



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Pabellón de Arteaga**

**TEC**

### **NOMBRE DEL PROYECTO:**

Estudio del proceso de soldadura, de la línea de producción de ext2, correspondiente al área eléctrica automotriz, de la compañía sensata Technologies

**SUSTENTANTE:** MIGUEL ALFONSO MACIAS ELIAS

**CARRERA:** GESTION EMPRESARIAL

**NO. CONTROL:** A141050297

**EMPRESA:** Sensata Technologies de México, S. DE R.L. DE C.V.

**ASESOR INTERNO:**

Ing. Oscar Solis Nájera

**ASESOR EXTERNO:**

ing. Eduardo Delgado Roque



**PABELLÓN DE ARTEAGA, AGUASCALIENTES, NOVIEMBRE DE 2018**

Estudio del proceso de soldadura, de la línea de producción de ext2, correspondiente al área eléctrica automotriz, de la compañía Sensata Technologies.

*“La gota cava la piedra, no por su fuerza, sino por su constancia”*

*(Ovidio)*

Agradezco al Tecnológico de Pabellón de Arteaga por haber permitido ver un sueño hecho realidad. Sin ustedes nos habría concluido este proyecto. Su flexibilidad y apoyo constante fueron pilares fundamentales para terminar una etapa más de mi vida. Gracias querido Director y maestros todos por voltear a ver a la clase trabajadora que quiere superarse. Les comparto que a través de ustedes he logrado ya posicionarme en un importante puesto aquí en mi empresa (Sensata Technologies) como Ingeniero de Calidad con Cliente; sin su apoyo no lo habría logrado.

*A todos ustedes mi admiración y respeto.*

Sensata Technologies es una empresa con una plataforma económica que embarca a todo el mundo sus productos y servicios. Sus ventas y el manejo de servicios son certificados a través de sus normas internacionales. Sus dispositivos están aplicados en las áreas automotrices, aéreas, de cargas, de tanques de guerra, aire acondicionado, refrigeración, áreas industriales, etcétera.

El siguiente proyecto de residencias que a continuación tengo a bien presentar, será realizado en la unidad de negocios AEP basado en la detección de un problema recurrente en la resistencia alta o baja del producto de la línea de extensión 2.

Sensata, nacida en 1916 como proveedora para la industria de la joyería, es actualmente uno de los principales fabricantes de sensores y protección eléctrica del mundo. Sensata Technologies se encuentra presente en México, en los estados de Aguascalientes, Mexicali y Matamoros.

En el mundo, se encuentra en los países de Brasil, Estados Unidos (Arizona, Indiana, Maryland, Massachusetts, Minnesota, Tennessee, Virginia, Washington), China, India, Japón, Corea, Malasia, Bélgica, Bulgaria, Inglaterra, Francia, Alemania, Holanda, Irlanda del Norte, Polonia



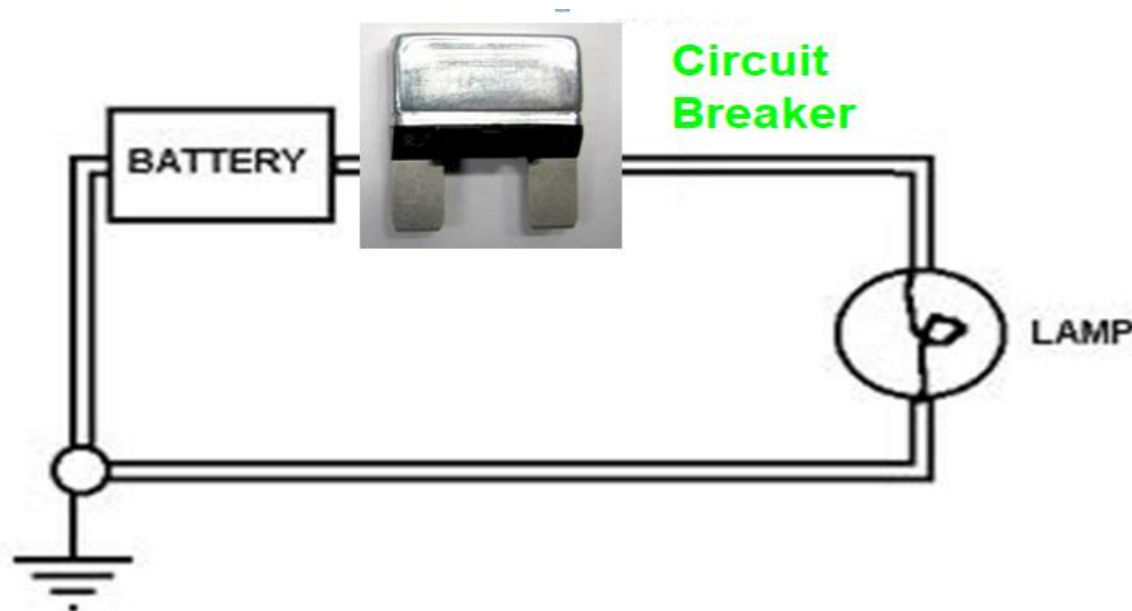
## Descripción del Fenómeno:

Resistencia fuera de especificación -Extensión 2-

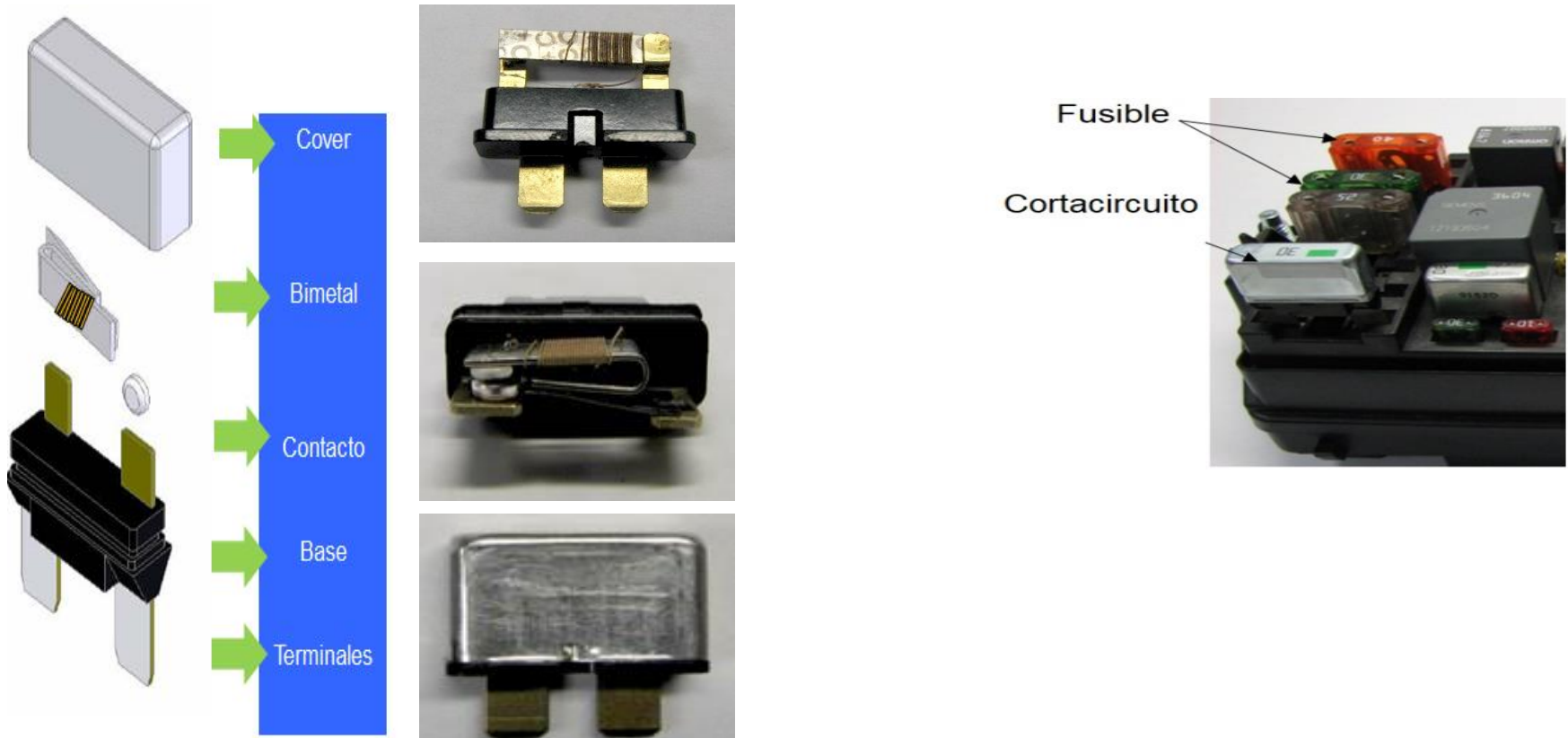
- El incremento de eventos funcionales internos ha detonado un foco rojo en pérdidas de utilidad, re trabajos y baja producción.
- El factor detectado, a través del proceso y sus registros, es la resistencia que el dispositivo lleva para evitar cambios o picos eléctricos que posteriormente dañen el producto final ya en aplicación con cliente.
- La resistencia está contribuyendo con un 79% a los rechazos internos detectados en la estación de prueba funcional, conocida como Test kit.

Un circuito es un interruptor diseñado para proteger un circuito eléctrico del daño causado por una sobrecarga o un cortocircuito. componentes de seguridad esencial en cualquier sistema eléctrico, instalados en una gran variedad de usos automotrices, aeronáuticos, camiones de carga, aviones o incluso para los electrodomésticos de cualquier hogar.

La aplicación de un cortocircuito se muestra de manera sencilla en la siguiente imagen



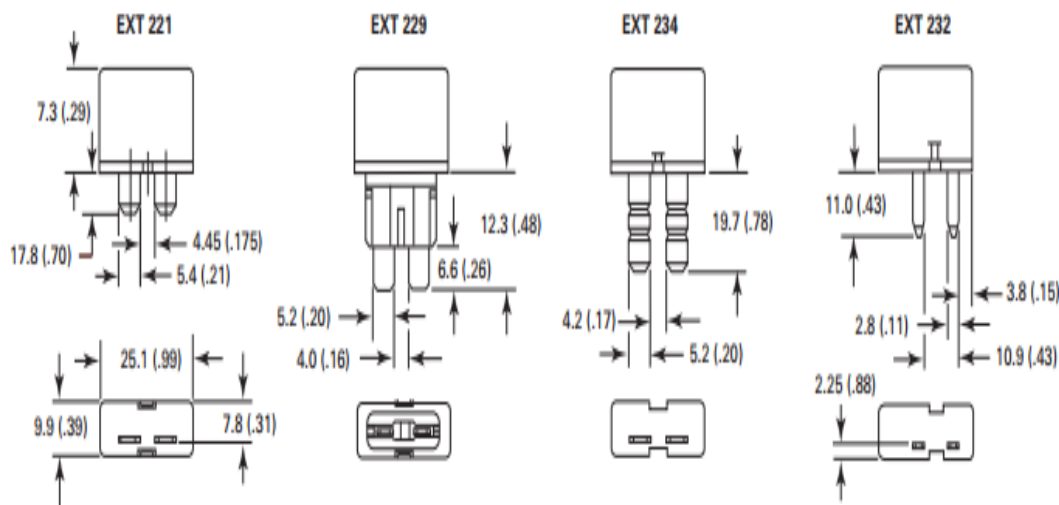
El producto de la línea extensión 2 hace referencia a un montaje externo en un bloque de fusibles o BEC (Bussed electrical center) se diseñaron para la protección del arnés de cableado de corriente continua de 12 voltios.



- Los componentes principales son de los cortacircuitos de esta línea son Cover, Bimetal, contacto, base y terminales

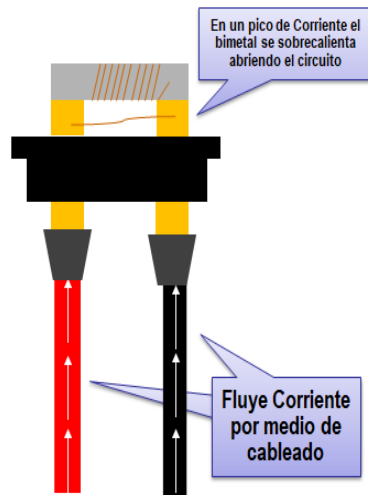


- Voltaje de funcionamiento nominal: 12 voltios corriente directa.
- Caída de tensión típica en la corriente de funcionamiento: 200 mV máx.
- Clasificación actual: 5 a 35 amperes a 25°C (en incrementos de 5 amperes)
- Rango de temperatura ambiente típico: -40°C a 85°C

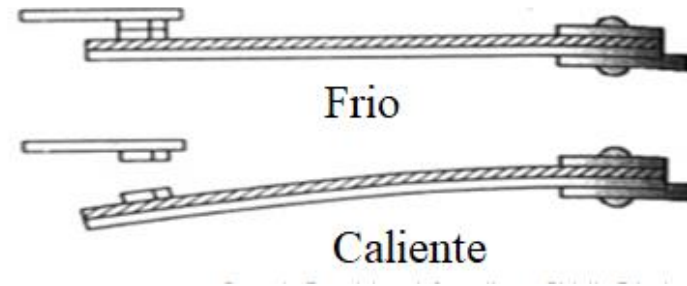


- Este dispositivo bimetálico es sensible a las condiciones de falla tanto de sobre corriente como de sobre temperatura

Los cortacircuitos una vez instalados en el automóvil o camión, actúan contra picos de corriente que sobrepasen la capacidad del diseño del producto en un lapso de tiempo, cuando esto sucede el bimetetal se calienta y abre. una vez que el bimetetal se enfría, este vuelve a su posición original generando de nuevo un flujo de corriente entre contacto y bimetetal.



## FUNCIÓN DEL BIMETAL



El embobinado del bimetetal hace que la corriente siga fluyendo por medio del cableado, evitando cerrar el circuito,

Los cortacircuitos tienen tres modos de falla:

- ❖ High Trip Time: Dispositivo que abre funcionalmente en un tiempo alto de los límites de especificación establecido.
- ❖ Low Trip Time: Dispositivo que abre funcionalmente en un tiempo bajo de los límites de especificación establecido.
- ❖ Heater Wire : Dispositivo con problemas de hilo suelto, poco hilo, mucho hilo, que parte del problema de embobinado.

Principal problema en nuestros rechazos internos

Por evento	Total	%
Resistencia	53	79%
High Trip	7	90%
Low Trip	4	96%
Cosmetico	3	100%
	67	100%

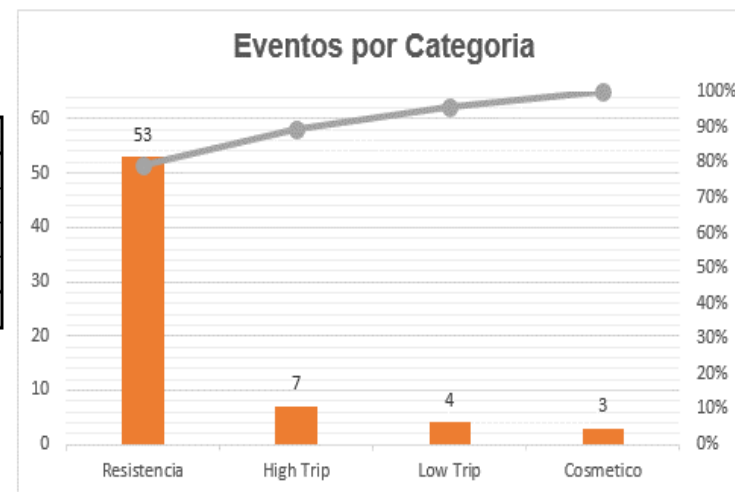


Gráfico que nos muestra la cantidad de defectos por categoría y su porcentaje de los resultados de lo que va del Año 2018.

# DIAGRAMA DE FLUJO

Entrada de material → Soldadura de Contacto → Soldadura de Bimetal y calibración → Cover → Ager y Ensamble de Cover → 100% Prueba Funcional → Remache y Código de Fecha → Inspección Visual y Empaque  
Liberación De Calidad)

Sensata Technologies			DIAGRAMA DE FLUJO / FLOW DIAGRAM								
Supplier/Plant: Sensata Technologies, Aguascalientes, Mexico			Supplier Code: N/A			Other Approval/Date (if Req'd.): N/A					
Flow Diagram Number: FD EXT 0200			Key Contact/Phone: Eduardo Delgado, +52 (449) 910-5500 x 5701			Date (Orig.): junio 10, 2016		Date (Curr.A enero 16, 2017			
ITEM	SYMBOL (Filled = apply to this operation)	OP. CODE	OPERATION DESCRIPTION	Class	100% INSP (Y/N)	SPC (Y/N)	RAW MATERIAL ENTRY POINT	MACHINE	AUTO / MANUAL	EM PROOF.	# OF OPER. PER MACHINE
1		B0700	Incoming Inspection at ST México Component Warehouse. Verify that no damage has occurred to components in boxes damaged during material transportation. Perform inspection according to the Incoming Quality Plans		N	N	Applicable if Incoming quality plan exist.	N/A	N/A		N/A
2		B0500	Receiving inspection at the EXT Buffer Verify that the components were inspected at Incoming Inspection and at the Receiving Dock. Quarantine the discrepant and or suspect material Note: Discs are received directly from 15HM disc assembly line		N	N	Base: 1000748, 1000747, 1000745, 1008876, 1006740, 1005414, 1005469, 1005966, 1008373, 1008795 Contact: 1003923, 1003961 Cover: 106468, 106474 and Bimetal Assembly	N/A	N/A		N/A
3		MFG EXT 0200	Weld Contact	FF	N	Y	Base 10007XX / 1008XXX / 1005XXX / 1007660 / 1006740 Contact 1003923 / 1003961	Welder Machine #1 / #2	Semi-Auto	N/A	2
4		MFG EXT 0300	Weld bimetal subassembly to base assembly. And Auto calibration	FF	N	Y	Base and bimetal Assembly	Bimetal Welder #9 / #10 Auto Calibrator #3 / #4	Semi-Auto	N/A	2
5		MFG EXT 0400	Emboss cover (if required)		N	N	Cover 106XXX	Embossor #1	Manual	N/A	1
6		MFG EXT 0500	Color code cover top (if required)		N	N	N/A	Hand roller #1	Manual	N/A	1
7		MFG EXT 0600	Etch color code (if required)		N	N	N/A	OCR #1	Manual	N/A	1
8		MFG EXT 0650	Oven cure cover ink (if required)		N	N	N/A	Oven #1 / Oven #2 (if required)	Manual	N/A	1
9		MFG EXT 0900	100% Electrical Test	FF	N	N	N/A	Test Kit #1 / #2	Semi-auto		2
10		MFG EXT 1000	Crimp cover and Pin Embosser	FF	Y	Y	N/A	Crimper and Pin Embosser #1	Semi-auto		1
11		MFG EXT 1100	Print color block and OCR current rating (if required)	FF	N	N	N/A	OCR #1	Manual	N/A	1
12		MFG EXT 1200	Apply clear matte label (if required)	FF	N	N	N/A	Label Machine #1	Manual	N/A	1
13		MFG EXT 1300	Visual and Pack		Y	N	N/A	Pack Station #1	Manual	N/A	1
14		MFG EXT 1400	Final Quality		N	N	N/A	Test Kit QC #1	Semi-Auto		1

## Ranura y Muesca/Soldadura de Contacto

## Soldadura de Bimetal y Autocalibración/Cover

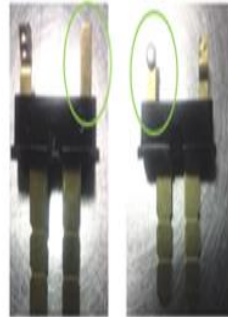
Ranura y Muesca MFG EXT 0100



Si el modelo lo requiere se ranura y muesquean las terminales  
Nota la base phenolica ya se recibe ensamblada



Soldadura de Contacto MFG EXT 0200



Se solda el contacto en la base phenolica

Soldadura de Bimetal y Autocalibración MFG EXT 0300



Se solda el bimetel ala base phenolica y se realiza la calibración

Estampado a cover MFG EXT 0400



En proceso paralelo de estampa el cover en este modelo  
Se muestra el Amperaje y el Voltaje

No riesgo

No riesgo.

Juicio: OK

Juicio: OK

## Pintura Superior/Sello Superior

## Curado de Horno

Pintura superior al cover MFG EXT 0500



Equipo

En proceso paralelo se coloca pintura al cover en la parte Superior si el modelo lo requiere

Sello superior en cover MFG EXT 0600



En proceso paralelo se coloca pintura al cover en la parte superior si el modelo lo requiere ( Identificación en dot y amperaje de uso con pintura )

Curado en horno MFG EXT 0650



En proceso paralelo  
Se adhiere la pintura

Curado en horno MFG EXT 0650



Equipo

En proceso paralelo como parte del Inician un proceso de secado despu

No riesgo.

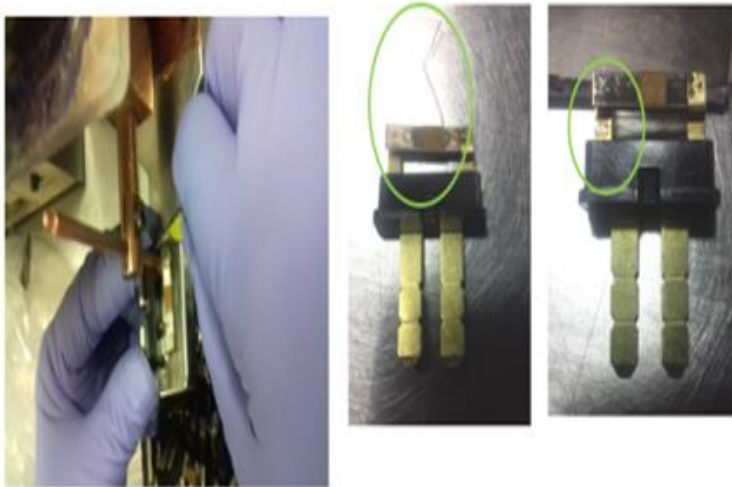
No riesgo.

Juicio: OK

Juicio: OK

## Soldadura de Hilo

Soldadura de Hilo MFG EXT 0700



Equipo

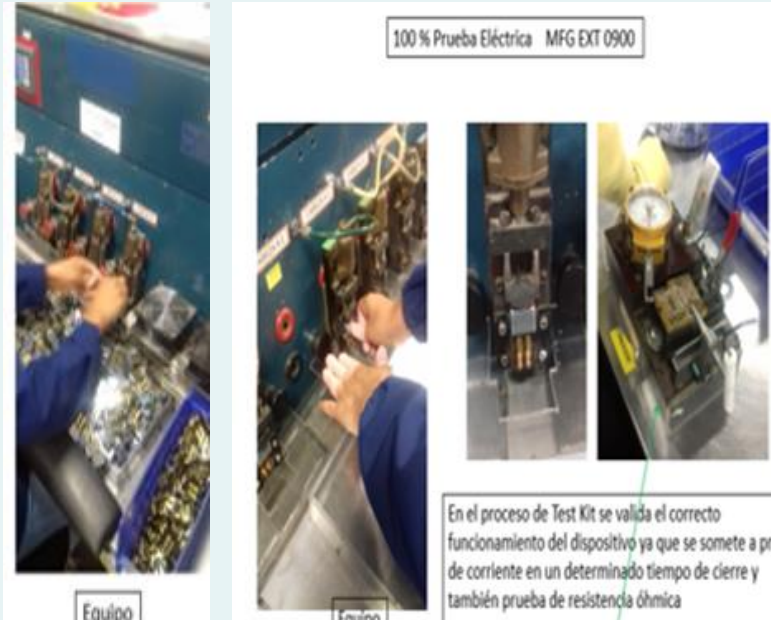
Se solda el hilo del bimetel embobinado ala terminal de la base phenolica

Hay un riesgo en la operacion debido que es aqui donde se coloca la Resistencia.

Juicio: OK

## Colocación de Cover/100%Prueba eléctrica

100 % Prueba Eléctrica MFG EXT 0900



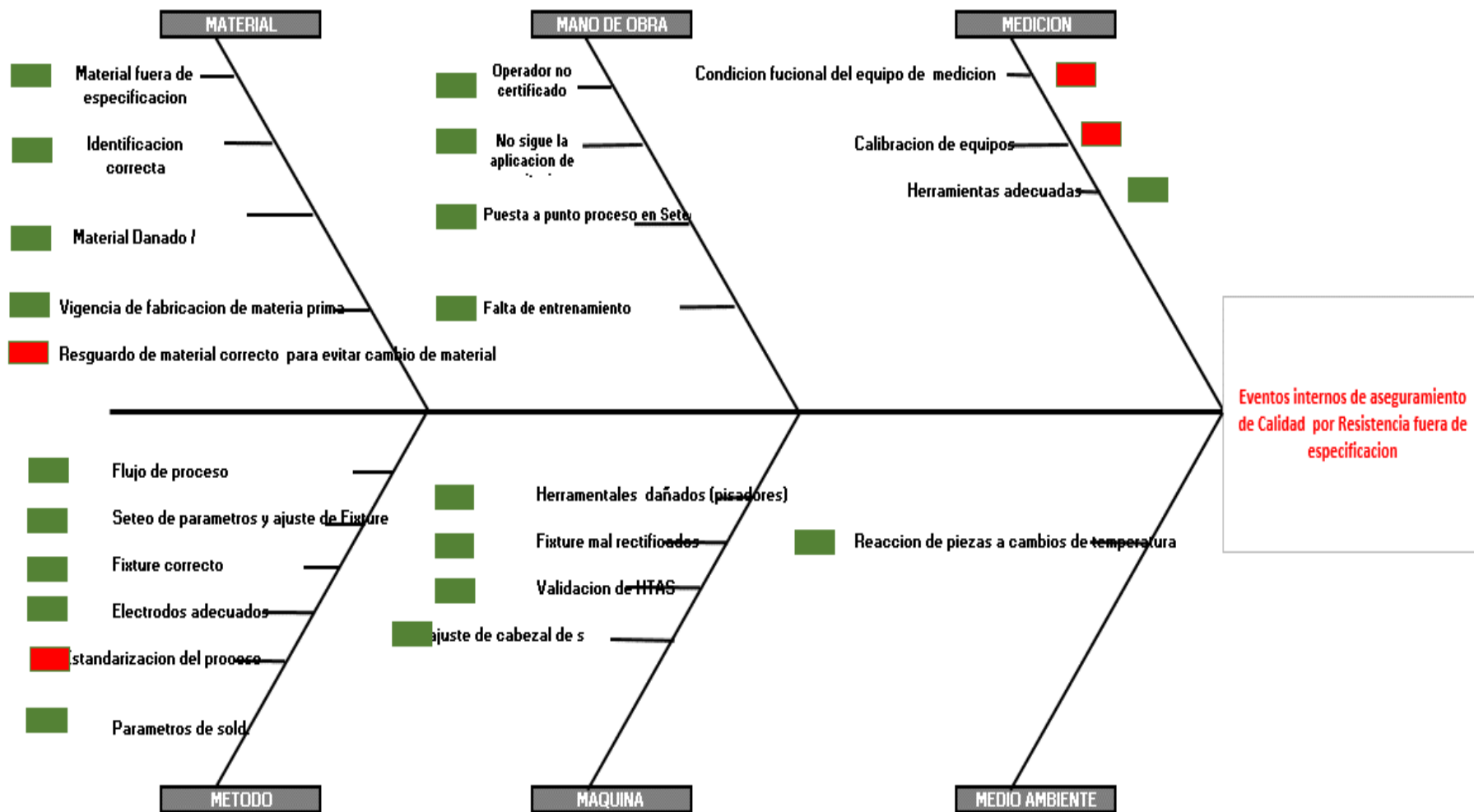
Equipo

Equipo

En el proceso de Test Kit se valida el correcto funcionamiento del dispositivo ya que se somete a prueba de corriente en un determinado tiempo de cierre y también prueba de resistencia óhmica

Retrabajo de piezas en caso de ser necesario

Juicio: OK

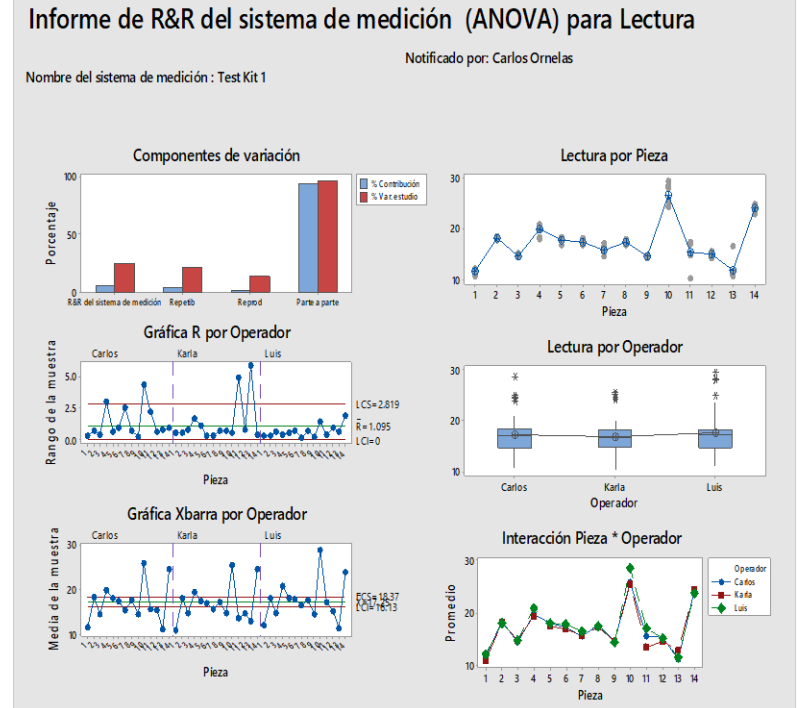


- El Diagrama de pescado fue realizado con la finalidad de detectar diferentes factores relacionados con el problema de Resistencia.



## 1. R&R de equipo funcional (Test kit)

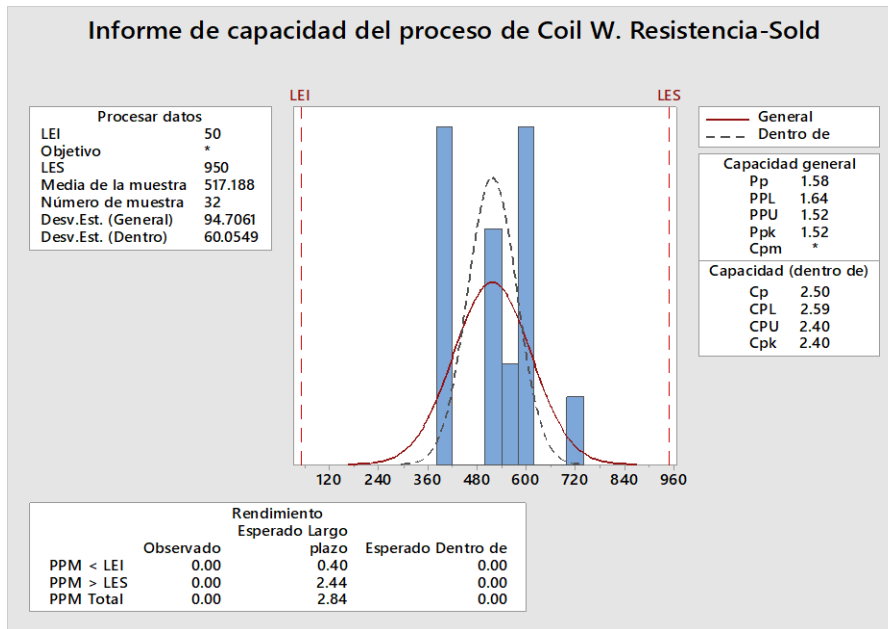
Test Kit 1										
Pieza	Valor inicial TK	Karla			Carlos			Luis		
		1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
1	12.2	11.1	11.3	10.8	11.6	11.9	11.6	12.3	12	12.1
2	18.3	18.1	18.5	18	18	18.5	18.7	18.2	18.1	17.9
3	15.5	14.9	15.2	14.4	14.4	14.8	14.4	14.4	14.9	15
4	21	18.4	19.9	20	18	20.5	21	20.8	21.1	20.7
5	17.8	16.8	17.9	17.7	17.8	18.2	18.4	18.4	18	17.9
6	18.7	16.8	17.1	17	17.1	17.1	18	17.6	17.9	18.3
7	16.2	15.9	15.8	15.6	14.7	14.7	17.2	16.6	16.6	16.5
8	17.1	17.6	17.2	16.9	17.4	18.1	17.5	17.8	17.1	17.8
9	14	14.9	14.9	14.2	14.7	14.7	14.5	14.6	14.4	14.5
10	25	25.2	25.7	25.6	24.5	24.6	28.8	28.2	29.6	28.3
11	15.9	15.2	15.2	10.3	14.9	15	17.1	17.2	17.4	17
12	13.7	15.1	14.6	14.3	15.4	15.6	15	14.7	15.1	15.6
13	11.3	11.2	10.9	16.7	10.8	11.3	11.6	11.2	11.8	11.6
14	23.6	24.6	24.7	24.3	24.4	25	24.1	23.6	23.1	25



El sistema de medición Anova para el estudio R&R indica que el número de categorías distintas es igual a 5 y el porcentaje de variación del estudio es menor al 30% por lo que se concluye que el sistema de medición es aceptable.

## 2. Estudio de Capacidad (CPK) PROCESO DE EMBOBINADO

Operación Coil Wilder. Resistencia-Sold										
500	400	500	500	400	500	600	400	600	400	700
550	500	400	600	400	600	550	400	600	500	400
550	600	400	500	600	600	600	400	700	600	



De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de resistencia se puede observar que el proceso tiene la habilidad o capacidad de procesar unidades dentro de control pues el resultado fue con un valor CPK de 2.40,

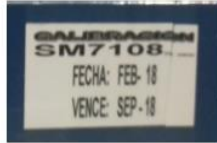


## 3. Pull Test

Pull Test		
Pieza	Peso muerto (Gr )	Sin probar en peso muerto (Gr)
1	220	200
2	200	240
3	240	180
4	180	160
5	220	180
6	200	200
7	160	200
8	240	180
9	200	240
10	180	220
11	140	180
12	160	220
13	200	180
14	200	200
15	180	220
16	100	180
17	200	160
18	180	200
19	160	220
20	160	220
21	200	180
22	160	200
23	200	140
24	160	160
25	180	200
26	160	180
27	180	180
28	180	220
29	200	140
30	160	200
31	220	180
32	180	200
33	240	200
34	160	160
35	180	220

Acorde a la prueba de hipótesis para medias después del análisis de los datos se encontró que la variación entre las mediciones para cada muestra no es estadísticamente diferentes. se descarta la posibilidad de que la prueba “Pull Test” sea una causante de los problemas de resistencia.

## 4. Resultados de Calibración



Comparto Status del equipo SM7108

Cal-date	Cal-Time	FoundLeft	Int	Pass	Due-Date
2/14/2018	15:52:40	FOUND-LEFT	7	Y	9/1/2018

Procedure-name: C1300      C-Tech: SOB/JCD

Calibration Condition Notes: PROGRAMADA

Temperature(°C)      Humidity

Comments

LABORATORIO DE CALIBRACION										
BITACORA DE CALIBRACION								FOLIO N/A		
Numero de control		SM7108		Description		TEST KIT				
Temperatura		-		Fecha y hora		14-Feb-18 15:52:40				
Humedad		-		Tiempo de calibracion		45mins				
Patrones:										
Numero de control		MS063		MS258		SM0516				
Descripcion		DC CURRENT SHUNT 300AMP		OSCILSCOPIO		MULTIMETRO				
Vence		9/1/2018		9/1/2018		9/1/2018				
MULTIMETRO      DISPLAY MAGNIFICA										
Item	Referencia	Unidad de Medicion	1 Lectura	2 Lectura	3 Lectura	Tolerancia ±	Promedio	Limite Sup	Limite Inf	Pass/No Pass
CABEZAL #1										
1	30	mVolts	5.030			1	5.03	6.027	4.027	PASA
2	30	mVolts	30.08			1	30.08	31.04	29.04	PASA
3	40	mVolts	40.02			1	40.02	41.01	39.01	PASA
4	50	mVolts	50.26			1	50.26	51.28	49.28	PASA
5	60	mVolts	60.18			1	60.18	61.05	59.05	PASA
6	75	mVolts	75.15			1	75.15	76.5	74.5	PASA
OSCILSCOPIO										
	10.5	seg	10.7			0.5	10.7	11	10	PASA
CABEZAL #2										
1	30	mVolts	5.029			1	5.029	6.029	4.029	PASA
2	30	mVolts	30.096			1	30.08	31.096	29.096	PASA
3	40	mVolts	40.014			1	40.02	41.014	39.014	PASA
4	50	mVolts	50.128			1	50.26	51.128	49.128	PASA
5	60	mVolts	60.6			1	60.18	61.6	59.6	PASA
6	75	mVolts	75.15			1	75.15	76.1	74.1	PASA
OSCILSCOPIO										
	10.7	seg	10.9			0.5	10.9	11.2	10.2	PASA
CABEZAL #3										
1	30	mVolts	5.028			1	5.03	6.028	4.028	PASA
2	30	mVolts	30.42			1	30.08	31.42	29.42	PASA
3	40	mVolts	40.018			1	40.02	41.018	39.018	PASA
4	50	mVolts	50.123			1	50.26	51.123	49.123	PASA
5	60	mVolts	60.69			1	60.18	61.69	59.69	PASA
6	75	mVolts	75.15			1	75.15	76.69	74.69	PASA
OSCILSCOPIO										
	10.5	seg	10.5			0.5	10.5	11	10	PASA
CABEZAL #4										
1	30	mVolts	5.031			1	5.03	6.031	4.031	PASA
2	30	mVolts	30.093			1	30.08	31.093	29.093	PASA
3	40	mVolts	40.02			1	40.02	41.011	39.011	PASA
4	50	mVolts	50.13			1	50.26	51.13	49.13	PASA
5	60	mVolts	60.04			1	60.18	61.04	59.04	PASA
6	75	mVolts	75.1			1	75.15	76.1	74.1	PASA
OSCILSCOPIO										
	10.7	seg	10.6			0.5	10.6	11.2	10.2	PASA
CABEZAL #5										
1	30	mVolts	5.029			1	5.03	6.029	4.029	PASA
2	30	mVolts	30.091			1	30.08	31.091	29.091	PASA
3	40	mVolts	40.011			1	40.02	41.011	39.011	PASA
4	50	mVolts	50.28			1	50.26	51.28	49.28	PASA
5	60	mVolts	60.03			1	60.18	61.03	59.03	PASA
6	75	mVolts	75.1			1	75.15	76.1	74.1	PASA
OSCILSCOPIO										
	10.7	seg	10.5			0.5	10.5	11.2	10.2	PASA
CABEZAL #6										
1	30	mVolts	5.033			1	5.03	6.033	4.033	PASA
2	30	mVolts	30.08			1	30.08	31.08	29.08	PASA
3	40	mVolts	40.012			1	40.02	41.012	39.012	PASA
4	50	mVolts	50.131			1	50.26	51.131	49.131	PASA
5	60	mVolts	60.03			1	60.18	61.03	59.03	PASA
6	75	mVolts	75.1			1	75.15	76.1	74.1	PASA
OSCILSCOPIO										
	10.9	seg	10.7			0.5	10.7	11.4	10.4	PASA

Marque lo actualizado      Metrack       Cal-Record       Viñeta

SCR/JCO      Realizo

Notas

JUAN CARLOS ESTRADA  
Supervisor de Laboratorio

De acuerdo a datos de calibración el equipo se encuentra dentro de los límites de control de acuerdo a lo establecido en proceso.

## 5. Entrada y Salida del Proceso

		Sensata Technologies Instrucción de trabajo	
LINEA	COIL WINDER	FECHA:	08/SEP/2016
NOMBRE DE LA OPERACION	ENSAMBLE COIL WINDER 1	REVISION:	E
NUMERO DE LA OPERACION	MFG CW1 0100	FECHA:	06/ABR/18
No. DE MAQUINA	CW1	PZAS / HR	
CENTRO DE COSTOS	43158	HOJA 13 DE 27	

Anexo #8  
CAMBIO DE PARAMETROS DE VUELTAS DE EMOBINADO

	OPRIMA LA OPCION F1 SELECCIONE EL No. DE VUELTAS (AUMENTAR O DISMINUIR) QUE NECESITA PARA EL MODELO A PROCESAR. Ver TABLA VUELTAS POR MODELO		EN LA PANTALLA APARECERA LA CANTIDAD DE VUELTAS CON LA QUE SE QUEDO EN EL ULTIMO MODELO
	UNA VEZ MODIFICADO EL No. DE VUELTAS PARA EL MODELO OPRIMA EL BOTON ENTER PARA QUE QUEDE REGISTRADO EL CAMBIO. Ver TABLA VUELTAS POR MODELO		OPRIMA LA OPCION F3 SELECCIONE LA CANTIDAD DE REVOLUCIONES CON LA QUE SE VA A EMOBINAR EL HILO
	EN LA PANTALLA APARECERA LA CANTIDAD DE REVOLUCIONES CON LA QUE SE QUEDO EN EL ULTIMO MODELO. Ver TABLA VUELTAS POR MODELO		UNA VEZ MODIFICADO EL No. DE REVOLUCIONES PARA EL MODELO OPRIMA EL BOTON ENTER PARA QUE QUEDE REGISTRADO EL CAMBIO



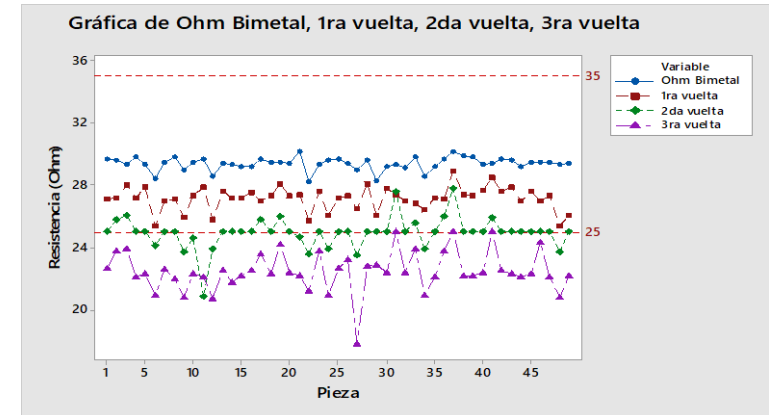
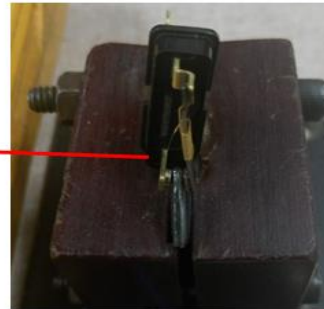
Proceso de soldadura de Hilo en base , esta documentado dar 2 o 3 puntos de soldadura por pieza

Es detectado en auditoria que una, dos o hasta tres vueltas de hilo del embobinado, para con ello hacer el proceso de la mejor manera.

Se realizan mediciones de resistencia (Ohm) de 50 piezas una vez que fueron soldadas sin eliminar vueltas de hilo del embobinado, así como las mediciones de las mismas piezas quitando una, dos y tres vueltas de hilo. La resistencia aceptada por el cliente va de 25 Ohms a 35 Ohms y actualmente se trabaja con una resistencia de 29 Ohms.

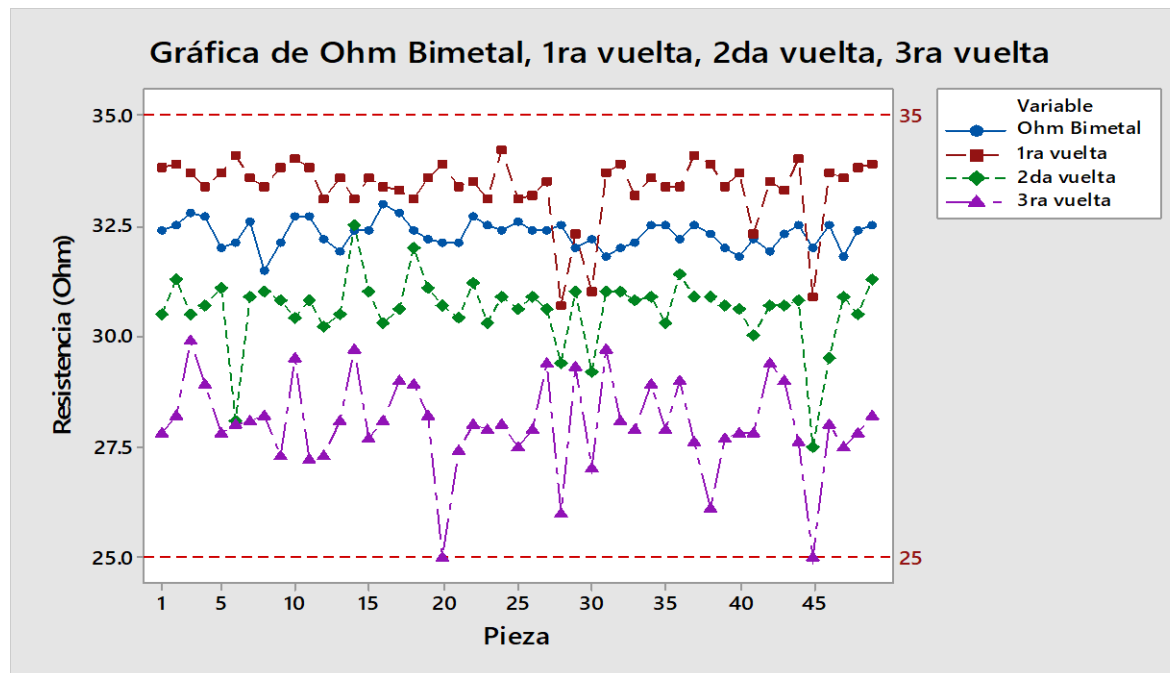


Verificar medición correcta en Ohm  $\Omega$  y viñeta de calibración vigente



Como resultado de este análisis se concluyó que la mayor parte de las piezas a las que se les remueven dos o más vueltas de hilo quedan fuera de los parámetros establecidos por cliente por lo que trabajar con 29 Ohms de resistencia no es suficiente.

A partir de los análisis hechos se decidió aumentar la resistencia del embobinado agregando más vueltas al embobinado y trabajar con una resistencia de 32 Ohm en lugar de 29 Ohm, a partir de estos datos se realizó la misma prueba realizada a las piezas de 29 Ohm para piezas con 32 Ohms



Después de trabajar con piezas de 32 Ohm de resistencia, se obtuvieron 0 piezas fuera de especificación, solo dos piezas en los límites del cliente.

Esta monitoria propuesta para que se agregue en los documentos de control es que se documente que la actual resistencia sea de 32 Ohm en lugar de 29 Ohms

ITEM	REQUERIMIENTOS DE CALIDAD	DISPOSICION DE FALLA / PLAN DE REACCION
1	La resistencia óhmica deberá de estar entre el parámetro de 25-35 ohm, caso contrario segregar como scrap.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Detenga la operación y verifica bimetálico dentro de parámetro óhmico y/o rechazar material a buffer.</li><li>• Realiza nuevamente la monitoria después de ajustes al equipo, si el problema continua notifique al personal de ingeniería en turno</li><li>• Segregar material desde el último punto de inspección, colocar tarjeta de material no conformante y llevar a rack de MRB</li></ul>

Se concluye que trabajar con 32 Ohm nos asegura la calidad del producto casi en un 100%





TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



Gracias

