



**Escuela Universitaria  
Politécnica** - La Almunia  
Centro adscrito  
**Universidad** Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA  
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

<b>ANEXOS</b>
---------------

Diseño de línea de producción de circuitos  
electrónicos.

Electronic circuit production line design.

Identificador\_TFG

Autor: Mario Cabañero López

Director: Juan Carlos Sánchez Catalán

Fecha: 06 2023

Página intencionadamente en blanco.

# INDICE DE CONTENIDO

<b>1. PLANOS</b>	<b>1</b>
1.1. PLANOS PCB	1
1.1.1. Esquema eléctrico	1
1.1.2. 3D	1
1.2. PLANO DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	1
<b>2. PLANIFICACIÓN</b>	<b>1</b>
2.1. P-FMEA	1
2.2. INDICADORES DE PROCESO	1
2.2.1. Control de producción	1
2.2.2. NRFT	2
2.2.3. Falsos fallos	2
2.2.4. Tasa de rendimiento y OEE	1
2.2.5. Otros indicadores.	1
<b>3. PRESUPUESTO</b>	<b>2</b>
3.1. PREPARACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO NECESARIO	2
3.2. LISTA DE MATERIALES	27
3.3. MAPA FLUJO DE VALOR	1
3.4. COSTES UNITARIO	1
3.5. MÍNIMA PRODUCCIÓN RENTABLE	3
<b>4. PLIEGO DE CONDICIONES</b>	<b>4</b>
4.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	4
4.2. NORMAS, LEYES Y REGLAMENTOS	4

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 3D Circuito diseñado.....	1
Ilustración 2. ....	1
Ilustración 3 P-FMEA parte 2 .....	2
Ilustración 4. Excel control producción .....	1
Ilustración 5. Dar pieza de baja .....	1
Ilustración 6. Control y seguimiento %NRFT .....	2
Ilustración 7. Control y seguimiento falsos fallos.....	2
Ilustración 8. Control y seguimiento OEE y rendimeinto.....	1
Ilustración 9. Mapa de flujo de valor .....	1

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Opciones C1 .....	2
Tabla 2 Opciones R12, R13 .....	3
Tabla 3 Opciones R1, R11, R20 .....	4
Tabla 4 Opciones C7, C8, C10, C11, C12, C14.....	4
Tabla 5 Opciones R17, R21 .....	6
Tabla 6 Opciones C_Small1, C_Small2.....	6
Tabla 7 Opciones L1 .....	7
Tabla 8 Opciones XTAL1 .....	8
Tabla 9 Opciones R19.....	8
Tabla 10 Opciones F1 .....	9
Tabla 11 Opciones R2, R3, R5, R6, R7, R8, R15, R16 .....	9
Tabla 12 Opciones R14, R18 .....	10
Tabla 13 Opciones R9, R10 .....	10

Tabla 14 Opciones C5, C13 .....	11
Tabla 15 Opciones R4.....	12
Tabla 16 Opciones C4.....	12
Tabla 17 Opción alternativa C4.....	13
Tabla 18 Opción C2, C3 .....	13
Tabla 19 Opciones alternativas C2, C3.....	14
Tabla 20 Opciones C9.....	14
Tabla 21 Opción J2, J3, J4, J7 .....	15
Tabla 22 Opción SW1 .....	15
Tabla 23 Opción J5 .....	16
Tabla 24 Opción J6 .....	16
Tabla 25 Opción J1 .....	17
Tabla 26 Opciones D4, D1.....	17
Tabla 27 Opción Q1 .....	18
Tabla 28 Opciones alternativas Q1 .....	19
Tabla 29 Opción U1.....	19
Tabla 30 Opción U2.....	20
Tabla 31 Opción IC1.....	20
Tabla 32 Opciones Pasta Soldante.....	20
Tabla 33 Opciones PCB.....	21
Tabla 34 Opciones marcado láser.....	21
Tabla 35 Opciones Serigrafía de pasta.....	22
Tabla 36 Opciones SPI.....	22
Tabla 37 Opciones Pick and place .....	23
Tabla 38 Opciones AOI 3D .....	24
Tabla 39 Opciones Horno re-flow .....	25
Tabla 40 Opciones Rayos-X.....	25
Tabla 41 Opciones ICT.....	26



Tabla 42 Presupuesto y tiempos de ciclo maquinaria .....	26
Tabla 43 Lista de materiales .....	27
Tabla 44 Salarios y prestaciones.....	1
Tabla 45 Consumo eléctrico unitario.....	2
Tabla 46. Coste total unitario .....	2



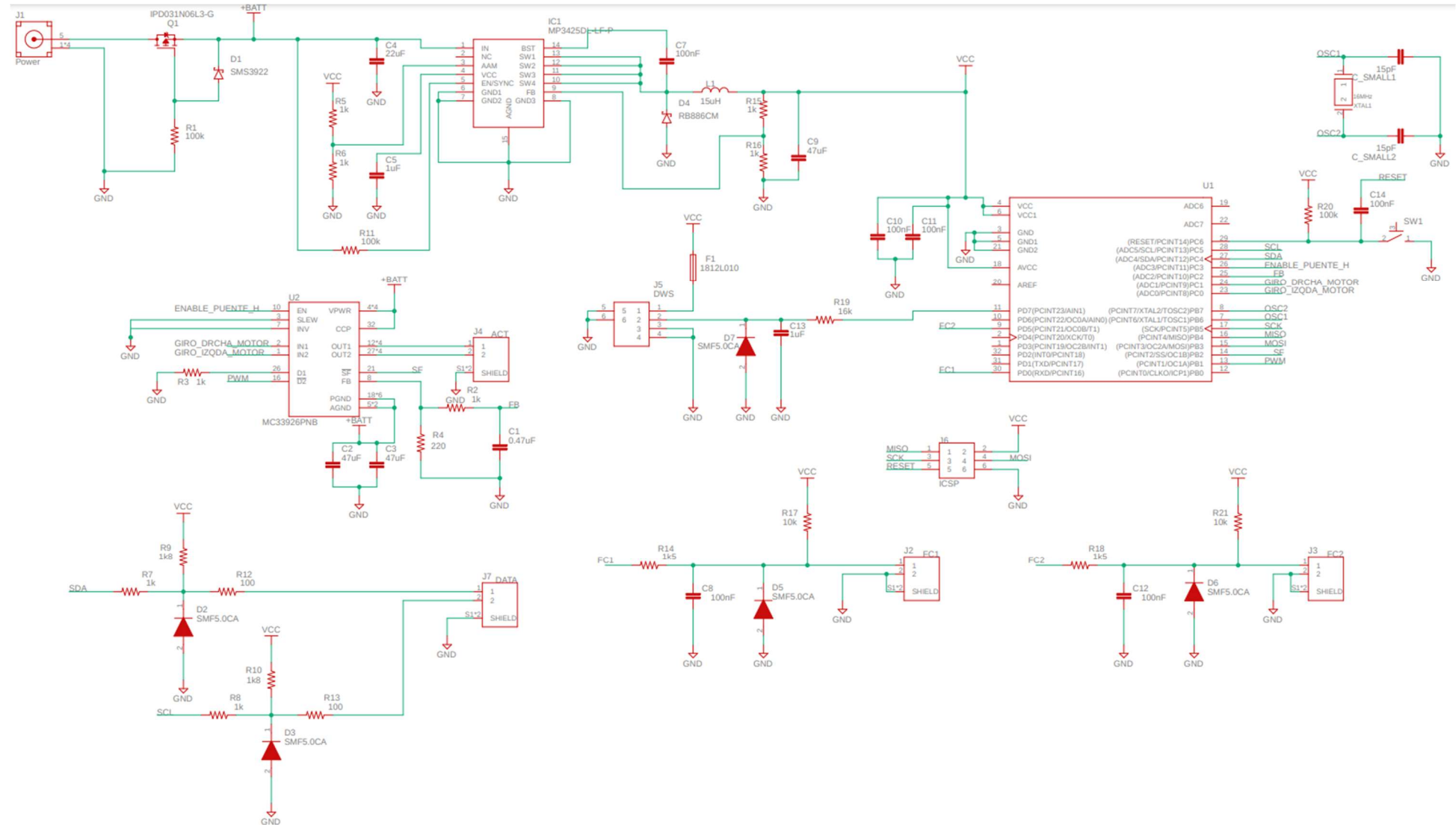
# 1. PLANOS

## 1.1. PLANOS PCB





### 1.1.1. Esquema eléctrico





### 1.1.2. 3D

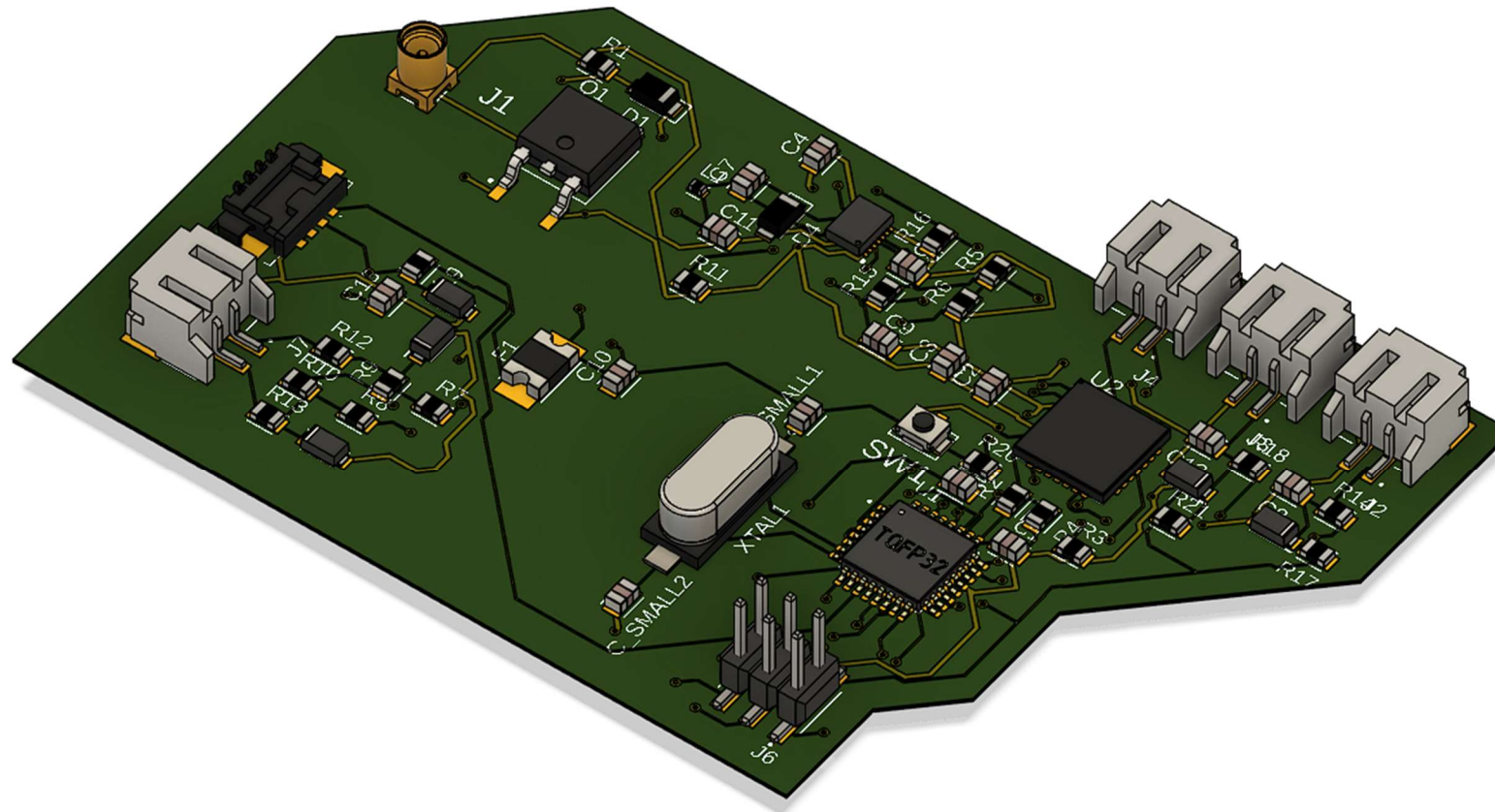
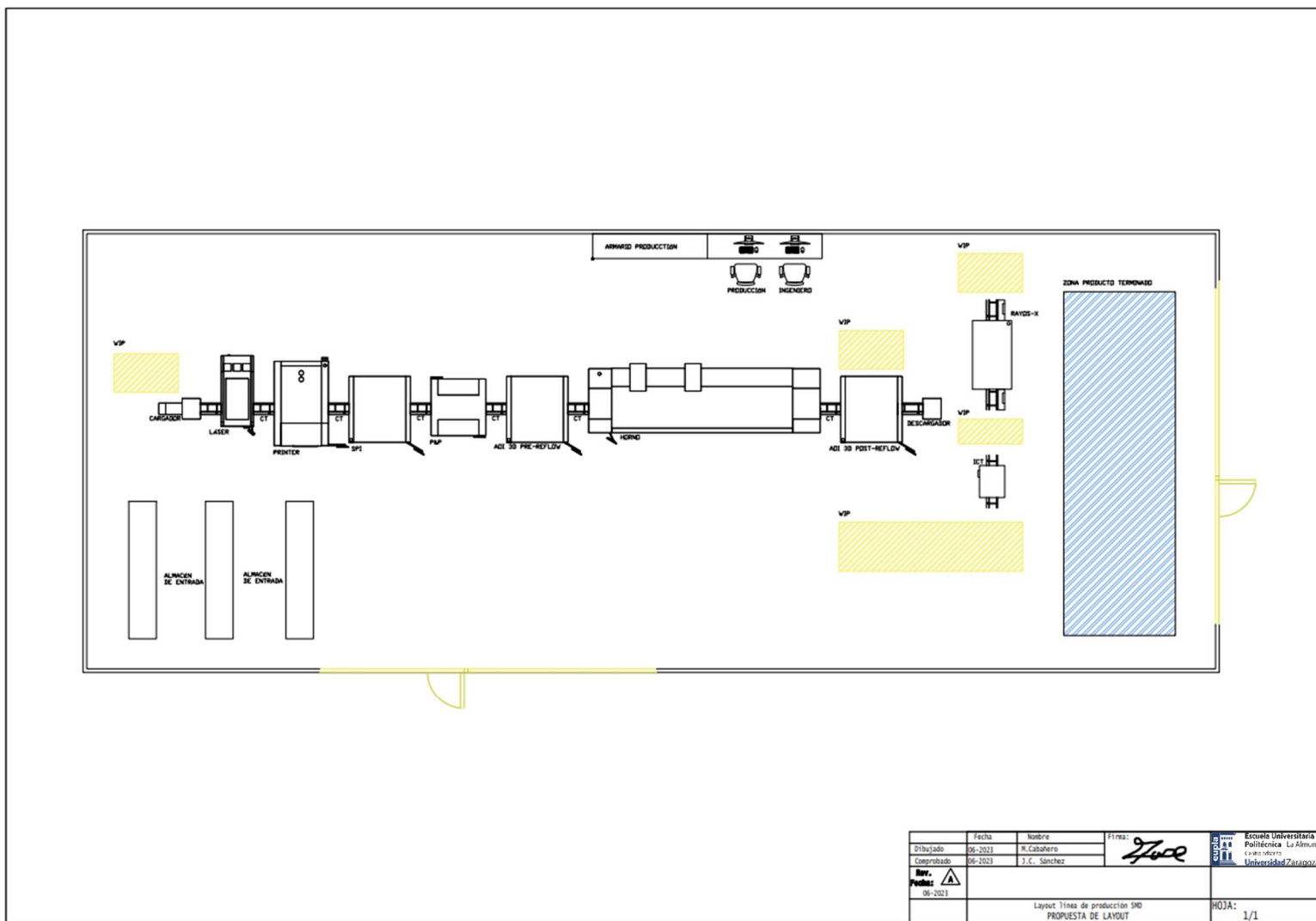


Ilustración 1 3D Circuito diseñado



## 1.2. PLANO DISTRIBUCIÓN EN PLANTA



Autor: Mario Cabanero Lopez





## **2. PLANIFICACIÓN**





## 2.1. P-FMEA

Proceso	Possible Fallo	Possible defecto	Razones	Acción preventiva	Frecuencia	Importancia	Detectabilidad	Riesgo	Acción	Responsabilidad
Recepción del material	Cantidad incorrecta Componente incorrecto Calidad incorrecta	Falta de componentes	Proveedor	Pedidos claros y/o auditorías	2	4	1	8	Reclamación a cliente del pedido incorrecto y exigencia de un correcto envío	Responsable de almacén
		Mal montaje	Proveedor	Pedidos claros y/o auditorías	2	8	1	16	Reclamación a cliente del pedido incorrecto y exigencia de un correcto envío	Responsable de almacén
		Baja calidad en montaje	Proveedor	Pedidos claros y/o auditorías	2	8	1	16	Reclamación a cliente de baja calidad y exigencia de un correcto envío	Responsable de almacén
Laseado de PCB	Incorrecta grabación del DM	Mal posicionamiento del DM	Incorrecta calibración	Calibración mensual	2	5	1	10	Calibración de la máquina	Ingeniero de proceso
			Mal ajuste del programa	Validación MSA-1 y MSA-3	1	5	1	5	Comprobación de programa y re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
			Mal ajuste de la máquina	Mantenimiento preventivo mensual	4	5	1	20	Realización de mantenimiento correctivo	Mantenimiento
		Mala calidad del DM	Incorrecta calibración	Calibración mensual	2	5	1	10	Calibración de la máquina	Ingeniero de proceso
			Mal ajuste del programa	Validación MSA-1 y MSA-3	1	5	1	5	Comprobación de programa y re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
			Mal ajuste de la máquina	Mantenimiento preventivo mensual	4	5	1	20	Realización de mantenimiento correctivo	Mantenimiento
Inspección DM	No lectura DM	Fallo Real	Mal posicionamiento del DM	IR A LASEADO DE PCB						
		Falso fallo	Mal ajuste del programa de inspección	Validación MSA-1 y MSA-3	4	2	1	8	Comprobación de programa y en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
Impresión de pasta soldante	Volumen	Exceso	Exceso de pasta sobre el stencil	Pauta de cantidad y manera de poner la pasta soldante	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y volver a poner la cantidad correcta	Operario
			Incorrectos niveles de temperatura y humedad	Control climático en la máquina	2	4	3	24	Revisión del funcionamiento del control climático	Mantenimiento
		Insuficiente	Insuficiente pasta sobre el stencil	Pausa de la máquina cada 25 placas para la revisión de cantidad de pasta	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y poner la cantidad correcta	Operario
			Pantalla Sucia	Limpieza automática cada 15 placas y limpieza manual cada turno o parada de más de dos horas	8	3	1	24	Limpiar la pantalla manualmente	Operario
	Area	Exceso	Exceso de pasta sobre el stencil	Pauta de cantidad y manera de poner la pasta soldante	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y volver a poner la cantidad correcta	Operario
			Incorrectos niveles de temperatura y humedad	Control climático en la máquina	2	4	3	24	Revisión del funcionamiento del control climático	Mantenimiento
		Insuficiente	Insuficiente pasta sobre el stencil	Pausa de la máquina cada 25 placas para la revisión de cantidad de pasta	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y poner la cantidad correcta	Operario
			Pantalla Sucia	Limpieza automática cada 15 placas y limpieza manual cada turno o parada de más de dos horas	8	3	1	24	Limpiar la pantalla manualmente	Operario
	Altura	Exceso	Exceso de pasta sobre el stencil	Pauta de cantidad y manera de poner la pasta soldante	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y volver a poner la cantidad correcta	Operario
			Incorrectos niveles de temperatura y humedad	Control climático en la máquina	2	4	3	24	Revisión del funcionamiento del control climático	Mantenimiento
		Insuficiente	Insuficiente pasta sobre el stencil	Pausa de la máquina cada 25 placas para la revisión de cantidad de pasta	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y poner la cantidad correcta	Operario
			Pantalla Sucia	Limpieza automática cada 15 placas y limpieza manual cada turno o parada de más de dos horas	8	3	1	24	Limpiar la pantalla manualmente	Operario
	Posicionamiento	Desplazamiento en X y/o Y	Mal ajuste entre pantalla y PCB	Mantenimiento preventivo mensual	2	6	1	12	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento
	Puentes	Puentes	Pantalla Sucia	Limpieza automática cada 15 placas y limpieza manual cada turno o parada de más de dos horas	8	3	1	24	Limpiar la pantalla manualmente	Operario
			Exceso de pasta sobre el stencil	Pauta de cantidad y manera de poner la pasta soldante	7	3	1	21	Retirar todo la pasta del stencil y volver a poner la cantidad correcta	Operario
Inspección de pasta soldante	Fallo Real	Volumen	IR A IMPRESIÓN DE PASTA SOLDANTE							
		Area								
		Altura								
		Desplazamiento en X y/o Y								
		Puentes								
	Falso Fallo	Volumen	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	6	2	1	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Area	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	5	2	1	10	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Altura	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	5	2	1	10	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Desplazamiento en X y/o Y	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	5	2	1	10	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Puentes	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	5	2	1	10	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
	Falta componente		Boquilla sucia	Cambio de filtros cada semana y limpieza	5	3	2	30	Limpiar y cambiar filtros de la boquilla	Operario
			Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	2	3	2	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
			Cargador mal ajustado	Pauta de cargador	5	3	3	45	Volver a cargar el componente y poner el cargador correctamente	Operario

Ilustración 2.

P-FMEA parte 1

Montaje de componentes en P&P	Mal montaje	Componente desplazado	Boquilla sucia	Cambio de filtros cada semana y limpieza	5	3	2	30	Limpiar y cambiar filtros de la boquilla	Operario
			Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	2	3	2	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
			Cargador mal ajustado	Pauta de cargador	5	3	3	45	Volver a cargar el componente y poner el cargador correctamente	Operario
		Polaridad	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	2	3	2	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
			cargador mal ajustado	Pauta de cargador	5	3	3	45	Volver a cargar el componente y poner el cargador correctamente	Operario
		Componente incorrecto	Error operario	Sistema de fichaje de componentes antes de introducir en máquina	5	9	4	180	Revisar el programa de fichaje de componentes	Ingeniero de proceso
Inspección AOI 3D Pre-Reflow	Fallo Real	Falta componente	IR A MONTAJE DE COMPONENTES EN P&P							
		Componente desplazado								
		Polaridad								
		Componente incorrecto								
	Falso Fallo	Falta componente	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	2	2	1	4	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Componente desplazado	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	6	2	1	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
Soldadura Reflow	Perfil Incorrecto	Mala soldadura	Mal ajuste del perfil	Pasar perfil semanalmente	2	8	3	48	Re-ajuste del perfil a los parámetros correctos	Ingeniero de proceso
		Rotura de componentes	Mal ajuste del perfil	Pasar perfil semanalmente	2	8	3	48	Re-ajuste del perfil a los parámetros correctos	Ingeniero de proceso
Inspección AOI 3D Post-Reflow	Fallo Real	Falta componente	IR A MONTAJE DE COMPONENTES EN P&P							
		Componente desplazado								
		Polaridad								
		Componente incorrecto								
	Falso Fallo	Mala soldadura	Mal ajuste del perfil	Pasar perfil semanalmente	2	8	3	48	Re-ajuste del perfil a los parámetros correctos	Ingeniero de proceso
			Deposición de pasta incorrecta	Validación MSA-1 y MSA-3 de máquina de impresión de pasta	6	8	1	48	Comprobar trazabilidad de esa pieza en SPI y ajustar programa para descartar esa pieza en SPI	Ingeniero de proceso
		Falta componente	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	2	2	1	4	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Componente desplazado	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	6	2	1	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Polaridad	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	6	2	1	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Mala soldadura	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	6	2	1	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
Inspección Rayos-X	Fallo Real	Alto porcentaje de vacíos	Mal ajuste de perfil	Pasar perfil semanalmente	2	10	1	20	Re-ajuste del perfil a los parámetros correctos	Ingeniero de proceso
		Falta de soldadura	Deposición de pasta incorrecta	Validación MSA-1 y MSA-3 de máquina de impresión de pasta	6	8	1	48	Comprobar trazabilidad de esa pieza en SPI y ajustar programa para descartar esa pieza en SPI	Ingeniero de proceso
	Falso Fallo	Alto porcentaje de vacíos	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	4	2	1	8	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
		Falta de soldadura	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	4	2	1	8	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso
ICT	Fallo Real	Valor incorrecto	Falta componente	Validación MSA-1 y MSA-3 de P&P, AOI 3D PRE-REFLOW Y POST-REFLOW	2	10	2	40	Comprobar trazabilidad y actuar en consecuencia	Ingeniero de proceso
			Componente desplazado	Validación MSA-1 y MSA-3 de P&P, AOI 3D PRE-REFLOW Y POST-REFLOW	2	10	2	40	Comprobar trazabilidad y actuar en consecuencia	Ingeniero de proceso
			Polaridad	Validación MSA-1 y MSA-3 de P&P, AOI 3D PRE-REFLOW Y POST-REFLOW	2	10	2	40	Comprobar trazabilidad y actuar en consecuencia	Ingeniero de proceso
			Mala soldadura	Validación MSA-1 y MSA-3 de printer, SPI, AOI 3D PRE-REFLOW Y POST-REFLOW	2	10	2	40	Comprobar trazabilidad y actuar en consecuencia	Ingeniero de proceso
			Componente incorrecto	Validación MSA-1 y MSA-3 de P&P, AOI 3D PRE-REFLOW Y POST-REFLOW	2	10	2	40	Comprobar trazabilidad y actuar en consecuencia	Ingeniero de proceso
			Componente malo de proveedor	-	1	10	5	50	si ocurre >5 veces en una producción reclamación a cliente	Ingeniero de proceso
	Falso Fallo	Valor incorrecto	Mal ajuste de programa	Validación MSA-1 y MSA-3	6	2	1	12	Depuración programa en caso de cambio significativo re-validación MSA-1 y MSA-3	Ingeniero de proceso

## 2.2. INDICADORES DE PROCESO

En cada punto incluiremos el Excel de seguimiento de cada proceso.

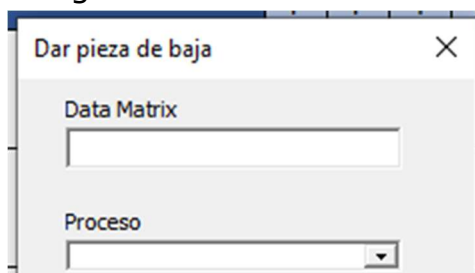
### 2.2.1. Control de producción

En el caso de control de producción tenemos un Excel a rellenar por turno:

<div> <div>Fecha</div> <div>Turno</div> <div>Operario</div> </div> <div>Dar pieza de baja</div> <div> <div>TIEMPO PROCESOS (MIN)</div> <div> <div>L</div><div>P</div><div>S</div><div>P</div><div>A</div><div>H</div><div>A</div><div>R</div><div>O</div><div>S</div><div>I</div> <div>á</div><div>r</div><div>&amp;</div><div>O</div><div>P</div><div>-</div><div>C</div> <div>e</div><div>t</div><div>P</div><div>R</div><div>N</div><div>S</div><div>T</div> <div>r</div><div>e</div><div>r</div><div>e</div><div>r</div><div>e</div><div>r</div><div>e</div><div>r</div><div>e</div><div>r</div><div>e</div> </div> </div>				
Horas	Producción teórica	Producción real	Descripción	TOTAL (MIN)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
TOTAL				

Ilustración 4. Excel control producción

Además, contamos con un botón de dar pieza de baja, a través del cual podemos dar una pieza de baja como el propio nombre indica. Al pulsarlo nos aparece el siguiente formulario:



Formulario de "Dar pieza de baja" con un botón de cerrar (X). Contiene dos campos de entrada: "Data Matrix" y "Proceso".

Ilustración 5. Dar pieza de baja

El cual debemos rellenar con el DM y seleccionar el proceso donde ha sido dada de baja.

## 2.2.2. NRFT

El Excel a través del cual realizaremos el seguimiento semanal:

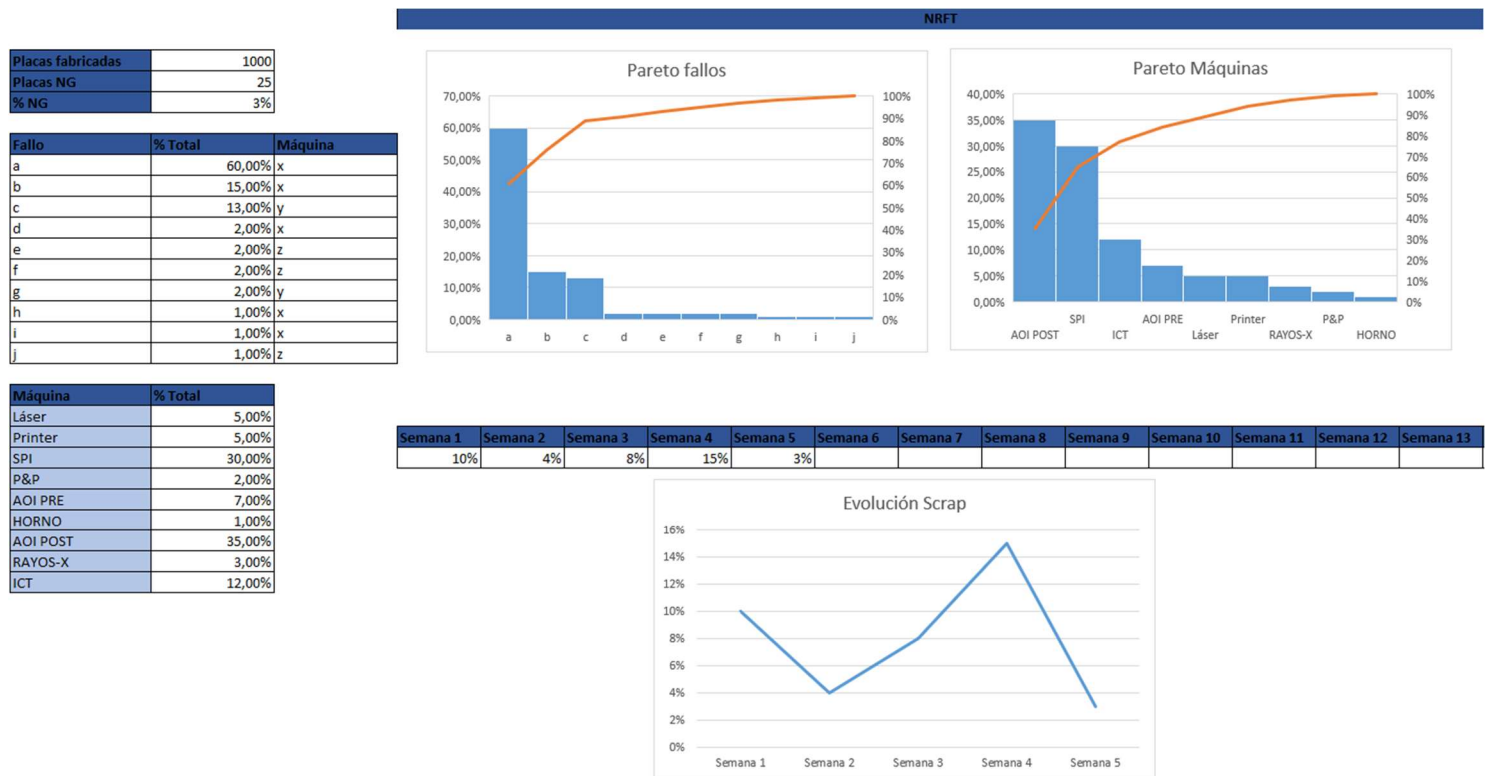


Ilustración 6. Control y seguimiento %NRFT

## 2.2.3. Falsos fallos

El Excel a través del que realizaremos el seguimiento semanal:

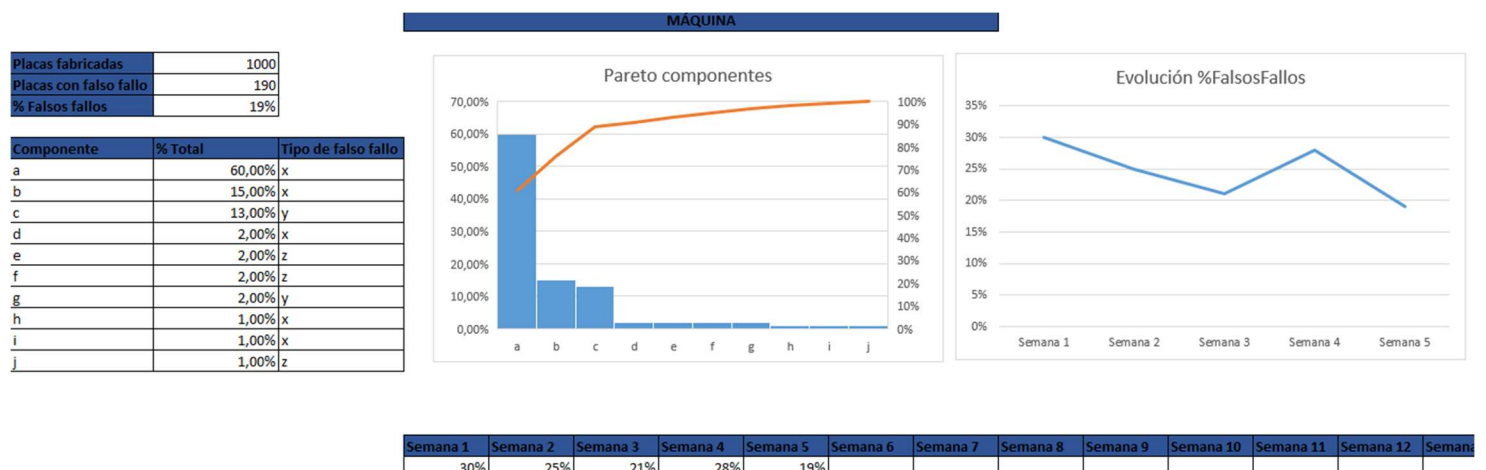


Ilustración 7. Control y seguimiento falsos fallos



## 2.2.4. Tasa de rendimiento y OEE

La tasa de rendimiento y OEE se realizará su seguimiento a través del siguiente Excel:

Mes	Enero		Día																
	Descripción	Unidades	01/01/2023	02/01/2023	03/01/2023	04/01/2023	05/01/2023	06/01/2023	07/01/2023	08/01/2023	09/01/2023	10/01/2023	11/01/2023	12/01/2023	13/01/2023	14/01/2023	15/01/2023	16/01/2023	17/01/2023
	Velocidad teórica	Unidades/min																	
	Volumen producido	Unidades																	
	Tiempo total disponible	Horas																	
Paradas planificadas	No producción	Horas/día																	
	Ajuste de producción	Horas/día																	
	Mantenimiento planificado	Horas/día																	
Preparación y ajuste de equipos	Arranque	Horas/día																	
	Cambio de producto	Horas/día																	
	Cambio de turno	Horas/día																	
Parada no planificada	Fallo mecánico	Horas/día																	
	Fallo eléctrico/electrónico	Horas/día																	
	Instrumentación	Horas/día																	
	Servicios industriales	Horas/día																	
Tiempo perdido por operación	Marchas en vacío	Horas/día																	
	Micro paradas	Horas/día																	
	Velocidad reducida	Horas/día																	
	Falta de suministros	Horas/día																	
	Mala operación	Horas/día																	
Tiempo perdido por	Reproceso	Horas/día																	
	Rechazos	Horas/día																	

Disponibilidad	%																		
Rendimiento	%																		
Calidad	%																		
OEE	%																		



Ilustración 8. Control y seguimiento OEE y rendimiento



### *2.2.5. Otros indicadores.*

El coste por unidad y la mínima producción rentable serán realizados más adelante ya que necesitamos el coste de los componentes y las máquinas para poder calcular costes fijos.

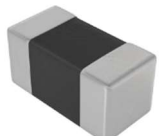
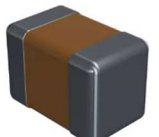

### 3. PRESUPUESTO

#### 3.1. PREPARACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPO NECESARIO

Debemos encontrar proveedores para cada componente, la PCB, la pasta soldante y las máquinas. En el caso de los componentes teniendo en cuenta la cantidad montada en el circuito, fechas de entrega, formato de empaquetado y coste.

- C1: capacitor cerámico con encapsulado 0805 con un valor de 0.47uF, destacamos 3 posibles opciones:

*Tabla 1 Opciones C1*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Taiyo Yuden UMK212B7474KG-T	500u - 0.06376 €/u 1000u – 0.05580 €/u	87.778 en existencias	
KYOCERA AVX 0805YC474KAT2A	500u - 0.03930 €/u 1000u – 0.03477 €/u	5.171 en existencias	
Yageo CC0805CRNPO9BNR47	100u - 0.031 €/u 1000u – 0.022 €/u	3.692 en existencias	




Montamos un componente por placa por lo tanto no es que necesitemos que haya grandes cantidades de existencias. Teniendo en cuenta los precios el de Yageo es el más económico, aunque tiene algo menos de existencias que el que encontramos en segundo lugar de KYOCERA. Por otro lado, por experiencia propia se que los colores como el gris generan bastante problema en la detección de cuerpos en la AOI y como hemos visto anteriormente cada falso fallo en AOI tiene una media de 0.65€. La diferencia por unidad es 0.01277€. Es decir que si compramos Yageo nos saldría económico siempre y cuando no tengamos una tasa superior al 50% de falsos fallos de este componente (0.65€/0.01277€). Lo que implica que una de cada dos placas de falso



fallo. Situación bastante improbable por experiencia propia. Por lo tanto, la decisión final es el capacitor de Yageo.

- R12, R13. Resistencia 0805 de 100  $\Omega$ .

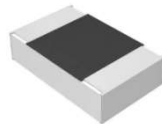


*Tabla 2 Opciones R12, R13*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Yageo RC0805FR-07100RL	500u - 0.83 €/u	2.741.926 en existencias	
	1000u – 0.0072 €/u		
	5000u-0.00528 €/u		
Vishay MCU0805MD1000DP500	500u - 0.086 €/u	27.834 en existencias	
	1000u – 0.066 €/u		
	5000u- 0.054 €/u		
Yageo RP0805BRD07100RL	100u - 0.124 €/u	3.692 en existencias	
	1000u – 0.061 €/u		
	5000u- 0.056 €/u		

Montamos dos componentes por placa por lo tanto necesitamos al menos el doble de existencias que C1 de los cuales tendríamos 1500 unidades semanales por lo tanto necesitamos al menos 3000 unidades semanales. Descartando la última de opción de Yageo que a parte de tener bajo stock es el más caro. Entre las dos restantes la diferencia de precio es abismal debido a que la de Yageo tienen un 1% de tolerancia y la de Vishay un 0.1%, estas resistencias se encuentran en el conector de datos por lo tanto si son transmisiones de datos de alta frecuencia necesitaremos la de Vishay, en caso contrario la de Yageo. El protocolo de comunicación utilizado SDA/SCL en modo estándar funciona con velocidades de 100 kbit/s, velocidad lenta por lo tanto nos podemos quedar con la más barata de Yageo (RC0805FR-07100RL) que además tiene un gran stock.

- R1, R11, R20. Resistencias 0805 de 100k $\Omega$ .


Tabla 3 Opciones R1, R11, R20



Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Panasonic ERA-6AEB104V	500u - 0.06454 €/u 1000u – 0.04469 €/u 5000u-0.03724 €/u	315.141 en existencias	
Bourns CR0805AFX-1003ELF	500u - 0.02 €/u 1000u – 0.01 €/u 5000u- 0.008 €/u	124.603 en existencias	
Yageo RP0805FRE07100KL	100u - 0.102 €/u 1000u – 0.042 €/u 5000u- 0.039 €/u	4.287 en existencias	

Montamos 3 componentes por placa por lo tanto necesitamos al menos 6000 unidades semanales, por lo tanto, podemos descartar la última opción ya que no hay stock suficiente y además el plazo de fabricación es de 22 semanas a 23/05/2023. En cuanto a la opción 1 y opción 2 volvemos a encontrar una gran diferencia de precio y debido de nuevo a la tolerancia. En este caso se encuentra todas conectadas a alimentación o tratando tensiones de alimentación, están tensiones son bajas por lo tanto no necesitamos alta precisión por lo que la opción elegida será la del proveedor Bourns (CR0805AFX-1003ELF) además también es la más económica y encontramos un plus en que lleva serigrafía, perfecto para en la máquina de inspección visual poder detectar si se está montando el componente equivocado.

- C7, C8, C10, C11, C12, C14. Capacitores de 100nF con encapsulado 0805

Tabla 4 Opciones C7, C8, C10, C11, C12, C14

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
American Technical Ceramics 600F0R1AT250T	500u – 0.76372 €/u 1000u – 0.66825 €/u 4000u-0.62052 €/u	50.911 en existencias	





Proveedor	Precio	Stock	Imagen
American Technical Ceramics 600F0R1BT250XT	500u - 0.47036 €/u 1000u - 0.41503 €/u 4000u- 0.37352 €/u	3.265 en existencias	
Vishay VJ0805D0R1BXPJHT	1000u - 0.414 €/u 2000u - 0.272 €/u 25000u- 0.173 €/u 50.000u-0.166€/u	16.862 en existencias	

En este caso contamos con 6 capacitores por lo tanto necesitamos unos 9000 componentes semanales por lo tanto la segunda opción la podemos descartar por no tener stock suficiente y además unos plazos de entrega de 12 semanas. Analizando la opción más económica de Vishay tendríamos para producir 2-3 semanas y tienen unos plazos de producción de 10 semanas por lo que tendríamos 6-7 semanas sin componente, tampoco nos sirve. La última opción de American Technical Ceramics contamos con 50.911 componentes que nos permiten producir durante 6-7 semanas y tienen unos plazos de fabricación de 14 semanas por lo tanto serían 7-8 semanas sin componente también inviable. Tenemos dos opciones a estudiar u otros componentes o trabajar con dos modelos distintos.

- Trabajo con dos modelos distintos. En este caso sería con la opción de Vishay y la 600F0R1AT250T de American Technical Ceramics. Si agotamos las existencias de ambas tendríamos 67.773 componentes lo que nos da unas 9-10 semanas de fabricación justo los plazos de fabricación de Vishay por lo tanto utilizaremos estas dos referencias para el lanzamiento de la fabricación y posteriormente funcionaremos con la opción más económica de Vishay con pedido que nos abastezcan hasta que se cumpla el siguiente plazo de producción de 10 semanas. Es decir, pedido de Vishay de 75.000 componentes para abastecernos durante 10 semanas y volver a recibir estos 75.000. El coste sería el primer pedido combinando las dos opciones tendría un coste medio de fabricación de 0.5158 €/u y posteriormente 0.166€/u.
- Otros componentes. Situación no viable no hay ningún otro componente actualmente 23/05/2023 con las mismas características.

▪ R17, R21. Resistencias 0805 de 10kΩ

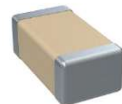
*Tabla 5 Opciones R17, R21*

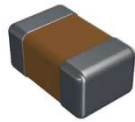

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Yageo RC0805JR-0710KL	1000u – 0.00647 €/u 5000u-0.00470 €/u	1.277.891 en existencias	
Stackpole Electronics RNCP0805FTD10K0	1000u – 0.01212 €/u 5000u- 0.00869 €/u	839.783 en existencias	
Yageo RP0805BRD0710KL	1000u - 0.061 €/u 5000u- 0.051 €/u	2.572 en existencias	
Vishay MCU0805MD1002DP500	1000u - 0.066 €/u 5000u- 0.057 €/u	49.005 en existencias	

Necesitamos unos 3000 componentes semanales por lo tanto podemos descartar la resistencia de Yageo (RP0805BRD0710KL), de las restantes nos sirve cualquiera hablando en cuanto stock. Estas resistencias se encuentran en un pull-up de baja tensión por lo tanto podemos trabajar con resistencias de tolerancias altas como pueden ser del 5% como en este caso es la de Yageo (RC0805JR-0710KL) que además es la más económica debido a esta alta tolerancia y la que más stock tiene por lo que será la elegida.

▪ C\_Small1, C\_Small2: Capacitores 0805 de 15pF.

*Tabla 6 Opciones C\_Small1, C\_Small2*

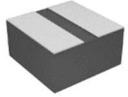

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
KEMET C0805C150J5GAC7800	1000u – 0.0189 €/u 4000u-0.01694 €/u	121.740en existencias	

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
KYOCERA AVX 08055C150KAT2A	1000u – 0.04004 €/u 4000u- 0.03482 €/u	17.825 en existencias	
Stackpole Electronics Inc CML0805C0G150JT50V	1000u - 0.01511 €/u 4000u – 0.01274 €/u	19.193 en existencias	

En este caso no encontramos problemas de stock en ningún caso. En cuanto a tolerancias tenemos dos con tolerancia del 5% y otro con una tolerancia del 10% que aun siendo el que mayor tolerancia tiene es el más caro de los 3, el de KYOCERA AVX, por lo que entro los otros dos con las mismas características técnicas nos decidimos por el de KEMET (C0805C150J5GAC7800) ya que es el más barato y el que más stock tiene.

- L1, inductor 1007 de 15uH




*Tabla 7 Opciones L1*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Bourns Inc. SRR1260-150M	500u – 1.19466 €/u 1000u – 1.09579 €/u	3.266 en existencias	
Würth Elektronik 74438335150	600u – 0.59368 €/u 3000u- 0.51122 €/u	30.097 en existencias	

La primera referencia de Bourns ya nos genera problemas con el stock ya que solo tendríamos para una semana, además cuesta el doble por lo que la opción óptima en este caso es la fabricada por Würth Elektronik 74438335150.

- XTAL1, cristal de frecuencia 16Mhz



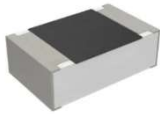
*Tabla 8 Opciones XTAL1*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
ECS Inc. ECS-160-18-5PX-GM-TR	500u - 0.268 €/u 1000u – 0.226 €/u	1.999 en existencias	
ECS Inc. ECS-160-20-5PX-EM-TR	500u - 0.268 €/u 1000u – 0.226 €/u	1.990 en existencias	
ECS Inc. ECS-2333-160-BN-TR	500u - 0.5443 €/u 1000u – 0.4536€/u	128.455 en existencias	

Los dos primeros parecen buenas opciones por precio y cumple con lo necesario, pero no hay suficientes existencias ni aun utilizando los dos lo que nos lleva a decantarnos por el tercero. Pero estaría bien considerar la posibilidad de aun habiendo empezado con el último generar un stock en fabrica para poder producir durante 8 semanas que es el tiempo de producción de los dos primeros ya que el precio es el doble. Por lo tanto, el plan sería comenzar la producción con la última referencia ECS-2333-160-BN-TR a la vez que se realiza un pedido de alguno de los otros.

- R19, resistencia 0805 de 16k

*Tabla 9 Opciones R19*


Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Bourns CR0805-JW-163ELF	100u - 0.009 €/u 1000u – 0.005 €/u	11.593 en existencias	
YAGEO RC0805FR-0716KL	500u - 0.00854 €/u 1000u – 0.00737 €/u	331.995 en existencias	
Stackpole Electronics Inc RMCF0805JT16K0	500u - 0.00526 €/u 1000u – 0.00448 €/u	24.705 en existencias	

No necesitamos de gran stock ya que solo se monta una por circuito y por otro lado tampoco necesitamos que tenga gran precisión ya que se

encuentra en la alimentación del micro que es de bajo voltaje. Por lo tanto, nos guiaremos por el precio y escogeremos la más barata, en este caso la de Stackpole electronics Inc que tiene un stock suficiente para cubrir hasta la nueva fabricación que son 15 semanas.

- F1, fusible


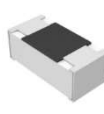

*Tabla 10 Opciones F1*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Littelfuse	500u - 0.237 €/u	25.734 en existencias	
1812L010DR	1000u - 0.209 €/u		

En este caso durante el diseño del circuito se decidió en concreto que fuera el fusible 1812L010DR por lo tanto así será ya que tiene un stock suficiente (25.764) para cubrir el periodo de fabricación de 13 semanas.

- R2, R3, R5, R6, R7, R8, R15, R16, resistencias 0805 con un valor de 1kΩ.

*Tabla 11 Opciones R2, R3, R5, R6, R7, R8, R15, R16*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
YAGEO	10.000u - 0.00511€/u	7.906.658 en existencias	
RC0201FR-071KL	100.000u - 0.00367€/u		
Panasonic	15.000u - 0.00491€/u	2.343.266 en existencias	
ERJ-1GNF1001C	105.000u - 0.00481€/u		
Stackpole Electronics Inc	10.000u - 0.00724€/u	499.709 en existencias	
RNCP0603FTD1K00	125.000u - 0.00496€/u		



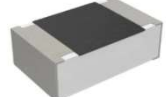
Son resistencias que se encuentran conectadas a los circuitos integrados algunas en la parte de alimentación y otras en el protocolo de comunicación por lo tanto como es baja tensión y un protocolo de comunicación de baja velocidad utilizaremos resistencias de un 1% de precisión. Con 8 por circuito necesitaríamos unas 10000 a la semana por lo tanto necesitamos un alto stock. Por lo tanto, escogeremos la más barata que además también es la que tiene mayor stock YAGEO RC0201FR-071KL, aunque tiene la contrapartida de que es la que más



tiempo de fabricación tiene, 20 semanas sin embargo con el gran stock existente esto no debería suponer un problema.

- R14, R18 resistencias 0805 de 1k5Ω.


*Tabla 12 Opciones R14, R18*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Vishay CRCW08051K50FKEAHP	2.500u – 0.03€/u 5.000u – 0.027€/u	188.369 en existencias	
YAGEO RC0805JR-071K5L	1.000u – 0.00750€/u 5.000u – 0.00470€/u	734.605 en existencias	
Stackpole Electronics Inc RMCF0805FT1K50	1.000u – 0.00545€/u 5.000u – 0.00396€/u	482.223 en existencias + 620.000 en fabrica	

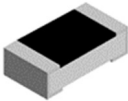

Resistencias que encontramos en las conexiones de las señales FC1 y FC2 por donde se transmiten las señales de los finales de carrera, es decir señales de baja frecuencia por lo que no necesitamos de nuevo que sean de gran precisión. Con dos resistencias por circuito que se montan observamos que en ningún caso el stock sería un problema, La primera es aproximadamente 5 veces más cara que las demás con 1% de tolerancia, de las dos opciones restantes de la YAGEO es de un 5% y la de Stackpole es de un 1%, por lo tanto aunque no sea necesaria la precisión del 1% elegiremos la de Stackpole ya que además es la más barata.

- R9, R10, resistencias 0805 1k8Ω

*Tabla 13 Opciones R9, R10*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Panasonic ERJ-P06J182V	2.500u – 0.016€/u 5.000u – 0.014€/u	330.483 en existencias	

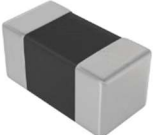
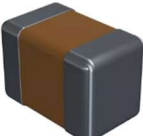



Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Vishay RCS08051K80FKEA	2.500u – 0.033€/u 5.000u – 0.032€/u	9.317 en existencias + 5.000 en feb de 2024	
Stackpole Electronics Inc RMC0805FT1K50	1.000u – 0.00448€/u 5.000u – 0.00322€/u	470.355 en existencias + 1.010.000 en fabrica	

Resistencias que forman parte de un pull-up de baja tensión por lo tanto, de nuevo, no necesitamos de baja tolerancia. El stock resulta ser solo un problema en la de Vishay ya que hasta febrero no podríamos fabricar por lo que queda descartada La opción de Panasonic es 3.5 veces más cara que la de Stackpole teniendo ambas una precisión de 5% por lo tanto la elección final es la de Stackpole RMC0805FT1K50.

- C5, C13 capacitores 0805 de 1uF.




Tabla 14 Opciones C5, C13

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Taiyo Yuden UMK212B7474KG-T	500u - 0.06376 €/u 1000u – 0.05580 €/u	87.778 en existencias	
KYOCERA AVX 0805YC474KAT2A	500u - 0.03930 €/u 1000u – 0.03477 €/u	5.171 en existencias	
Yageo CC0805CRNPO9BNR47	100u - 0.031 €/u 1000u – 0.022 €/u	3.692 en existencias	

Los plazos estándar de los fabricantes son bastante elevados 32 semanas el de TDK y los de Samsung 22. Para tener un stock seguro durante 32 semanas necesitaríamos unos 2800 por semana es decir unos 89.600 por lo tanto podemos seleccionar el capacitor más barato, el de TDK C2012X7S2A105K125AE.

▪ R4, resistencia 0805 de 220Ω


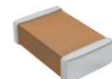
Tabla 15 Opciones R4


Proveedor	Precio	Stock	Imagen
TE Connectivity Passive Product CRGCQ0805F220R	1.000u –0.00782€/u 5.000u – 0.00561€/u	1.289.617 en existencias	
YAGEO RC0805JR-07220RL	1.000u –0.00647€/u 5.000u – 0.00470€/u	462.385 en existencias	
Panasonic ERJ-HP6D2200V	1.000u –0.069€/u 5.000u – 0.056€/u	6.093 en existencias	

Con las dos primeras no tenemos problemas de existencias, en cambio con la de Panasonic sí además de ser bastante más cara ya que tiene una tolerancia muy baja del 0.1%, innecesaria en nuestro circuito por lo tanto entre las dos restantes escogeremos la de YAGEO que, aunque existe menos stock y el plazo estándar de fabricante sea mayor es más barata y estos plazos no nos generarán problemas ya que solo montamos uno por placa y necesitamos en torno a 1200 a la semana.

▪ C4, capacitor 0805 de 22uF.


Tabla 16 Opciones C4

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Murata Electronics GRM21BC81C226ME44L	1.000u –0.113€/u 3.000u – 0.10€/u	1.662.453 en existencias	
Samsung Electro-Mechanics CL21A226MQQNNNE	1.000u –0.02651€/u 4.000u – 0.02257€/u	2.104.221 en existencias	

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Samsung Electro-Mechanics	1.000u – 0.02788€/u	805.509 en existencias	
CL21A226KQCLRNC	3.000u – 0.02309€/u		

Como observamos en ningún caso el stock supondrá un problema, se deben entre los de Samsung a la tolerancia, uno tiene un 10% y otro 20% mientras que el de Murata trabaja en una tolerancia de 10% pero con una tensión máxima mayor. En este el componente se encuentra en la alimentación principal que va directamente a la fuente conmutada, es decir una tensión entre 4.5V y 16V de máximo, en nuestro caso 12V por lo tanto los de Samsung no nos sirven ya que operan como máximo a 6.5V. Elegiríamos Murata pero existe otro de Samsung con las mismas características y stock suficiente:

Tabla 17 Opción alternativa C4

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Samsung Electro-Mechanics	1.000u – 0.07798€/u	865.299 en existencias	
CL21A226KOQNNNE	2.000u – 0.07388€/u		

Por lo tanto, escogemos el último capacitor.

- C2, C3, C9, capacitores 0805 de 47 uF

C2 y C3 se encuentran trabajando con la tensión de alimentación de la batería por lo tanto necesitan al menos funcionar a 16V en cambio C9, se encuentra a la salida de la fuente conmutada es decir trabaja a 5V por lo tanto necesitamos diferenciar entre ambos aunque sean del mismo valor.



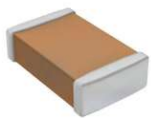
- C2, C3

Tabla 18 Opción C2, C3

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
YAGEO	Se requiere cotización.	Se requiere cotización.	-
CC0805MKX5R7BB476			

Solo existe uno y además se requiere de cotización cosa que complica todo y lo óptimo sería cambiar el componente por otro. El primer cambio que buscamos es otro encapsulado.


Tabla 19 Opciones alternativas C2, C3

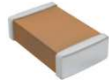

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Taiyo Yuden EMK325BJ476MM-P	500u –0.21694€/u 2.000u – 0.17356€/u	413.273 en existencias	
Taiyo Yuden CL32A476KOJNNNE	1.000u –0.19701€/u 4.000u – 0.05639€/u	157.445 en existencias	
Samsung Electro-Mechanics CL32A476KOJNNNE	1.000u –0.1919€/u 3.000u – 0.1861€/u	1.346.920 en existencias	

En la tabla anterior observaos 3 opciones que trabajan como máximo a 16V y su capacitancia es de 47uF, los cambios entre ellos son el encapsulado y/o la tolerancia. Como ya sabemos nuestro circuito no requiere de bajas tolerancias por lo tanto no es un detalle relevante. En cambio, el stock y los precios si lo son, como en todos los anteriores, siendo dos componentes por placa necesitamos unas 2200 a la semana, el único que nos podría generar problemas es el segundo de Taiyo Yuden (CL32A476KOJNNNE) del cual no tenemos información del plazo estándar de fabricación por lo tanto para evitar problemas lo descartaríamos. Lo mismo nos ocurre con el primero que pese a haber muchas más existencias no conocemos el plazo de fabricación por lo tanto elegiremos el de Samsung ya que con la cantidad de Stock no nos va a generar ningún problema y el plazo de fabricación es de 22 semanas.

#### ○ C9

Tabla 20 Opciones C9


Proveedor	Precio	Stock	Imagen
TAIYO YUDEN JMK212BJ476MG-T	1.000u –0.12€/u 3.000u – 0.113€/u	873.879 en existencias	

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Samsung Electro-Mechanics CL21A476MQYNNNE	1.000u – 0.06401€/u 4.000u – 0.05639€/u	1.100.916 en existencias	
Taiyo Yuden JMK212BBJ476MG-T	1.000u – 0.07346€/u 3.000u – 0.06959€/u	2.411.340 en existencias	

En este caso todos trabajan en una tolerancia del 20%, correcta para la salida y no existe ningún tipo de problema con el stock por lo tanto elegiremos el más económico que en este caso es el de Samsung Electro-Mechanics.

- J2, J3, J4 y J7 estos conectores se seleccionaron durante el diseño y son el siguiente modelo:


Tabla 21 Opción J2, J3, J4, J7

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
JST S2B-PH-SM4-TB(LF)(SN)	500u – 0.161€/u	122.836 en existencias	

Semanalmente necesitaríamos 4200 aproximadamente por lo que con ese stock tendríamos para producir 30 semanas. No sabemos el plazo de entrega estándar del fabricante por lo tanto nos deberíamos comunicar con él para gestionar una fabricación en menos de 30 semanas y si esto no es posible buscar un componente alternativo. De todas formas se comenzará con este producto ya que tenemos para 30 semanas de producción.

- SW1, botón SMD, seleccionado durante el diseño y es el siguiente proveedor.


Tabla 22 Opción SW1

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Omron Electronics Inc-EMC B3U-1100P-B	1.000u – 0.56582€/u 3.500u – 0.51439€/u	Explicado abajo	

La única preocupación sobre este componente es el stock ya que al montar 1 por placa necesitamos entorno a 1200 por semana con plazo de entrega entre 42 y 44 semanas por lo tanto necesitamos sobre 50.000 piezas. Consultando a través de varios vendedores obtenemos que mouser tienes un stock de 16.079 piezas y digi-key 19.310 un total de 35.389 piezas por lo que nos faltarían entorno a las 15.000. De nuevo con 35.389 piezas tenemos para montar más de 30 semanas por lo que podríamos negociar la mejora del plazo de fabricación al fabricante o buscar un componente alternativo. Pero siempre antes de cambiar el diseño buscaríamos esa mejor de plazo sin un costo excesivo.

- J5, conector, como los demás conectores este también fue seleccionado durante el diseño:


*Tabla 23 Opción J5*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Molex	1.000u – 0.701€/u	23.674 en existencias	
53398-0467	2.000u – 0.655€/u		

De nuevo al haber sido pre-elegido podríamos tener un problema de stock, los plazos de entrega del fabricante son de 22 semanas y ahora mismo tendríamos de 23.674 un poco justo, pero en principio debería bastar.

- J6, otro conector de nuevo elegido durante el diseño:

*Tabla 24 Opción J6*

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Amphenol ICC (FCI)	1.750u – 0.60563€/u	16.840 en existencias	
95278-101A06LF	2.450u – 0.58544€/u		


Este es el elegido sin generar ningún problema de stock ya que el plazo de fabricación son 8 semanas y habría stock para montar durante el doble.

- J1, conector elegido durante el diseño.

De este existe bastante problema de stock y según periodo de fabricación necesitamos 16 semanas es decir al menos 16500




componentes para tener un stock seguro. Nadie tiene este stock y ni entre todos los vendedores llegamos a los 16500 componentes, nos quedamos en 8509, la mitad. Por lo que de nuevo debemos negociar un plazo de fabricación más corto o buscar una alternativa.

Tabla 25 Opción J1

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Wurth Elektronik 66012102111404	Depende vendedor.  Precio medio por unidad: 4.3764€/u	8.509 en existencias	




- D4, D1, diodos Schottky de tensión de ruptura 5V.

Tabla 26 Opciones D4, D1

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
ROHM semiconductor RB886CMT2R	1.000u – 0.096€/u 5.000u – 0.09€/u	9.384 en existencias	
ROHM semiconductor RB886CMT2RA	1.000u – 0.107€/u 5.000u – 0.101€/u	19.206 en existencias	
ROHM semiconductor RB886CMT2R	1.000u – 0.154€/u 2.500u – 0.152€/u	16.000 en existencias	

Todos los anteriores cumplen con las necesidades de nuestro circuito, por lo tanto, la primera preocupación es la del stock, con dos por placa y un plazo de fabricación de 12 semanas en todos necesitamos al menos un stock de 24.500 por lo tanto, debemos realizar la combinación de dos de los anteriores para poder llegar a ese stock. Descartamos el último RB886CMT2R ya que es el más caro. Los otros dos se diferencian por 0.01€ por lo que durante toda la vida del proyecto podríamos convivir con los dos para que el stock nunca suponga un problema en este componente.


- D2, D3, D5, D6, D7, diodos TVS de tensión de funcionamiento 5V y voltaje de disrupción de 6.4V

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Littelfuse	1.000u – 0.182€/u	95.108 en existencias	
SZSMF5.0AT1G	3.000u – 0.165€/u		
Vishay	7500u – 0.12€/u	14.901 en existencias	
SMBJ5.0CA	2.250u – 0.118€/u		
Vishay	1.000u – 0.102€/u	429.956 en existencias	
SMAJ5.0A-E3/61	3.600u – 0.079€/u		

Todos los componentes anteriores deberían funcionar correctamente en nuestro circuito, por lo tanto, vamos a abordar en un primer momento el problema del stock. De esta referencia montamos 5 por circuito lo que implica un stock semanal de 5500 aproximadamente que viendo periodos de fabricación estándar tanto el primer (17 semanas necesitaríamos 93.500) como el último (24 semanas necesitaríamos 132.000) nos aportan stock suficiente por lo tanto la elección sería del último de Vishay SMAJ5.0a-E3/61.

- Q1, Transistor MOSFET DPAK con  $V_{gs} = \pm 20V$




Tabla 27 Opción Q1

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Infineon Technologies	1.000u – 0.607€/u	2.967 en existencias	
IPD031N03LGATMA1	2.500u – 0.58€/u		

En el caso de este transistor previamente elegido nos encontramos ante un gran problema de stock, ya que necesitaríamos en torno a 1200 semanales con el stock que hay nos daría para dos semanas y los plazos de producción son de 40 semanas por lo que debemos buscar componentes equivalentes que realicen la misma función y no nos genere el problema de stock. Encontramos las siguientes opciones:



Tabla 28 Opciones alternativas Q1


Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Infineon Technologies IPD135N03LGATMA1	1.000u –0.343€/u 2.500u – 0.295€/u	39.989 en existencias	
Vishay SQD40031EL_GE3	1.000u –0.949€/u 2.000u – 0.682€/u	38.973 en existencias	
Infineon Technologies IPD090N03LGATMA1	1.000u –0.32€/u 2.500u – 0.269€/u	42.174 en existencias	

Todos ellos son teóricamente correctos para el funcionamiento del circuito, aunque todos nos hacen estar muy justos de stock por lo que debemos buscar ya que necesitamos sobre 1200 a la semana teniendo periodos de entrega de 40, 51 y 59 semanas respectivamente. Pero realmente lo que necesitamos es cubrir un periodo de 40 semanas para poder utilizar el original por lo tanto se comenzaría fabricando con las opciones IPD135N03LGATMA1 y IPD090N03LGATMA1 hasta que llegara el pedido que tarda 40 semanas de IPD031N03LGATMA1.

Sin embargo, si el funcionamiento es exactamente el mismo y no genera ningún problema sería mucho óptimo trabajar con la referencia IPD090N03LGATMA1 ya que es el más barato encontrado y abarataría los costes de la pieza.

- IC1, fuente conmutada seleccionada para nuestro circuito.


Tabla 29 Opción U1

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
MPS NB-636	ESPERANDO RESPUESTA PROVEEDOR	ESPERANDO RESPUESTA PROVEEDOR	

El proveedor no ha respondido por lo tanto supondremos un precio estándar de 1€ y que hay stock suficiente para nuestra producción.

- U2, puente en H


Tabla 30 Opción U2

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
NXP MC33926PNB	1.040u-6.50€/u	33.089 en existencias	

Este componente no genera ningún problema, quizás un precio alto pero stock nos ofrece el suficiente teniendo uno por placa y el periodo de fabricación estándar es de 20 semanas por lo tanto esta perfecto.

- U1, controlador ATMEGA328P-AU elegido para nuestro circuito

Tabla 31 Opción IC1



Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Microchip Technology ATMEGA328P-AU	100u-2.07€/u	62.221 en existencias + 43.582 13-jun-2023	


Otro componente elegido que no nos genera ningún tipo de problema por stock y que no necesitamos buscar alternativa.

Más materiales a tener en cuenta para el montaje serían la propia PCB que vendría desde un determinado proveedor al igual que lo hacen los componentes y la pasta soldante que utilizamos.

- Pasta soldante.

Tabla 32 Opciones Pasta Soldante

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
MG Chemicals 4900P-250G	50u – 74.93€/u 100u – 69.63€/u	33 en existencias	
Loctite GC 10 SAC305T3 885V 52K 500G	10u – 128.57€/u	147 en existencias	

Proveedor	Precio	Stock	Imagen
Kester Solder  117-70-5426-2410-ND	10u –199.83€/u	50 en existencias	

Hemos encontrado estas 3 posibles opciones, pero no podemos decidir por una debido a que necesitamos por experiencia elegiré la de Kester Solder ya que es con la que más he trabajado.

Tenemos diferentes proveedores que nos ofrecen diferentes condiciones acordes a nuestro diseño:

*Tabla 33 Opciones PCB*

Proveedor	Precio	Entregas
Proto-electronics	250u-5.24€/u	250u-2 semanas
PCBWay	1500u-1.32€/u	1500u 6-7 días
Bittele	1500u-0.6457€/u	1500u-12 días

La primera elección de Proto electronics es inviable ya que es mucho más cara que las demás y los periodos de entrega son los más largos. Por precio deberíamos elegir Bittele pero los periodos de entrega de 12 días 1500 unidades no satisface nuestra demanda por lo tanto la elección final de proveedor de PCB es PCBWay con un coste de 1.32€ por placa.

Una vez seleccionados todos los componentes y la PCB necesitamos el equipamiento necesario para el montaje y verificación de estas piezas es decir nuestra maquinaria, pero para ello debemos saber el tiempo de ciclo necesario el cual está desglosado en la memoria.

- Marcado Láser:

*Tabla 34 Opciones marcado láser*

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Precio	Soporte en España
ASYS	Insignum 2000 Láser	1-2 s per DM	23.000€	sí
CMS	CMS Laser PCB Marking Systems	2 s per DM	24.000€	sí
Fancort	LCD10C	1 c per DM	20.000€	no

En nuestra pieza vamos a grabar 1 DM por lo tanto el tiempo de ciclo es el indicado en la tabla.

- Serigrafía de pasta:

*Tabla 35 Opciones Serigrafía de pasta*

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Precio	Soporte en España
Yamaha	YSP10	10 s per pcb with cleaning	180.000€	sí
ASYS	SERIO 4000	12 s per pcb with cleaning	150.000€	sí
ICT	I.C.T-4034	10 s per pcb	130.000€	no

Nuestra pieza no es especialmente grande ni compleja por lo que el tiempo de ciclo será muy similar a los que aparecen en la tabla anterior.

- SPI:

*Tabla 36 Opciones SPI*

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Resolución	Precio	Soporte en España
Koh Young	KY8030-3	0.27 s/FOV FOV=35.3x25.9mm	15µm	80.000€	sí
Parmi	SIGMAX	100 cm <sup>2</sup> /s	10µm	60.000€	sí
SAKI	3Si-LS2	55 cm <sup>2</sup> /s	12µm	75.000€	sí

Para los tiempos de ciclos de estas máquinas en nuestra pieza debemos desarrollar una serie de cálculos.

- KY8030-3. Esta máquina tiene un FOV como indicamos en la tabla de 35.4x25.9mm es decir 916mm<sup>2</sup> cada 0.27s, lo que se traduce en 3400mm<sup>2</sup>/s. Nuestra PCB tiene aproximadamente 5193.53mm<sup>2</sup> por lo tanto nuestro tiempo de ciclo en la Koh Young será:

$$TC = \frac{5193.53}{3400} = 1.53s$$

- SIGMAX. Tiene una velocidad de inspección de 100cm<sup>2</sup>/s lo que implica un tiempo de ciclo para nuestra placa:

$$TC = \frac{51.9353}{100} = 0.52s$$

- 3Si-LS2. Tiene una velocidad de inspección de 55cm<sup>2</sup>/s lo que implica un tiempo de ciclo para nuestra placa:

$$TC = \frac{51.9353}{55} = 0.95s$$

▪ Pick and place

*Tabla 37 Opciones Pick and place*

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Precisión	Capacidad	Precio	Soporte en España
Yamaha	Σ-G5SII	90.000 cph	±25μm	120 componentes distintos	180.000€	sí
ASMPT	Siplace TX2i	96.000 cph	±22μm	80 componentes distintos	220.000€	sí
SAMSUNG	DECAN S2	92.000 cph	±28μm	120 componentes distintos	175.000€	sí

Para saber los tiempos de ciclo teniendo los ciclos por hora de cada máquina necesitamos saber cuantos componentes montamos por placa que en nuestro caso son 58 componentes.

- Σ-G5SII. Está máquina puede realizar 90.000 cph lo que implica la colocación de 25 componentes por segundo por lo tanto en nuestra PCB:

$$TC = \frac{58}{25} = 2.32s$$

- Siplace TX2i. Está máquina puede realizar 96.000 cph lo que implica la colocación de 26.67 componentes por segundo por lo tanto en nuestra PCB:

$$TC = \frac{58}{26.67} = 2.17s$$

- DECAN S2. Está máquina puede realizar 92.000 cph lo que implica la colocación de 25.56 componentes por segundo por lo tanto en nuestra PCB:

$$TC = \frac{58}{25.56} = 2.27s$$

- AOI 3D pre-reflow

*Tabla 38 Opciones AOI 3D*

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Resolución	Precio	Soporte en España
Koh Young	Zenith 2	30.4 cm <sup>2</sup> /s	15μm	100.000	sí
Saki	3Di-LS2	15s panel 150mm x 214mm	8μm	150.000	sí
Ciber optics	SQ3000 3D	40 cm <sup>2</sup> /s	10μm	130.000	sí

De la misma manera que hemos calculado en la SPI realizaremos estos cálculos.

Para los tiempos de ciclos de estas máquinas en nuestra pieza debemos desarrollar una serie de cálculos.

Zenith 2. Está máquina tiene una velocidad de inspección de 30.4cm<sup>2</sup>/s lo que implica un tiempo de ciclo para nuestra placa de:

$$TC = \frac{51.9353}{30.4} = 1.70s$$

- 3Di-LS2. Tarda unos 15s en inspeccionar una placa de 36000mm<sup>2</sup> por lo tanto la nuestra de 5193.53mm<sup>2</sup> tendrá un tiempo de ciclo aproximado de:

$$TC = \frac{5193.53 \cdot 15}{36000} = 2.16s$$

- SQ3000 3D. Tiene una velocidad de inspección de 40cm<sup>2</sup>/s lo que implica un tiempo de ciclo para nuestra placa:

$$TC = \frac{51.9353}{40} = 1.30s$$

- Horno re-flow

Tabla 39 Opciones Horno re-flow

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Longitud	Precio	Soporte en España
ERSA	EXOS 4/14	18.5 s*	4.4 m	100.000€	sí
Manncorp	CR8000	20.2 s*	4.8 m	89.225€	sí
Vitronics Soltec	Centurion CT 1240	17.6 s*	4.2 m	75.000€	sí

\*Tiempos con una placa FR4 de 1.6mm de grosor de 300mm de largo.

Nuestra placa también tiene 1.6mm de grosor y es del mismo material pero no son 300mm de largo si no que son 88.90mm, igualmente el tiempo de ciclo depende de la velocidad y lo largo que es el horno si utilizamos un perfil igual con la misma velocidad que el supuesto para cada horno el tiempo de ciclo variara 1-2 segundos por ser la placa más corta ya que más placas cabrán dentro del horno por lo que el único cambio que vamos a realizar para tener el tiempo de ciclo aproximado es reducir en 1.5 segundos el tiempo de ciclo dado por fabricante. Por lo tanto obtenemos ERSA 17s. Manncorp 19.7s y Vitronics Soltec 16.1s.

- AOI 3D post-reflow

Las máquinas que compararíamos son las mismas que en el caso de la pre-reflow ya que es la misma tecnología y tener dos máquinas iguales siempre ayuda a la hora de programar y solucionar problemas.

- Rayos-X

Tabla 40 Opciones Rayos-X

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Resolución	Precio	Soporte en España
NORDSON MATRIX	X-3	18s*	3-4 $\mu\text{m}/\text{pix}$	550.000€	sí
OMRON	VT-X750	20s*	Seleccionable de 6 a 30 $\mu\text{m}/\text{pix}$	426.000 €	sí
Saki	3Xi-m110	25s*	8-38 $\mu\text{m}/\text{pix}$	400.000€	sí

\*El tiempo de ciclo corresponde a una placa similar a la nuestra. Por lo tanto serán los tiempos de ciclo que utilizaremos.

## ■ ICT

*Tabla 41 Opciones ICT*

Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo	Precio	Soporte en España
SPEA	3030IL	-	200.000€	sí
KEYSIGHT	i3070 Series 5i	-	150.000€	no
SEICA	Compact digital XL	-	150.000€	sí

No hemos obtenido respuesta por parte de los fabricantes sobre el tiempo de ciclo de nuestra placa por lo tanto vamos a suponer por experiencia que todas se encontraran en torno a 15-20 segundos.

La selección de máquinas dependerá principalmente de los tiempos de ciclo necesario que según lo calculado nuestro objetivo es llegar a 72 segundos de tiempo de ciclo que con los estudios y cálculos realizados de las diferentes máquinas parece ser que llegaríamos con cualquier combinación de estas por lo tanto el precio, la experiencia propia y el soporte en España serán determinantes a la hora de la elección es por ello las máquinas elegidas son las siguientes.

*Tabla 42 Presupuesto y tiempos de ciclo maquinaria*

Tecnología	Proveedor	Máquina	Tiempo de ciclo(s)	Precio
Marcado láser	ASYS	Insigunum 2000	1	23.000€
Serigrafía de pasta	ASYS	SERIO 4000	12	150.000
SPI	SAKI	3Si-LS2	0.95	75.000€
P&P	YAMAHA	$\Sigma$ -G5SII	2.32	180.000€
AOI 3D Pre-reflow	SAKI	3Di-LS2	2.16	150.000€
Horno re-flow	ERSA	EXOS 4/14	17	100.000€
AOI 3D Post-reflow	SAKI	3Di-LS2	2.5	150.000€
Rayos-X	Nordson matrix	X-3	15	550.000€
ICT	SPEA	3030IL	18	200.000€
TOTAL			70.93	1.578.000€



## 3.2. LISTA DE MATERIALES

Tabla 43 Lista de materiales

Can tidad	Valor	Dispositivo	Package	Elementos	Precio	Precio por placa
1	-	PCB	-	PCB	1,32000 €	1,32000 €
1	-	117-70-5426-2410-ND	-	PASTA SOLDANTE	199,83000 €	0,19983 €
1	0.47uF	CC0805CRNPO9B NR47	CAPC2012X110	C1	0,02200 €	0,02200 €
2	100	RC0805FR-07100RL	RESC2012X65	R12, R13	0,06100 €	0,12200 €
3	100k	CR0805AFX-1003ELF	RESC2012X65	R1, R11, R20	0,01000 €	0,03000 €
6	100nF	600F0R1BT250XT /600F0R1AT250T	CAPC2012X110	C7, C8, C10, C11, C12, C14	0,51580 €	3,09480 €
2	10k	RC0805JR-0710KL	RESC2012X65	R17, R21	0,00647 €	0,01294 €
2	15pF	C0805C150J5GAC7800	CAPC2012X110	C_SMALL 1, C_SMALL 2	0,01890 €	0,03780 €
1	15uH	74438335150	INDC1006X60N	L1	0,59368 €	0,59368 €
1	16MHz	ECS-2333-160-BN-TR	XTAL1170X500 X450N	XTAL1	0,45360 €	0,45360 €
1	16k	RMCF0805JT16K0	RESC2012X65	R19	0,00448 €	0,00448 €
1	1812L010	1812L010DR	FUSC4532X125	F1	0,20900 €	0,20900 €
8	1k	RC0201FR-071KL	RESC2012X65	R2, R3, R5, R6, R7, R8, R15, R16	0,00511 €	0,04088 €
2	1k5	RMCF0805FT1K50	RESC2012X65	R14, R18	0,00396 €	0,00792 €
2	1k8	RMCF0805FT1K50	RESC2012X65	R9, R10	0,00322 €	0,00644 €
2	1uF	CC0805CRNPO9BNR47	CAPC2012X110	C5, C13	0,05580 €	0,11160 €
1	220	RC0805JR-07220RL	RESC2012X65	R4	0,00647 €	0,00647 €
1	22uF	CL21A226KOQNNNE	CAPC2012X110	C4	0,07798 €	0,07798 €

Can tidad	Valor	Dispositivo	Package	Element os	Precio	Precio por placa
2	47uF	CL32A476KOJNNNE	CAPC1210X110	C2, C3	0,18610 €	0,37220 €
1	47uF	CL21A476MQYNNNE	CAPC2012X110	C9	0,06401 €	0,06401 €
1	B3U-1100P(M)-B	B3U-X100B3U-1100P(M)-B1100P(M)-B	B3U-1100P(M)-B	SW1	0,56582 €	0,56582 €
4	CON	S2B-PH-SM4-TB(LF)(SN)	S2B-PH-SM4-TB(LF)(SN)	J2, J3, J4, J7	0,16100 €	0,64400 €
1	CON_DWS	53398-0467	533980467	J5	0,65500 €	0,65500 €
1	CON_ICSP	95278-101A06LF	95278-101A06LF	J6	0,60563 €	0,60563 €
1	IPD031N06L3-G	IPD135N03LGATMA1/IPD090N03LGATMA1	DPAK228P998X235-3N	Q1	0,29500 €	0,29500 €
1	MC33926PNB	MC33926PNB	QFN80P800X800X220-33N	U2	6,50000 €	6,50000 €
1	MP3425DL-LF-P	MP3425DL-LF-P	SON50P300X400X100-15N	IC1	1,00000 €	1,00000 €
1	Power	66012102111404	66012102111404	J1	4,37640 €	4,37640 €
2	SMS3922	RB886CMT2R/RB886CMT2RA	SODFL3718X115	D4, D1	0,10100 €	0,20200 €
5	SMF5.0CA	SMAJ5.0A-E3/61	SODFL3618X108N	D2, D3, D5, D6, D7	0,07900 €	0,39500 €
1	U1	ATMEGA328P-AU	TQFP-32	U1	2,07000 €	2,07000 €
					Total por unidad	<b>24,09648 €</b>

### 3.3. MAPA FLUJO DE VALOR

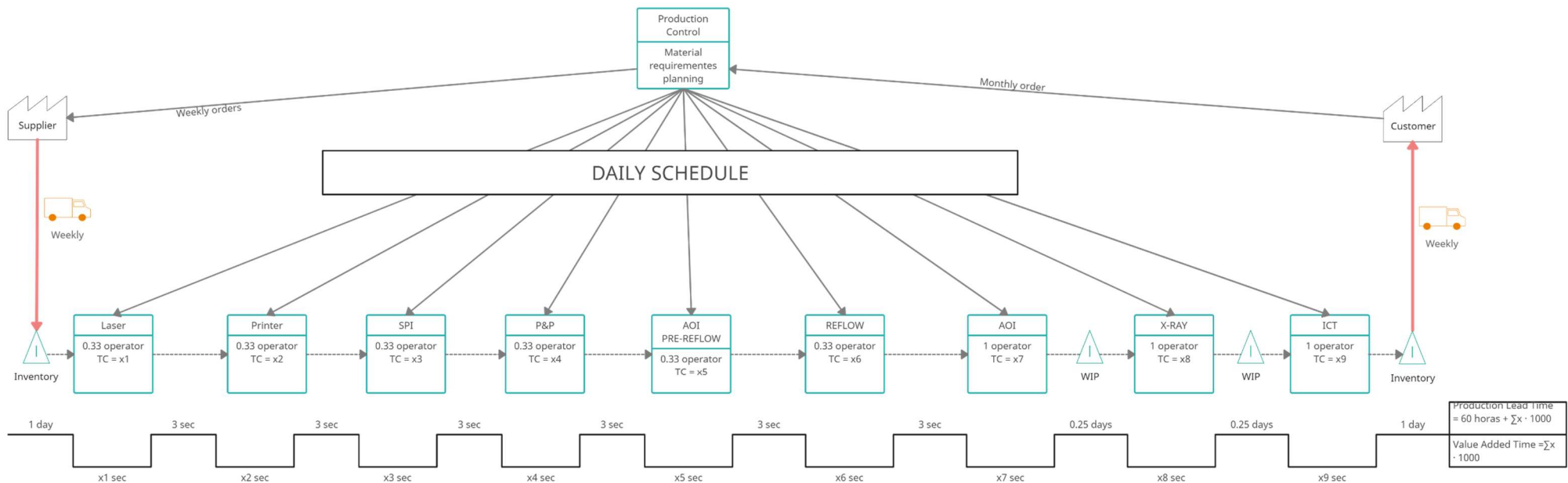


Ilustración 9. Mapa de flujo de valor



## 3.4. COSTES UNITARIO

El coste unitario debe calcularse para obtener un precio real de la pieza y ponerle un precio de venta. Como explicamos en el punto 4.1.5 Procesos de producción SMD el coste por unidad está compuesto por costes directos e indirectos. Como comentamos en la memoria el desarrollo se realizaría sobre el precio directo y al beneficio, al indirecto se le supondrá un valor x.

- Coste directo:
  - Materiales. Teniendo en cuenta la lista de materiales desarrollada en este mismo documento en el punto 3.2, el coste total de materiales es de **24,09648 €**.
  - Salarios y prestaciones: Para la producción de una pieza será necesaria el trabajo de 5 operarios (2 que se encargaran del laseado hasta el horno, otro para la AOI post-reflow, otro para rayos-x y finalmente el operario de ICT), tendremos también en cuenta el personal de almacén que contaremos con 3 personas por turno para la recepción de material, revisión, acondicionamiento y aprovisionamiento de la línea, además del empaquetamiento del producto final y el envío a cliente. Un ingeniero de proceso también se tendrá en cuenta y habrá más figuras como ingeniero de calidad, planificación, dirección... los cuales agruparemos como personal indirecto a la producción. Por lo tanto, vamos a resumir en la siguiente tabla todos los puestos con el correspondiente gasto que suponen para la fabricación de una pieza. El coste por pieza lo calculamos teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo es de 70.93s lo que son 0.0197 horas.

*Tabla 44 Salarios y prestaciones*

Puesto	Sueldo (€)	€/h	€/pieza
Operario	1300	8.125	0.16
Responsable de línea	1400	8.75	0.17
Almacén	1300	8.125	0.16
Responsable de almacén	1400	8.75	0.17
Ingeniero	2100	13.125	0.26
Indirectos	2500 (media)	15.625	0.31
Total	-----	-----	<b>1.23€</b>

- Gastos operativos. Tenemos en cuenta la luz que consumiremos para la producción, sabiendo las máquinas que utilizaremos podemos estimar un consumo de luz por hora y por lo tanto por pieza de cada máquina:

*Tabla 45 Consumo eléctrico unitario*

Máquina	Precio luz media(€/kWh)	Consumo (kWh)	€/hora	€/pieza
Insignum 2000	0.11077	0.69	0.0764313	0.001505697
SERIO 4000	0.11077	2	0.22154	0.004364338
3Si-LS2	0.11077	1.2	0.132924	0.002618603
Σ-G5SII	0.11077	2	0.22154	0.004364338
3Di-LS2	0.11077	1.5	0.166155	0.003273254
EXOS 4/14	0.11077	15	1.66155	0.032732535
3Di-LS2	0.11077	1.5	0.166155	0.003273254
X-3	0.11077	6	0.66462	0.013093014
3030IL	0.11077	2.5	0.276925	0.005455423
Total	-----	-----	-----	<b>0.07068045</b>

El precio de la luz medio lo hemos considerado el existente entre las horas que vamos a trabajar, es decir, de 7:00 a 23:00

- Coste indirecto. Este coste como hemos desarrollado en la memoria engloba gastos generales de fábrica, administrativos, de ventas, de distribución y de I+D el cual no vamos a desarrollar ya que el objetivo del TFG no es profundizar en este campo por lo tanto este normalmente oscila entre un 20% y 30% del coste directo. Sabiendo que el coste directo es de 25.40€/u, el 30% supone **7.62€** que será nuestro coste indirecto.

Sumando tanto coste directo como coste indirecto obtenemos un precio unitario total por pieza de:

*Tabla 46. Coste total unitario*

Tipo de coste	Coste (€)
Materiales	24.09648
Salarios y prestaciones	1.23
Gastos operativos	0.07068
Coste indirecto	7.62
Total	<b>33.02</b>

Nuestro precio total de coste es de 33.02€, queriendo obtener un beneficio del 15% por pieza. Nuestro precio de venta sería de **37.973€**

### 3.5. MÍNIMA PRODUCCIÓN RENTABLE

La producción mínima rentable sabiendo ya nuestro precio de venta unitario de 37.973 y el coste de venta de 33.02€ solo nos queda por calcular los costes fijos donde se deberían incluir los costes de amortización, de alquiler, de servicios públicos, de mantenimiento, de seguros, financieros, de personal... De nuevo no vamos a profundizar en el cálculo de los servicios públicos, alquileres y seguros ya que no es el objetivo del TFG, pero suponiendo unos costes fijos mensuales de 20.000€ nuestra producción mínima rentable es:

$$PMR = \frac{20000}{37.973 - 33.02} = 4037.95 \text{ unidades mensuales}$$

Según lo supuesto la demanda de cliente eran 1000 unidades semanales lo que se traduciría en 4000 al mes, donde nos encontramos 38 unidades por debajo de la producción mínima rentable por lo que debemos tomar acciones, tenemos diversas opciones:

- Aumentar el precio de venta: hacer la pieza más cara siempre es una opción, pero deberíamos tener en cuenta el impacto en cliente y si seguiremos siendo su proveedor o si debido a esta subida buscaría otro proveedor.
- Reducir los costes fijos: La mejor opción de las 3 propuestas, pero puede llegar a ser difícil de realizar.
- Buscar más clientes: La búsqueda de más clientes sería bastante complejo ya que es una palca muy específica realizada para un robot en concreto por lo tanto encontrar más clientes sería muy complejo.

Habiendo visto las 3 opciones presentes, yo optaría por realizar las dos primeras, aumentaría hasta 40.00€ el precio de venta lo que nos dejaría una producción mínima rentable de:

$$PMR = \frac{20000}{40.00 - 33.02} = 2865.33 \text{ unidades mensuales}$$

La cual es ya una buena cifra ya que los pedidos estarán 1100 unidades por encima. Aunque aumentando 2.1€ el precio de venta hayamos solucionado el problema, optaría también por reducir los costes fijos para así hacer aun mayores los beneficios.

## 4. PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

El pliego de condiciones tiene como finalidad establecer los requisitos técnicos, operativos y de calidad que deben ser cumplidos en todas las etapas del proceso de fabricación de circuitos electrónicos SMD, de acuerdo con las directrices y estándares establecidos por la IPC. Se incluirán especificaciones detalladas sobre los materiales, componentes, equipos, procesos y controles de calidad que deben ser implementados en la línea de producción.

El pliego de condiciones se aplicará tanto a los proveedores de materiales y componentes como a los equipos y operarios involucrados en el proceso de fabricación. Además, se establecerán indicadores de rendimiento y métricas de calidad que permitirán evaluar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la IPC y garantizar la conformidad de los circuitos electrónicos fabricados.

### 4.2. NORMAS, LEYES Y REGLAMENTOS

En el marco del presente pliego de condiciones, se establece la obligatoriedad de cumplir con las normas, leyes y reglamentos aplicables en el ámbito de la fabricación de circuitos electrónicos SMD. A continuación, se detallan las principales normativas que deben ser consideradas:

- Normas IPC: La International Electronics Association (IPC) es una organización reconocida a nivel mundial en la industria de la electrónica. Se deben cumplir las normas establecidas por la IPC, como la serie IPC-A-600, que establece los criterios de aceptabilidad para los circuitos impresos, y la IPC-A-610, que establece los estándares para la aceptabilidad de ensamblajes electrónicos.
- Normas de seguridad: Se deben cumplir todas las normativas de seguridad y prevención de riesgos laborales aplicables al entorno de trabajo, tanto a nivel nacional como local. Esto incluye normativas relacionadas con el uso seguro de equipos, manipulación de sustancias químicas, gestión de residuos, protección contra incendios, entre otras.



- **Legislación ambiental:** Se deben cumplir todas las leyes y regulaciones ambientales vigentes en la ubicación geográfica de la empresa. Esto implica la correcta gestión de residuos, el control de emisiones, el uso eficiente de los recursos naturales y el cumplimiento de los estándares de sostenibilidad ambiental.
- **Legislación laboral:** Se deben cumplir las leyes laborales aplicables, incluyendo las relacionadas con las condiciones de trabajo, los contratos laborales, la salud y seguridad en el trabajo, los derechos de los trabajadores y la igualdad de oportunidades.
- **Normas de calidad:** Se deben aplicar las normas y estándares de calidad reconocidos internacionalmente, como ISO 9001, para asegurar la excelencia en los procesos de fabricación y la satisfacción del cliente.

Es responsabilidad de la empresa mantenerse actualizada sobre las normativas, leyes y reglamentos pertinentes, y asegurar su cumplimiento en todas las actividades relacionadas con la fabricación de circuitos electrónicos SMD. Además, se deben establecer los mecanismos de seguimiento y control para verificar el cumplimiento de estas normas, así como para identificar y corregir posibles desviaciones o incumplimientos.

Cualquier cambio en las normativas, leyes y reglamentos aplicables debe ser evaluado y adoptado por la empresa, y se deben implementar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento continuo de las nuevas regulaciones. El incumplimiento de las normativas establecidas puede tener consecuencias legales, financieras y reputacionales para la empresa, por lo que es de vital importancia su estricto cumplimiento.





## Relación de documentos

<input type="checkbox"/> Memoria	75	páginas
<input checked="" type="checkbox"/> Anexos	59	páginas

La Almunia, a 03 de 06 de 2023

Firmado: Mario Cabañero López