, 32 KB, 2 KB, 28 Pins, DIP	THT	1	0	0	0	0
31	Microcontroller Unit	ATMEL ATMEGA16U2-AU MCU, 8BIT, MEGA AVR, 16MHZ, TQFP-32	SMD	1	10	10	100	100
32	Integrated Circuits (ICs)	IC REG LDO 3.3V 1.5A SOT223-6	SMD	1	8.6	6.45	55.47	55.47
33	Integrated Circuits (ICs)	IC GATE NAND 1CH 2-INP SOT-23-5	SMD	1	3	1.7	5.1	5.1
34	Integrated Circuits (ICs)	IC GATE AND SGL 2INP SOT23-5	SMD	3	3	1.7	5.1	15.3
35	Crystals	Crystals 22.1184MHz 20ppm 18pF -40C+85C	SMD	2	6	3.5	21	42
TOTAL				96	184.13	117.1	968.2205	1363.239

Tabla 3.- Dimensiones de Componentes

Estimación del Área Total del PCB

Rubro	Componentes propuestos y tipo de PCB	Área de componentes (mm^2)	Relación TS/CS esperada	Área del PCB (mm^2)
	Mezcla de componentes discretos e integrados (integrados entre el 35% y el 50%). PCB tipo 1C.	1363.239	2.0 a 3.0	2726.478 a 4089.717
Dimensiones deseadas para el PCB	53.34 mm x 68.58 mm	-	-	3,658.0572

Tabla 4.- Dimensiones y Estimación del Área Total del PCB

Se estima que los componentes y el tipo de PCB propuesto tienen una gran probabilidad de concordar con el PCB deseado.

Lista de Materiales

#	Manufacturer Part	Manufacturer	Category	Reference	Description	Mount	Case / Package	Quantity
1	EEA-GA1A101B	Panasonic	Capacitors	C1, C2	CAP ALUM 100UF 20% 10V RADIAL	THT	Radial	2
2	CL21A106KPFNNNG	Samsung	Capacitors	C3, C12, C13, C19, C21, C22, C34	Cap Ceramic 10uF 10V X5R 10% SMD 0805 85C Cardboard T/R	SMD	0805 (2012 Metric)	7
3	C2012X7R1H104M085AA	KEMET	Capacitors	C4, C5, C6, C8, C11, C14, C15, C16, C17, C20, C23, C24, C26, C28, C29, C30, C31, C32, C33	CAP CER 0.1UF 50V X7R 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	19
4	C2012X5R1V105K085AB	TDK	Capacitors	C7	CAP CER 1UF 35V X5R 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	1
5	C0805C180J1GACTU	KEMET	Capacitors	C9, C10, C25, C27	CAP CER 18PF 100V C0G/NP0 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	4
6	LG L29K-G2J1-24-Z	Osram Opto	Optoelectronics	D1	LED GREEN DIFFUSED 0603 SMD	SMD	0603 (1608 Metric)	1
7	SML-E12D8WT86	Rohm Semiconductor	Optoelectronics	D2, D3, D4	LED ORANGE DIFFUSED 0603 SMD	SMD	0603 (1608 Metric)	3
8	CUS520-H3F	Toshiba Semiconductor and Storage	Discrete Semiconductor Products	D5, D6	Diode Schottky 30V 200mA Surface Mount USC	SMD	SC-76, SOD-323	2
9	MPZ2012S601AT000	TDK	Coils	E1, E2, E3	TDK MPZ2012S601AT000 FERRITE BEAD, 0.1OHM, 2A, 0805, FULL REEL	SMD	0805 (2012 Metric)	3
10	M20-7820842	Harwin	Connectors, Interconnects	J1, J3	Headers & Wire Housings 8 PIN SIL VERTICAL SOCKET GOLD+TIN	THT	SIP	2
11	M20-7820646	Harwin	Connectors, Interconnects	J2	Headers & Wire Housings 6 PIN SIL VERTICAL SOCKET TIN	THT	SIP	1
12	M20-7821046	Harwin	Connectors, Interconnects	J4	Headers & Wire Housings 10 PIN SIL VERTICAL SOCKET TIN	THT	SIP	1
13	67997-206HLF	Amphenol FCI	Connectors, Interconnects	J5, J6, J8	6 Positions Header, Unshrouded Connector 0.100" (2.54mm) Through Hole Gold or Gold, GXT™	THT	SIP	3
14	10118193-0001LF	Amphenol FCI	Connectors, Interconnects	J7	CONN USB MICRO B RECPT SMT R/A	SMD	USB Micro B	1
15	68000-103HLF	Amphenol FCI	Connectors, Interconnects	JP1	BERGSTIK II .100" SR STRAIGHT	THT	SIP	2
17	68001-204HLF	Amphenol FCI	Connectors, Interconnects	JP3	CONN HEADER 4POS .100 STR 15AU	THT	SIP	1
18	L1210R2R2MDWIT	KEMET	Inductors, Coils, Chokes	L1	FIXED IND 2.2UH 2A 80 MOHM SMD	SMD	1210 (3225 Metric)	1
19	QPC02SXGN-RC	Sullins	Connectors, Interconnects	LINK1, LINK2	CONN JUMPER SHORTING .100" GOLD	THT	-	2
20	RC0805FR-07100KL	Panasonic	Resistors	R1	RES SMD 100K OHM 0.1% 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	1
21	AC0805FR-07560RL	Yageo	Resistors	R2, R3, R15, R17, R22	RES SMD 560 OHM 1% 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	5
22	RC0805FR-0710KL	Yageo	Resistors	R4, R14, R18, R19, R20, R21	RES SMD 10K OHM 1% 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	6
23	RC0805FR-0722RL	Yageo	Resistors	R5, R6, R7, R13, R23, R24, R25	RES SMD 22 OHM 1% 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	7
24	CR0805-J/-000ELF	Bourns Inc.	Resistors	R8, R27	RES SMD 0 OHM JUMPER 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	2
25	ERA-6AEB105V	Panasonic	Resistors	R9, R16	RES SMD 1M OHM 0.1% 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	2
26	RC0805FR-071KL	Yageo	Resistors	R10, R11, R12	RES SMD 1K OHM 1% 1/8W 0805	SMD	0805 (2012 Metric)	3
27	CG0603MLC-05E	Bourns	Circuit Protection	RV1, RV2	VARISTOR 0603	SMD	0603 (1608 Metric)	2
28	1825910-6	TE Connectivity Alcoswitch	Switches	S1, S2	SWITCH TACTILE SPST-NO 0.05A 24V	SMD	-	2
29	4828-3004-CP	3M	Connectors, Interconnects	SCKT FOR U1	CONN IC DIP SOCKET 28POS TIN	THT	DIP	1
30	ATMEGA328P-PU	Microchip	Microcontroller Unit	U1	ATMEL ATMEGA328P-PU 8 Bit Microcontroller, Low Power High Performance, ATmega, 20 MHz, 32 KB, 2 KB, 28 Pins, DIP	THT	DIP	1
31	ATMEGA16U2-AU	Microchip	Microcontroller Unit	U2	ATMEL ATMEGA16U2-AU MCU, 8BIT, MEGA AVR, 16MHZ, TQFP-32	SMD	QFN	1
32	TL1963A-33DCQR	Texas Instruments	Integrated Circuits (ICs)	U3	IC REG LDO 3.3V 1.5A SOT223-6	SMD	SOT-223-6	1
33	NC7SZ00M5X	ON Semiconductor / Fairchild	Integrated Circuits (ICs)	U4	IC GATE NAND 1CH 2-INP SOT-23-5	SMD	SC-74A, SOT-753	1
34	SN74AHC1G09DBVR	Texas Instruments	Integrated Circuits (ICs)	U5, U6, U7	IC GATE AND SGL 2INP SOT23-5	SMD	SC-74A, SOT-753	3
35	ABM7-22.1184MHZ-D2Y-T	Abracon	Crystals	Y1, Y2	Crystals 22.1184MHz 20ppm 18pF -40C+85C	SMD	CSMD	2
TOTAL								96

Tabla 5.- Lista de Materiales

Diseño del PCB

Parámetro	Descripción
Espaciado entre Componentes	Los componentes están espaciados con un mínimo de 0.2 mm ; esto fue implementado como regla de diseño para poder facilitar el ensamble de componentes.
Elección del Número de Caras	En este caso, el PCB cuenta con dos caras.
Elección del Sustrato	El PCB contiene un sustrato FR-4: fibra de vidrio + resina epóxica + retardante de llama.
Elección del Tipo y Espesor del Conductor	Conductor: Cobre Espesor del Conductor: $1\frac{oz}{ft^2}$ lo que es equivalente a 35 mm de espesor.
Espesor del Laminado	Se utiliza un espesor de laminado de 1.6 mm . Este espesor se podría encontrar entre L13 y L14 del IPC (1.5 y 1.9 respectivamente).
Elección de las Formas de los Pads	Para el diseño del circuito, se utilizaron Pads con forma rectangular, circular y ovalada, para componentes de THT y Pads con forma rectangular para SMT.

Tabla 6.- Parámetros de Diseño del PCB

Elementos Parásitos del PCB

El cálculo de todos los parámetros fue realizado tomando en cuenta el peor de los casos; esto se incluye en variables.

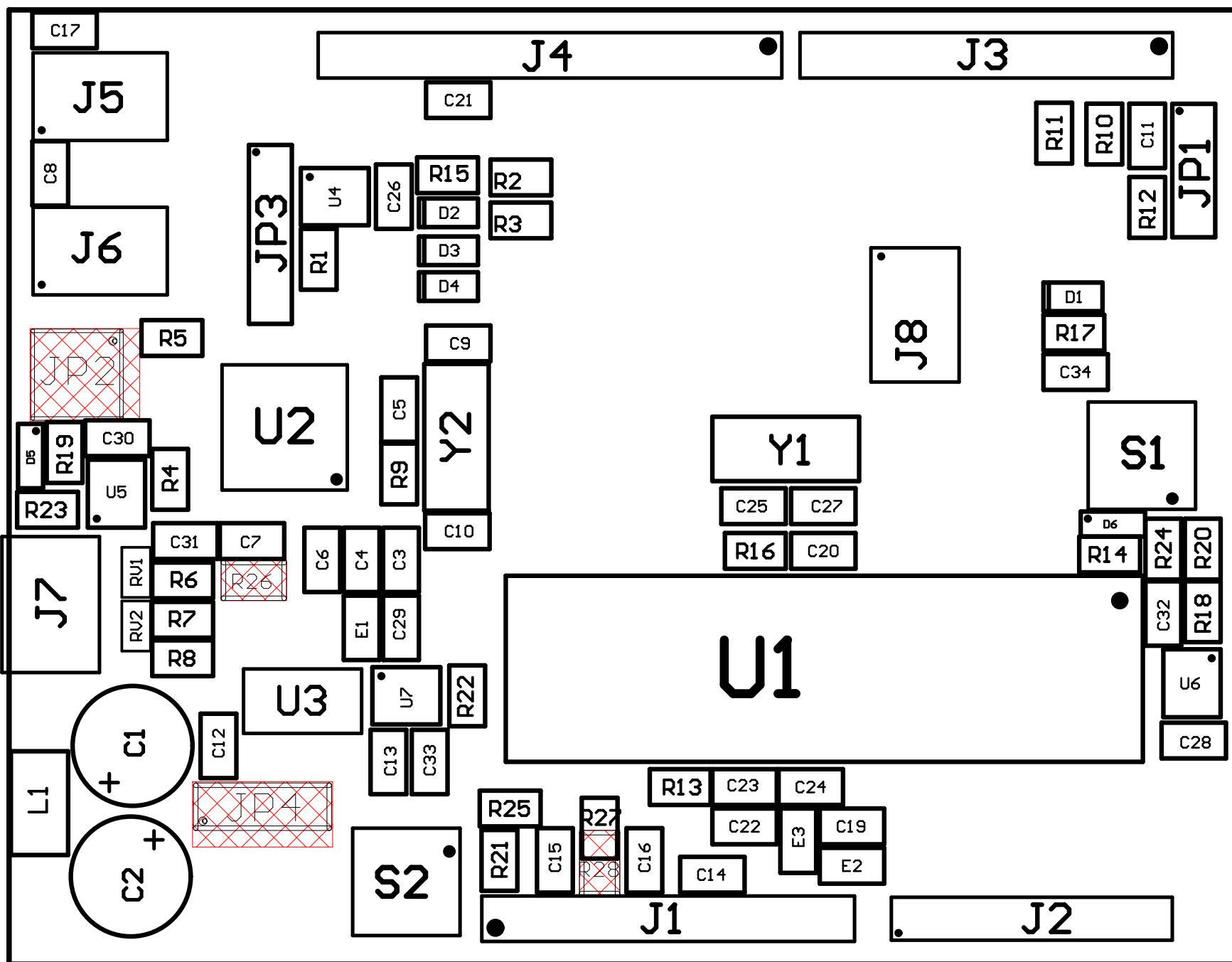
Elemento	Variables	Método Utilizado	Resultado
Resistencia (Línea de Señal)	$I_{max} = 1\text{ A}$, $V_p = 5\text{ V}$ $dT = 10^\circ\text{C}$, $t = 1\frac{oz}{ft^2}$, $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, $L = 144\text{ mm}$	Calculadora para PCB: https://www.4pcb.com/trace-width-calculator.html	$R = 0.243\ \Omega$
Resistencia (Línea de Alimentación)	$I_{max} = 1\text{ A}$, $V_p = 5\text{ V}$ $dT = 10^\circ\text{C}$, $t = 1\frac{oz}{ft^2}$, $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, $L = 119.997\text{ mm}$	Calculadora para PCB: https://www.4pcb.com/trace-width-calculator.html	$R = 0.202\ \Omega$
Capacitancia Parásita Adyacente	$\epsilon = 3.5 \times 10^{-12}\frac{\text{F}}{\text{m}}$, $t = 1\frac{oz}{ft^2} = 35\ \mu\text{m}$, $L = 144.634\text{ mm}$, $d = 0.2\text{ mm}$	Cálculo por la geometría del PCB	$C_a = 0.08858\text{ pF}$
Capacitancia	$\epsilon = 4.8 \times 10^{-12}\frac{\text{F}}{\text{m}}$, $t = 0.31\text{ mm}$,	Cálculo por la geometría del	$C_s = 0.1345\text{ pF}$

Parásita Colindante	$L = 144.634 \text{ mm} , d = 1.6 \text{ mm}$	PCB	
Inductancia Parásita	$W = 0.31 \text{ mm} , L = 144.634 \text{ mm} , H = 1.6 \text{ mm}$	Calculadora para PCB:	$L = 0.00160 \text{ } \mu H$

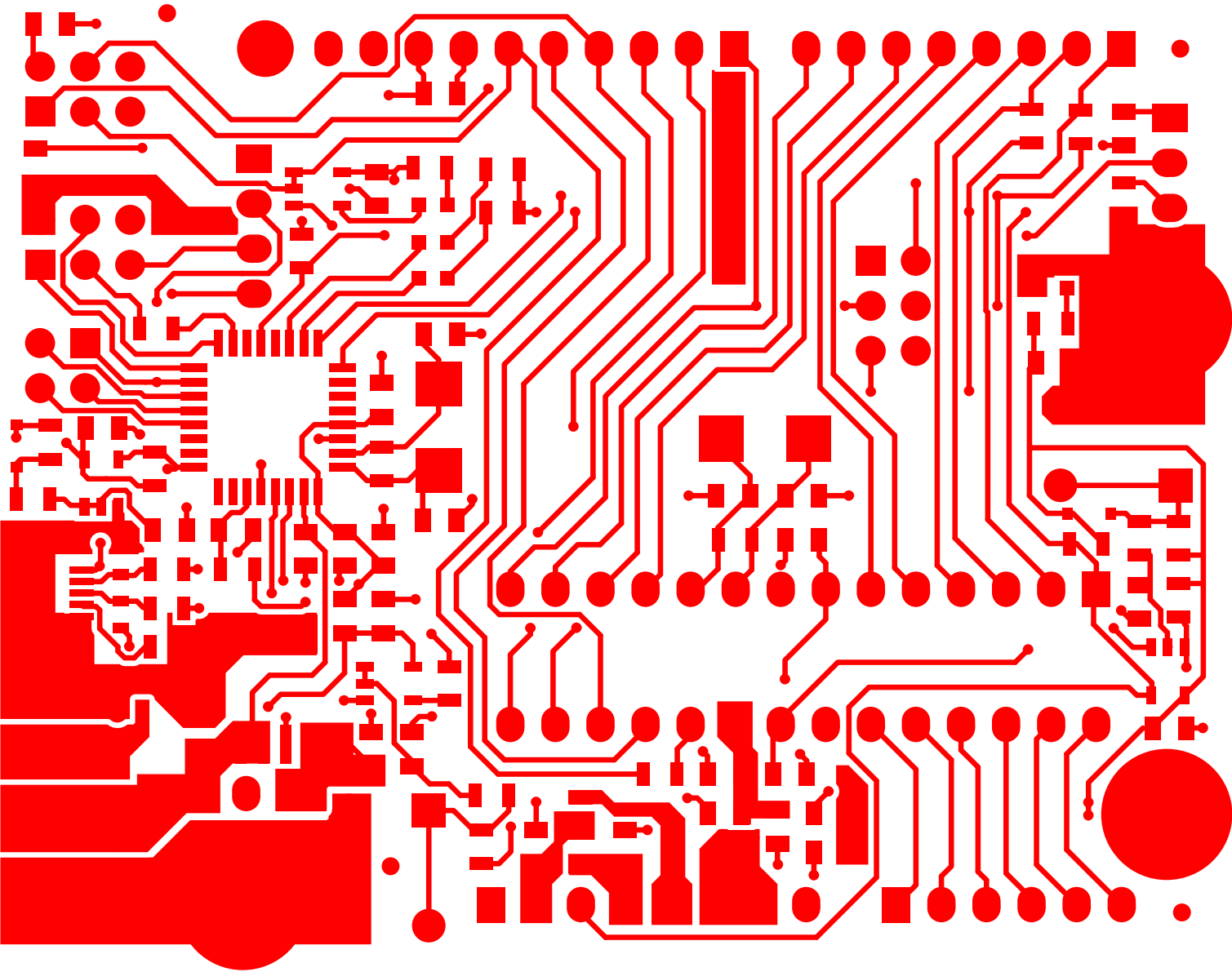
Tabla 7.- Elementos Parásitos del PCB

Distribución de Componentes

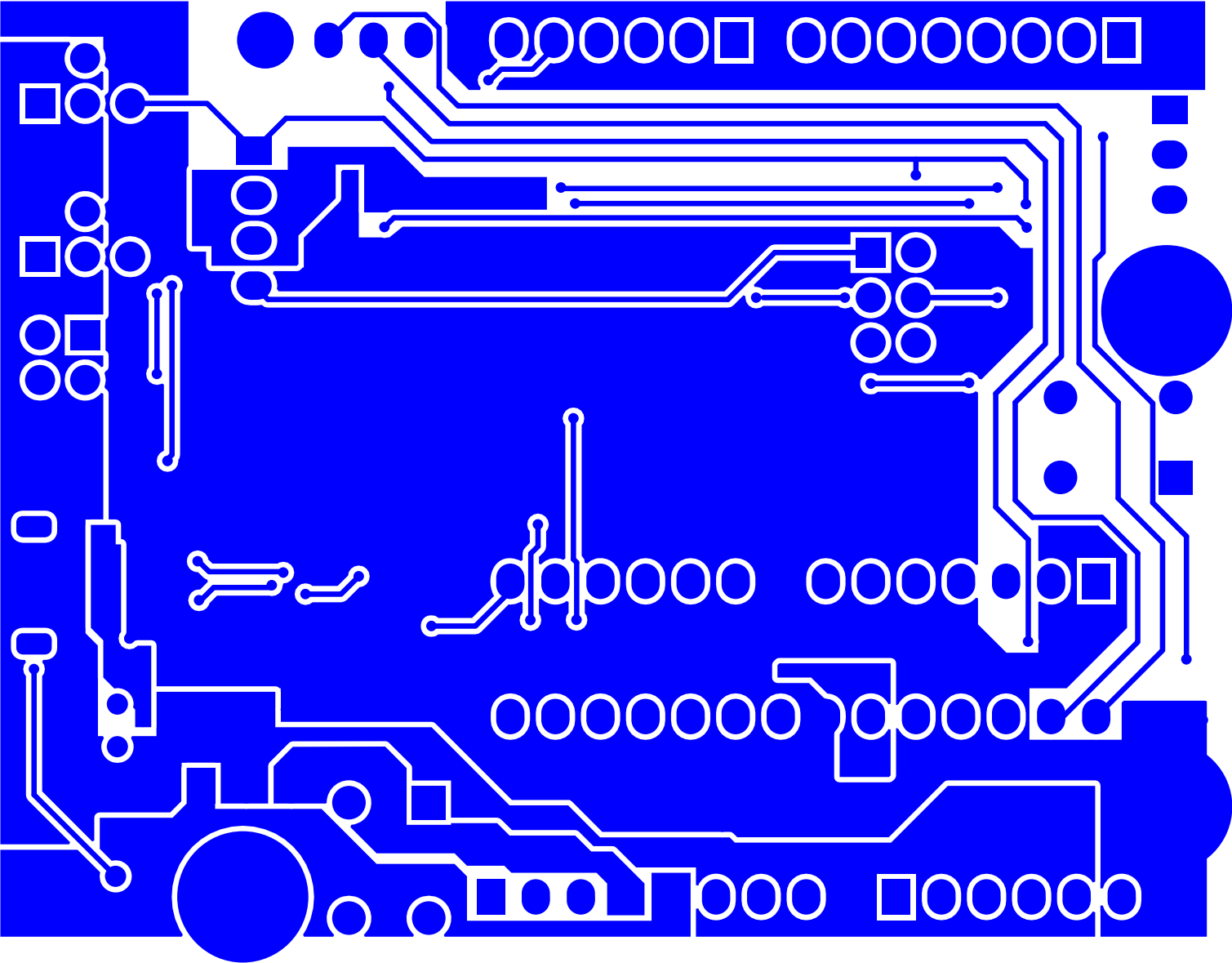
Assembly TOP of Mikeduino V1I1



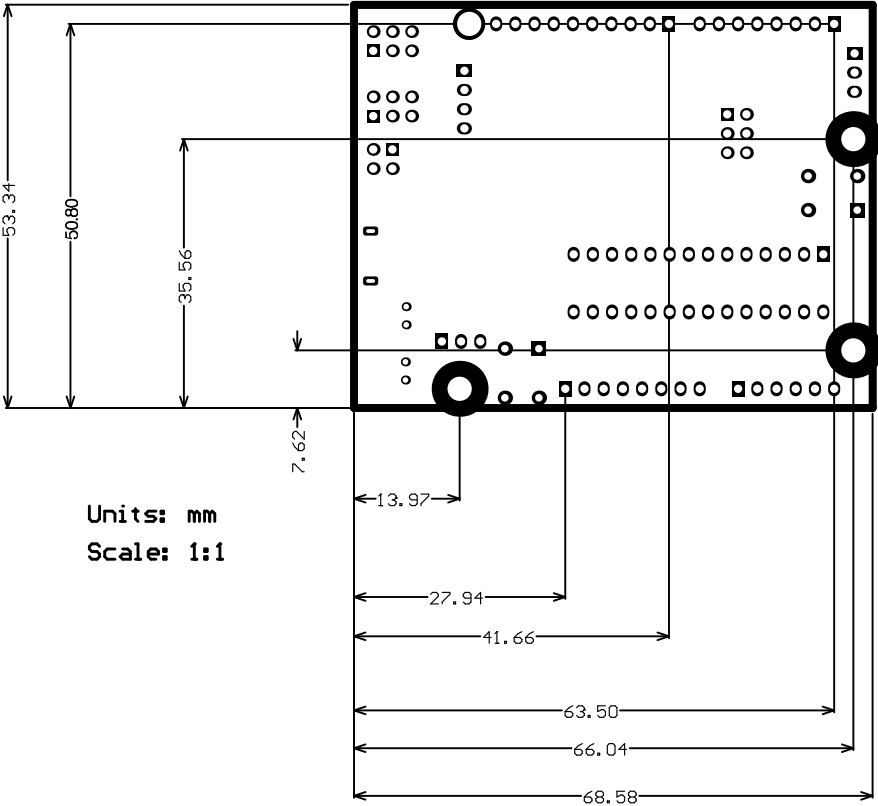
Máscara de Soldadura Superior



Máscara de Soldadura Inferior

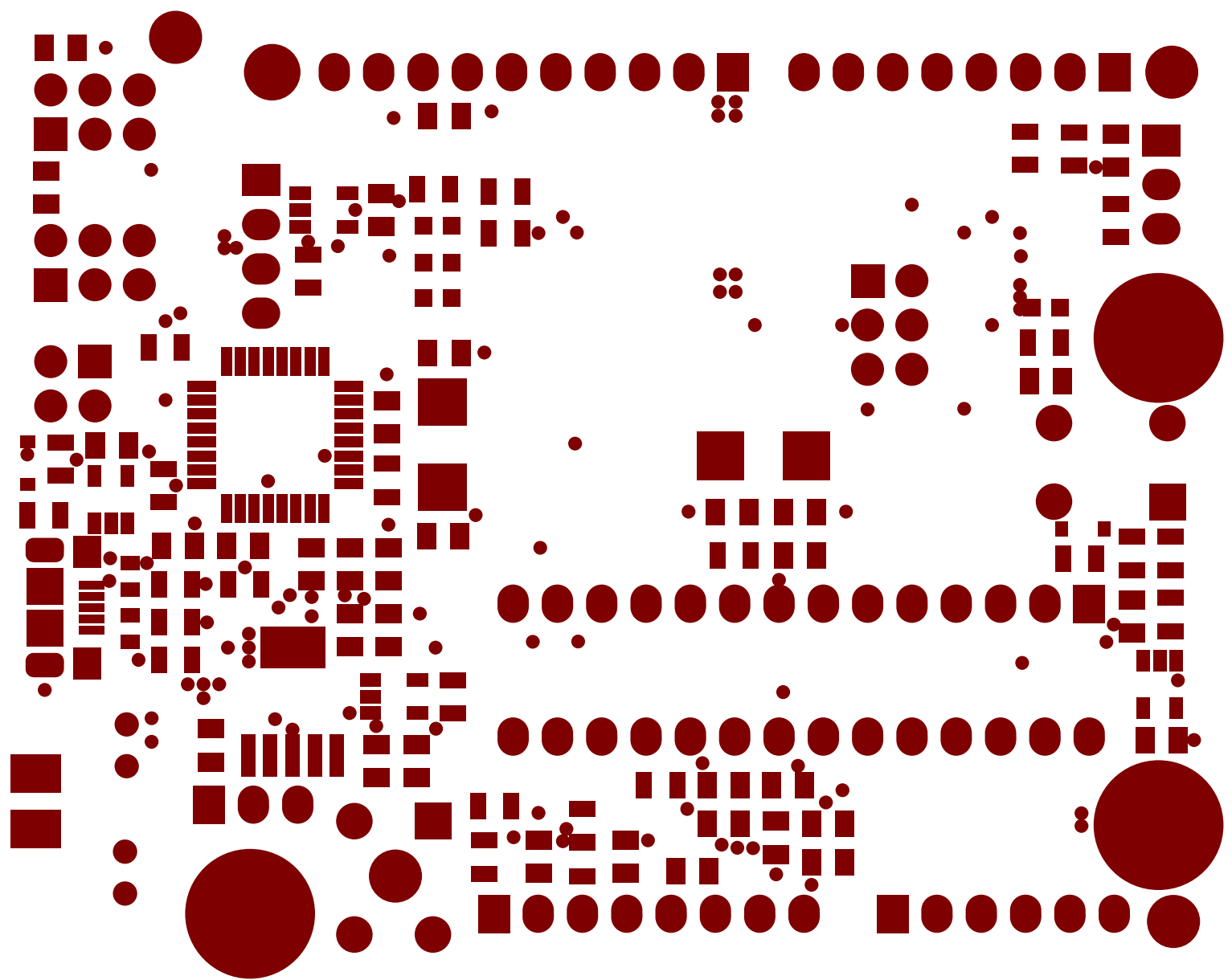


Mechanical Drawing
of Mikeduino V1I1

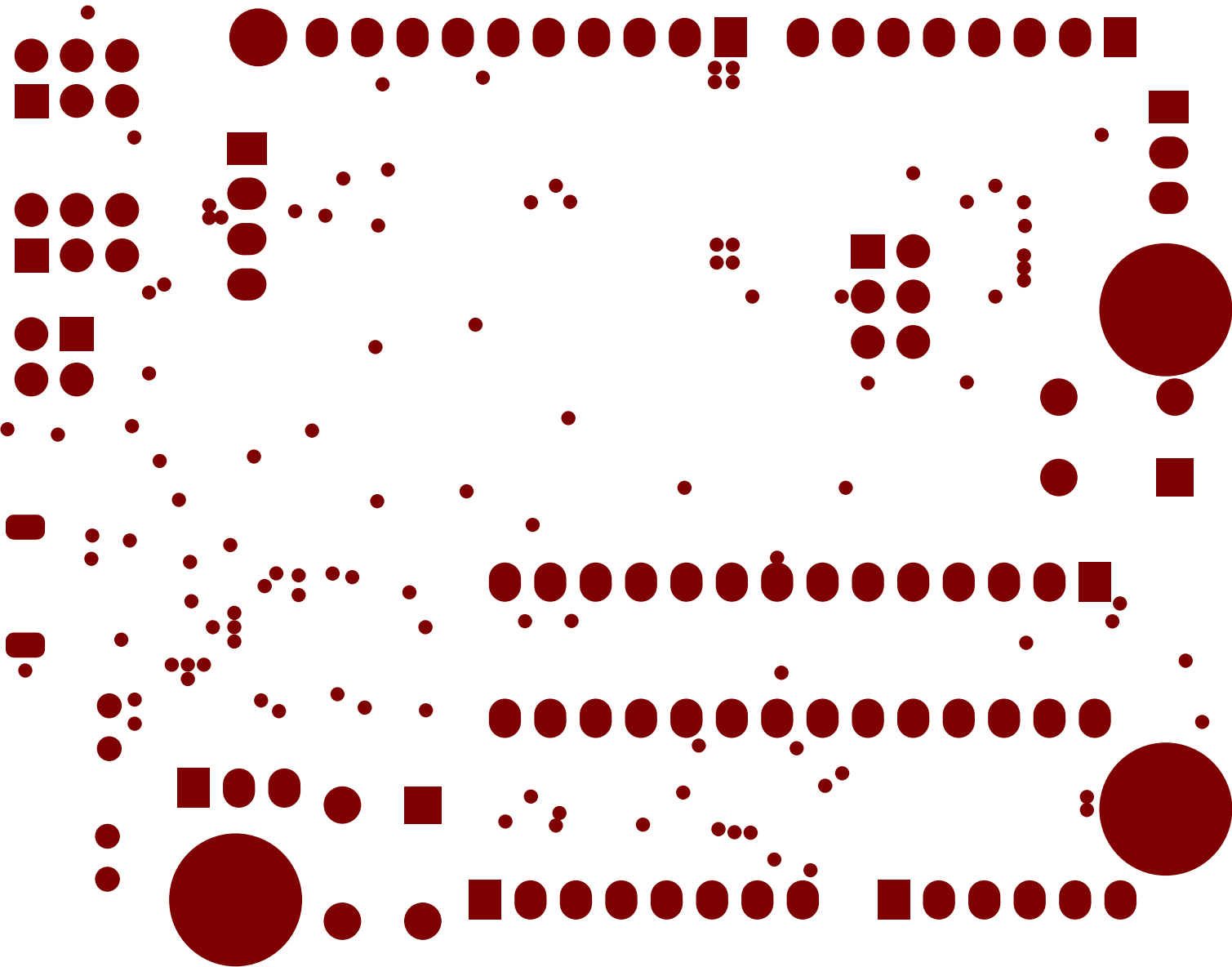


Units: mm
Scale: 1:1

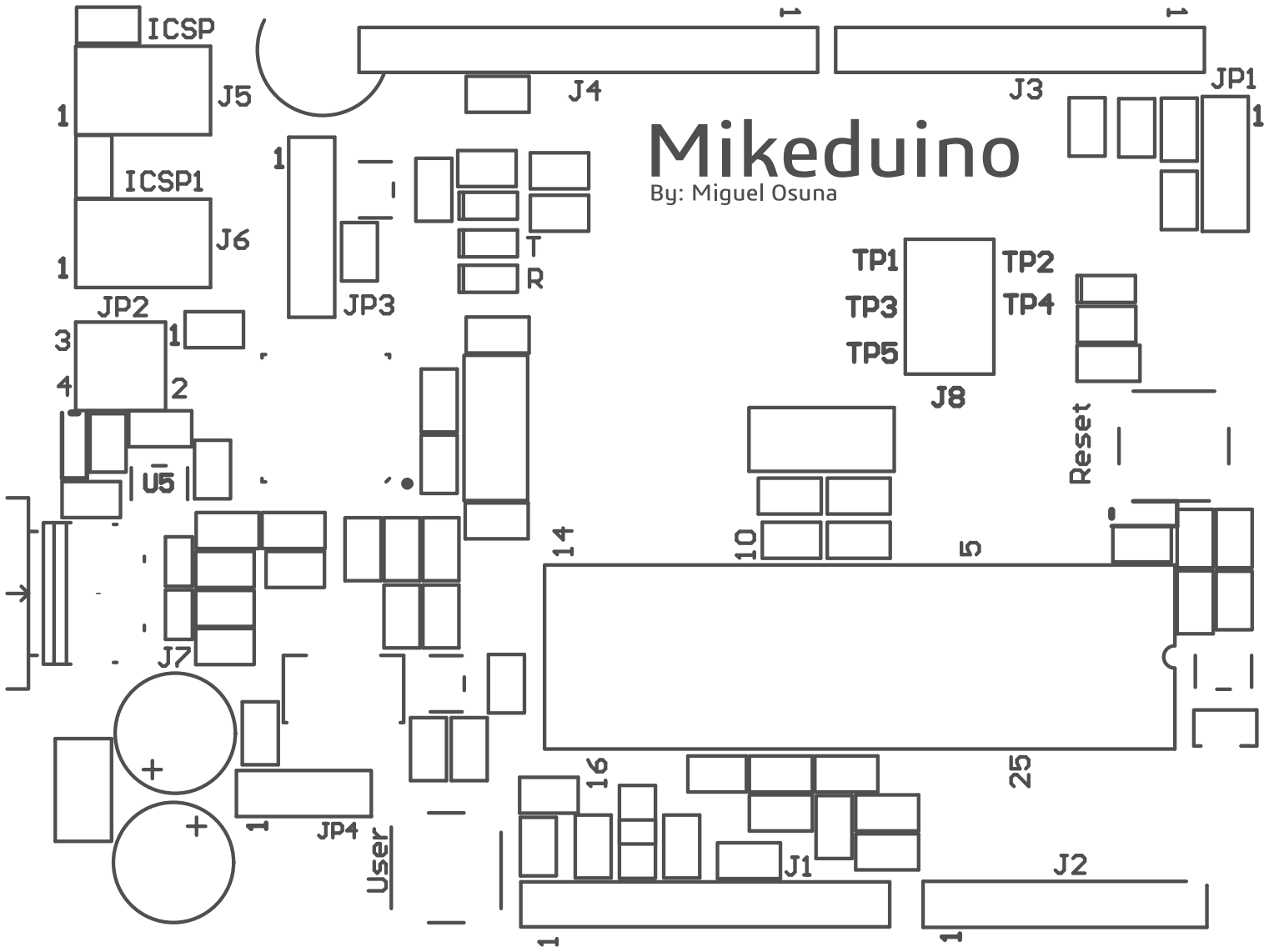
Máscara de Antisoldadura Superior



Máscara de Antisoldadura Inferior



Máscara de Leyendas Superior



dw/PROG/ISP



AD5 / SDL

AD4 / SDA

AREF

GND

13

12

11~

10~

9~

8

7

6~

5~

4

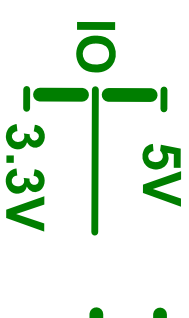
3~

2

1 TX (OUT)

0 RX (IN)

AR/DF



5V

IO

3.3V

NC

3.3/5V

RESET

+3.3V

+5V

GND

GND

NC

A0

A1

A2

A3

A4

A5

Máscara de Leyendas Inferior

Modo y Capacidades de Fabricación del Manufacturero

La fabricación del circuito impreso fue hecho por la empresa JLCPCB (<https://jlcpcb.com/quote>), y con las siguientes especificaciones:

Parámetro de Fabricación	Resultado
Layers	2 Capas
Producción mínima	10 piezas
Color de antisoldadura	Verde
Terminado de superficie	HASL (con plomo)
Material utilizado	Tarjeta de FR-4
Dimensiones de tarjeta	53.34 mm x 68.58 mm
Tolerancia de contorno	$\pm 0.2\text{ mm}$
Máscara de antisoldadura	LPI (Liquid Photo-Imageable Solder)
Espesor de la tarjeta	1.6 mm
Ancho del espesor	$\pm 10\%$
Espesor del conductor en capa exterior	1 $\frac{oz}{ft^2}$ ó 35 μm
Espesor del conductor en capa interior	0.5 oz ó 17 μm
Ancho mínimo de pista	3.5 mil
Distancia de separación mínima entre pistas	3.5 mil
Tamaño mínimo del orificio de la vía	0.2 mil
Diámetro mínimo de la vía	0.45 mil
Distancia de separación mínima entre via y pista	$\geq 5\text{ mil}$
Tamaño de orificios	0.2 – 6.3 mm
Tolerancia del tamaño del orificio	$\pm 0.08\text{ mm}$
Anillo anular	$\geq 3\text{ mil}$
Ancho mínimo de caracteres	$\geq 6\text{ mil}$
Altura mínima de caracteres	$\geq 32\text{ mil}$
Distancia de pista a contorno	$\geq 0.2\text{ mil}$

Tabla 8.- Parámetros de Fabricación de la Empresa

Formato Solicitado por el Manufacturero

Se solicitaron los siguientes archivos gerber para la creación del PCB:

- boardname.GTL: Máscara Superior
- boardname.GBL: Máscara Inferior
- boardname.GTS: Máscara Anti-Soldadura Superior
- boardname.GBS: Máscara Anti-Soldadura Inferior
- boardname.GTO: Máscara de Leyendas Superior
- boardname.GBO: Máscara de Leyendas Inferior
- boardname.GKO: Contorno de la Tarjeta
- boardname.G2L: Sólo si se está creando una tercera capa
- boardname.XLN: Máscara de Taladro

Pruebas Eléctricas Sin Componentes

Elemento	Resultado
Resistencia Máxima entre Nodos	0.28 Ω
Aislamiento Mínimo entre Pistas	0.2 mm
Capacitancia Máxima de Pista	0.021 nF
Inductancia Máxima de Pista	0.0015 μH

Tabla 9.- Resultados de pruebas eléctricas a PCB sin componentes

Pruebas Eléctricas Con Componentes

Elemento	Resultado
Resistencia Máxima entre Nodos	0.3 Ω
Aislamiento Mínimo entre Pistas	0.2 mm
Capacitancia Máxima de Pista	0.025 nF
Inductancia Máxima de Pista	0.0018 μH

Tabla 10.- Resultados de pruebas eléctricas a PCB con componentes