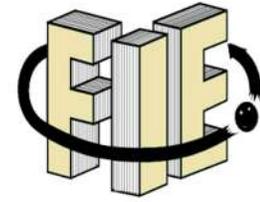




**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



---

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Reporte de Experiencia Laboral. “ANÁLISIS DE CALIDAD, CONFIABILIDAD Y DURABILIDAD DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS PARA NUEVOS PROYECTOS”, que presenta:**

**Luis Eugenio Zinzún Chagolla**

**Para obtener el Título de:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Asesor de Tesis**

**Ingeniero Electricista**

**Ignacio Franco Torres**

**Morelia, Michoacán Mayo del 2015**

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a dios y a mis padres por darme la oportunidad de seguir una vida que me ha convertido en un hombre de bien.*

*A mi Madre y mi Padre que me brindan todo su respaldo, alentándome siempre para seguir el camino de la pasión de mi vida, la electrónica, toda esa paciencia que tuvieron con el niño de 8 años que destapaba todo equipo electrónico para saber cómo funcionaba, aún y sabiendo que ese aparato nunca volvería a funcionar... Solo puedo decir gracias Pa, que dios te bendiga.*

*A mi esposa Veronica, pilar e impulso para seguir adelante, quien me ha seguido en el camino del desarrollo profesional con las dificultades del camino. Y por esos dos hermosos hijos que me ha dado, Impulso para seguir luchando cuando me siento derrotado.*

*Maestros amigos míos que me dieron su conocimiento, grandes herramientas que valoro , ya que me permiten demostrar al mundo la capacidad de las Gran Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo y su gente. Cuna de Héroes, Crisol de Pensadores., “pis-pas, pis-pas, calis calás, calis calás, shhh ¡pummm! ¡San Nicolás!”*

*Por último pero no menos importante a todos mis amigos y familiares que me han apoyado a lo largo de la vida para lograr mí sueño, ser un Ingeniero en Electrónica.*

*De corazón, Gracias.*

## DEDICATORIA

*A mi esposa Verónica y mis hijos Enrique y Ximena.*

# CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>II</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>PALABAS CLAVE</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>KEYWORDS</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>0</b>
1.1 MOTIVO DE REPORTE. ....	0
1.2 ANTECEDENTES. ....	0
1.3 CALIDAD .....	1
1.3.1 Costo .....	1
<b>CAPÍTULO 2 CALIDAD ELECTRÓNICA</b> .....	<b>3</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.1 Segunda Guerra Mundial.....	3
2.1.2 Época de la Posguerra .....	4
2.2 CONFIABILIDAD.....	5
2.2.1 Probabilidad.....	5
2.2.2 Tiempo .....	6
2.2.3 Desempeño .....	6
2.2.4 Condiciones de Operación.....	6
2.3 CONFIABILIDAD DE CORTO PLAZO .....	7
2.3.1 Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits (IPC).....	10
2.4 CONFIABILIDAD DE LARGO PLAZO.....	11
2.4.1 Cámara de vida Acelerada, Accelerated Life Time chamber (ALT).....	12
2.4.2 Cámara Halt.....	14
2.4.3 Programa De Prueba. ....	16
2.4.4 Fuente De Alimentación.....	17
2.4.5 Humedad .....	17
<b>CAPÍTULO 3 SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO</b> .....	<b>18</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	18
3.2 VELOCIDAD DEL SISTEMA:.....	18
3.2.1 Un Ejemplo de Alta Velocidad y Mixta.....	20
3.2.2 Un Ejemplo De Baja Velocidad Y Mixta. ....	21
3.2.3 Ejemplo De Control Por Estado De Un Sistema De Refrigeración. ....	22
<b>CAPÍTULO 4 SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD</b> .....	<b>24</b>

4.1	INTRODUCCIÓN.....	24
4.2	SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	25
4.2.1	<i>Inspección Recibo. (PMQES)</i> .....	25
4.2.2	<i>Plan Capacitación Operadores</i> .....	25
4.2.3	<i>Parámetros de Herramientales y Equipos de Ensamble</i> .....	25
4.2.4	<i>Plan de Liberación de Estaciones Críticas</i> .....	26
4.2.5	<i>Monitoreo de Estaciones Críticas</i> .....	26
4.2.6	<i>Sistema de Alertas Tempranas</i> .....	26
4.2.7	<i>Auditoría al final de Línea de Producción (ALFI)</i> .....	26
4.2.8	<i>Tablero de Calidad de Línea</i> .....	26
4.2.9	<i>Ajuste de parámetros de equipos de pruebas PQA</i> .....	26
4.2.10	<i>Retroalimentación de resultados</i> .....	26
4.3	SISTEMA DE CONTROL DE ESD (ELECTRO STATIC DISCHARGE) Y MANEJO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS.....	27
4.3.1	<i>Introducción</i> .....	27
4.3.2	<i>La descarga electrostática</i> .....	27
4.3.3	<i>Tipos de daño</i> .....	28
4.3.3.1	<i>Fallas Severas</i> .....	28
4.3.3.2	<i>Fallas Suaves</i> .....	29
4.3.4	<i>Dispositivos de Aterrizado de Estaciones de trabajo</i> .....	29
4.3.5	<i>Dispositivos de aterrizado (Descarga) para Operadores</i> .....	30
4.3.6	<i>Material De Trabajo Y Embalaje Protector De ESD En La Industria Electrónica</i> .....	31
4.3.6.1	<i>Características técnicas de cajas conductiva</i> .....	32
<b>CAPÍTULO 5 SEGURIDAD.....</b>		<b>33</b>
5.1	INTRODUCCIÓN.....	33
5.1.1	<i>Baja Seguridad</i> .....	33
5.1.2	<i>Alta Seguridad</i> .....	33
<b>CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES.....</b>		<b>35</b>
6.1	CONCLUSIONES PARA EL DISEÑO ELECTRÓNICO .....	35
6.2	OBSERVACIONES PARA EL DISEÑO ELECTRÓNICO.....	36
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>37</b>

## RESUMEN

*El presente Reporte es un manual el cual se explican los conceptos básicos de la calidad para el diseño de prototipos electrónico. Contempla los conceptos sobre los cuales se formula la calidad de un producto de tal manera que reduce los costos como producto de una mala calidad. Hoy en día todo producto debe ser competitivo en un mercado globalizado para poder lograr trascender tanto el producto como la empresa que lo elabora. Pongo a la disposición del lector las pruebas que puede hacer para validar su diseño con pruebas estándar de durabilidad con esfuerzos y fatigas tanto mecánicos como funcionales para en base a la estadística determinar el tiempo de vida estimado para el producto sin tener que esperar a que pasen los años para validar la confiabilidad.*

*Se informa cómo un plan de control puede llevar a emprendedor a realizar un producto de calidad. Finalmente da una recomendación al lector de cómo elegir el componente ideal para cubrir las necesidades del producto en base a grafica de estandarización de los requerimientos, con la cual se puede tomar la mejor decisión que cumpla con los requerimientos de cliente y que a su vez sea rentable para el negocio.*

## PALABAS CLAVE

CALIDAD, RENTABILIDAD, CONFIABILIDAD, COSTO, NORMALIZADO, FALLA

## ABSTRACT

The present document is a basic manual with the Quality basic concepts for new electronics designs prototypes. Complies the basic quality concepts required for a quality production in order to minimize cost of a bad quality product. For today every products must be competitive in a word wild market to go further in time such as the product and the company. Give's to the reader the standard reliability test to validate the design, with mechanical and functional strain and extreme conditions helped with statistical data, so user can determinate his product life time without waiting for years.

Advice how a control plan can give the new designer the opportunity to produce with quality. Finally guides the reader to choose the right components to cover design needs with standard requirements chart help. How to make the decision for the best components that satisfy with clients requirements an business profitability.

## KEYWORDS

Reliability, failure mode, Quality, Design, warranty, service, functional.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estragos Y Carencias De La Segunda Guerra Mundial .....	4
Figura 2 Gráfica De Dispersión Y Cálculo De Z Para Un Proceso. ....	5
Figura 3 Clasificación De La Falla En El Tiempo .....	8
Figura 4 Hazard Plot Y Grafica De Fallas. ....	9
Figura 5 Fisuras En Soldadura.....	10
Figura 6 Errores De Pegamento En Componente Smt.....	11
Figura 7 Puentes De Soldadura Y Corto Circuito. ....	11
Figura 8 Cámara Alt .....	12
Figura 9 Panel De Control.....	13
Figura 10 Turbinas Difusores De Aire .....	13
Figura 11 Monitores De La Presión Del Sistema Sellado .....	13
Figura 12 Sistema De Gas Refrigerante .....	14
Figura 13 Cámara De Enviromental, inc. [VIBRATION RESEARCH CORPORATION] .....	15
Figura 14 Cámara Halt .....	15
Figura 15 Válvula De Nitrógeno.....	15
Figura 16 Interior De Cámara Halt.....	16
Figura 17 Cámara De Expansión De Nitrógeno.....	16
Figura 18 Base Neumática Para La Vibración .....	16
Figura 19 Perfil De Prueba.....	17
Figura 20 Unidad De Control De Refrigerador.....	19
Figura 21 Evolución De Las Familias De Microcontroladores.....	19
Figura 22 Funciones De Microcontrolador Por Velocidad.....	19
Figura 23 Cajero Depositador Cima (CIMASPA., 2008).....	20
Figura 24 Interior Cajero Cima (CIMASPA., 2008) .....	21
Figura 25 Sistema De Control Por Imagen Virtual Paralela .....	21
Figura 26 Puntos De Comparación. (CIMASPA., 2008).....	21
Figura 27 Refrigerador SXS GE.....	22
Figura 28temperatura De Proliferación De Bacterias.....	23
Figura 29 Estados De Control Y Flujo De Aire Unidad Vertical (sxs) .....	23
Figura 30 Esquema De Control De Calidad Por Objetivos (EVANS & UNSAT, 1999).....	24
Figura 31 Esquema De Control De Calidad Retroalimentado [LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE LA CALIDAD] .....	25
Figura 32 Símbolo De Protección ESD .....	27
Figura 33 Daño Microscópico Por ESD .....	28
Figura 34 Efecto De Chispas Ocasionadas Por La Estática. (El Hindenburg Momentos Después De Comenzar A Arder) 28	28
Figura 35 Circuito Protector De ESD. (Instruments, 2014) .....	29
Figura 36 Aterrizado De Estación De Trabajo. ....	30
Figura 37 Equipos ESD Para El Personal. ....	31
Figura 38 Charolas De Transporte Y Embalaje.....	31
Figura 39 Lector Identificador De Billetes CIM .....	33
Figura 40 Pantalla De Prueba FCT, Cortesía De WKK Technologies.....	34
Figura 41 Grafica Estándar De Evaluación .....	36

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Conceptos de Calidad .....	1
Tabla 2 Plan de Control Proceso.....	25

# Glosario de Términos

6 SIGMA	Método de Análisis para la Calidad Estadística
AC	Acción Correctiva realizada en un proceso para mejorar falla encontrada en el producto final.
ACC	Energía de Corriente Alterna.
ALFI	Inspección Al Final de la Línea de Producción.
ALT	Accelerated Life Test (Prueba de vida acelerada)
AMEF	Análisis del Efecto del Modo de Falla
ANCE	Asociación Nacional de Certificación y Evaluación.
ANSI	Asociación de Normas y Estándar Internacional.
ASQ	American Society for Quality
BOM	Bill Of Materials, (componentes de un ensamble electrónico)
CD	Corriente Directa
CMI	Call for Month Installed (Llamadas por unidades Instaladas en el Mes)
CTP	Critical To Process , (Crítico Para el Proceso)
CTQ	Critical To Quality (Crítico Para la Calidad)
DFR	Design for Reability (evacuación de Confiabilidad del Diseño Electrónico)
EOF	End Of Life (Fin de la Vida Comercial de un Componente electrónico)
EPA	Environment Protection Association.
ESD	Electro Static Discharge ( Descarga Electro Estática)
ETP	Engineer Test Procedure (Método de Prueba de Ingeniería)
FCT	Functional Component Test (Prueba Funcional de componentes)
FQE	Field Quality Engineer (Ingeniero de Calidad Campo)
GRID	Cuadrículas de los distintos posibles estados de un sistema de Control
HALT	High Accelerated Lift Test (Prueba de Vida Altamente Acelerada)
HAZRD PLOT	Grafica de tasa de Falla
ICT	Current Circuit Test (Análisis de corrientes del circuito)
mA.	Unidad de Medida de Corriente $1 \times 10^{-3}$ , (miliamperios)
MIL-STAD	Military Standard, Estándar de calidad establecido por la Milicia de los Estados Unidos a partir de la Segunda Guerra Mundial
PMQE	Purchase Material Quality Engineer, (Ing. De la Calidad del Producto Comprado)
PPM	Partes Por Millón, Cantidad de Defectos por millos de piezas fabricadas.
PQA	Product Quality Assurance ( Equipos de Evaluador de la Calidad del Producto en Línea de Producción)
RENESAS	Compañía productora de Micro controladores y tecnología
SCR	Service Call Rate (Indicador de Llamadas de Servicio)
STAND BY	Estado de suspensión de un equipo con el menor consumo de energía posible)
UL	Laboratorios de Certificación de Flamabilidad.
VOLT	Unidad de Medida del diferencial de potencial eléctrico.

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 MOTIVO DE REPORTE.

Estimado lector, en el presente Reporte comparto las experiencias obtenidas en el área profesional, invitando a leer este documento en donde informo del trabajo como ingeniero electrónico en la industria, con una perspectiva del ANÁLISIS DE CALIDAD, CONFIABILIDAD Y DURABILIDAD DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS PARA NUEVOS PROYECTOS.

Dentro de la universidad se aprenden teorías y conceptos que luego son aplicables a la tecnología y a través de la implantación de las mismas se llegan a resultado que pueden ser poco imaginables o muy cotidianos y por lo mismo poco valorados pero indispensables para la raza humana contemporánea, por ello en el presente Reporte muestro al lector dos equipos de diferentes mercados pero ambos de suma importancia “El cajero Automático” y “el Refrigerador” ambas relacionadas con una misma ciencia, la Ingeniería Electrónica.

## 1.2 ANTECEDENTES.

La electrónica se ha convertido en un elemento de la vida cotidiana, inundando el planeta con sistemas automáticos desde la cafetera hasta el auto que se estaciona solo, todo ellos tiene en común un sistema de control del cual esperamos funciones correctamente por siempre.

En un Mundo ideal todo sistema funciona a la perfección por siempre, en la vida real siempre hay factores que altera la normalidad. Todo sistema es diferente pero uno de mayor trascendencia que otro, por ejemplo, si un reloj pierde la sincronización un minuto, no es representativo si estas esperando en una central de autobuses, sin embargo en una competencia olímpica una fracción de segundo puede ser la diferencia entre perder o ganar, por eso algunas personas prefieren lo relojes suizos... Todo sistema automático tiene un área de control el cual está en función de la necesidad, trascendencia y costo. El presente Reporte es una guía de los factores que se deben contemplar a la hora de elegir los componentes para nuestro sistema de control.

*Necesidad;* Apagado de una luz de escalera, sensor de movimiento en iluminación de área de poco uso, conteo de moneda en un equipo despachador de golosinas o equipo contador de billetes en una bóveda del Banco de un país, son diferentes tipos de necesidades pero cada una con diferente trascendencia.

*Trascendencia;* (Sustantivo Consecuencia, gravedad, importancia) La relatividad es un factor que el grado de criticidad de una acción u objeto, por ejemplo la fallas de una despachadora de bebidas, comparado con el sistema de control de combustible de un avión de 524 pasajeros, la trascendencia de una falla es determina el grado importancia del sistema.

*Costo*; La revolución industrial desplazó los sistemas de producción artesanal para cubrir la demanda de la población en crecimiento. Lo cual ha llevado a buscar métodos de producción cada vez más accesibles para la población colocando continuamente en la balanza factores como la Calidad Vs Costo.

Pero que es Costo y que es Calidad. Como saber cual tiene mayor peso en la balanza de los sistemas de producción y elección de equipos electrónicos.

### 1.3 CALIDAD

Puede ser un concepto confuso que depende del punto de vista donde te encuentres dentro de las líneas de comercialización, sea un prestador de servicios, parte de una cadena de suministro proveedor, productor, comercializador o Consumidor final. Ni asesores ni profesores están de acuerdo en una definición Universal. En lo que sí están de acuerdo es que esta implica la siguiente tabla de calidad (EVANS & UNSAT, 1999).

**TABLA 1 CONCEPTOS DE CALIDAD**

Perfección.
Seguridad
Consistencia.
Eliminación de desperdicios.
Cumplimiento de políticas y procedimientos.
Reducción de costos.
Proporcionar un producto bueno y utilizable.
Hacerlo bien a la Primera.
Agradar o satisfacer a los clientes.
Servicio Total al Cliente.

#### 1.3.1 COSTO

La administración de costos puede encontrar este término con más de 67 definiciones por lo que enunciaré algunos conceptos generales de costo:

- Suma de esfuerzos y recursos que se han invertido para producir un bien, y que incrementan su valor en inventarios.
- Reunión de dos o más conceptos de costos, gasto o de ambos.
- Mientras que el Gasto se identifica como el periodo en que se erogó, No incrementa el valor del bien producido y no se muestra en el balance, sino en el estado de resultados.

Bajo estos principios, convencionalmente se acepta que la mano de obra y la materia prima son costos y que los gastos de administración y de venta son gastos. Con relación a los gastos o costos indirectos de fabricación existen dos criterios diferentes que se contemplan en los métodos de costeo absorbente y costeo directo o variable.

**Ejemplo:** a la suma de los gastos de Administración y de la venta dese les puede llamar Costo de operación; a la suma de materia prima o de mano de obra se le llama costo Primo; a la suma de Gasto de Fabricación y de Mano de Obra se le llama Costo de Transformación. La distinción entre costo y Gasto consiste en que el coste se identifica como un bien de producción, es decir, se eroga por su caída e incrementa su valor en el Inventario y por tanto refleja en el activo fijo.

El costo del producto final pone al diseñador con una limitante para el desarrollo de la tecnología, el costo es un debate continuo entre la administración de proyectos y el desarrollo de nuevas partes. Para tener mayor rendimiento en el producto final se deben reducir los costos de producción y materias primas sin dejar atrás la mejora en la calidad del producto. Hoy en día la evolución de los sistemas electrónicos permite tener una disponibilidad de sustitutos a una parte que desempeña funciones “similares” o iguales al componente electrónico desarrollado por el competidor y a menor precio. El costo implica conceptos más allá del costo del producto en cuestión (Componente electrónico), tal es el caso como el servicio pos-venta, garantías, tiempo del sustento de vida del producto (EOF por sus siglas en inglés, ***End Of Life***). Comúnmente en la electrónica se encuentra casos en los cuales no se puede encontrar un componente porque la empresa lo dejó de producir o migró a una nueva y mejor tecnología que dejó obsoletos sistemas realizados en el pasado. Esto también implica un costo, si se desarrolla un producto se debe asegurar que los materiales a emplear se garanticen por el periodo de vida que pretende tener el diseño, de lo contrario el cambiar y ***validar cambio de componentes*** en mediano plazo que serán gastos de administrativos, por lo tanto, un Costo.

# CAPÍTULO 2 CALIDAD ELECTRÓNICA

## 2.1 INTRODUCCIÓN

Como se menciona en el Capítulo 1 de Introducción la Calidad lleva implícita los siguientes aspectos.

- Perfección.
- Consistencia.
- Eliminación de desperdicios.
- Rapidez de Entrega.
- Etc.

Los componentes electrónicos al ser parte medular de muchos dispositivos son analizados para cumplir con las condiciones de la Tabla de la Calidad, los cuales permiten tener un producto que traslade las cualidades de las materias primas al producto final, propiciando un valor agregado al producto que el Cliente aprecia y comparte con más potenciales Clientes.

Muchas marcas enfatizan en el concepto de calidad logrando un renombre mundial que los coloca en la cabeza del mercado y logran la trascendencia de la marca a través del tiempo. Como es el caso de las marcas Asiáticas que a través de los sistemas de mejora continua implementados en la industria a partir de la renovación de los sistemas de producción implementados después de la segunda guerra mundial han colocado varias marcas automotrices japonesas por arriba de empresas americanas, siendo estos últimos los padres de los automóviles de producción en serie.

Las guerras son momentos cruciales que impulsan lo peor y lo mejor del ingenio de la humanidad que en momentos críticos requieren de la innovación e implementación de “Mejoras” aunque estas sean para Matar. En una guerra se requiere de tener todos los sistemas de producción a la máxima capacidad con el mínimo de consumo de materia prima, para enfrentar las carencias en el frente de batalla y en la base productora del país que de sustento e impulso suficiente para mantener una guerra y ganar sin quedar en el intento.

### 2.1.1 SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.

Durante la segunda guerra mundial se multiplicó por miles la demanda de equipos de paracaidismo que permitía “sembrar” soldados detrás de las líneas enemigas, sin embargo las fábricas de paracaídas necesitaron contratar miles de personas nuevas y conseguir materia prima de cualquier proveedor disponible para abastecer la gran demanda de materiales en ese momento crítico, al tener un incremento de la demanda los sistemas en su gran mayoría

dependían de equipos elaborados a mano y no podían ser inspeccionados al 100% una falla en la piezas significaba la vida un elemento.

Sin la capacidad de validar los miles de paracaídas, estadistas y matemáticos desarrollaron métodos numéricos con los cuales se podía estimar la calidad de un lote de producción de paracaídas. Así como esta empresa de paracaídas recibió apoyo de la milicia para lograr un resultado favorable muchas otras empresas llevaron consigo la información conocida como MIL-STAND por Estándar Militar (Military Standard) las que todavía se utilizan ampliamente.

La primera publicación publica profesional es esta disciplina, Industrial Quality Control, apareció en la primavera de 1944 y poco tiempo después de fundaron las sociedades profesionales, particularmente la American Society of Quality Control que ahora se conoce como American Society for Quality.



**FIGURA 1 Estragos Y Carencias De La Segunda Guerra Mundial**

### 2.1.2 ÉPOCA DE LA POSGUERRA

Seguido el tiempo de la posguerra muchos profesionales se convirtieron en expertos en sistemas de control de calidad, los japoneses con una nación devastada y con mucho por hacer, buscaron sistemas de renovación que les llevara a recuperar su posición en el mundo, y ahora 50 años después podemos ver la historia de Japón como la Tercera Potencia Mundial con los 10 puntos de la tabla de Calidad presentes en sus productos y una Cultura tradicional fusionada con el futuro, logrando que marcas Asiáticas desplazaran a emblemas americanos como RCA, GE, American West Company , BELL LABS, FORD, DODGE, CHEVROLET por marcas como SONY, PIONNER, SAMSUNG, MITZUBISHI, NISSAN , TOYOTA (EVANS & UNSAT, 1999).

Existen diferentes formas de percibir la calidad de según la naturaleza del objeto, por su función, lo cual se puede clasificar como Apariencia, Rendimiento, Cualidades adicionales, Conformidad, Capacidad de servicio, Confiabilidad y Durabilidad.

Dentro del tema de componentes electrónicos la estética no existe como elemento de la calidad que no aplican ya que los medio de encapsulado son estándar, y otras como el rendimiento, elementos adicionales y Confiabilidad y Durabilidad representan la conformidad del Cliente.

## 2.2 CONFIABILIDAD

Es la capacidad que tiene un producto de desempeñarse tal y como se espera durante su tiempo de vida, a menudo la confiabilidad se define de una manera “trascendente” similar a un sentido de confianza en la capacidad del producto para desempeñarse satisfactoriamente o resistir a la falla.

La confiabilidad es la probabilidad de que un producto, pieza de equipo o sistema lleve a cabo su función pretendida durante un periodo de tiempo definido, bajo condiciones de operación específica. Esta definición tiene cuatro elementos de importancia: **probabilidad, tiempo, desempeño y condiciones de operación.**

### 2.2.1 PROBABILIDAD

El estudio aritmético de los sistemas a partir de muestras de un universo, basado en respetabilidad de las frecuencias de los resultados permite realizar predicciones logrando una proyección del sistema. Basado en el teorema de distribución y dispersión de los datos dentro de la campana de Gauss (Figura. 2) es posible determinar el comportamiento del sistema del sistema a corto y largo plazo. [PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA]

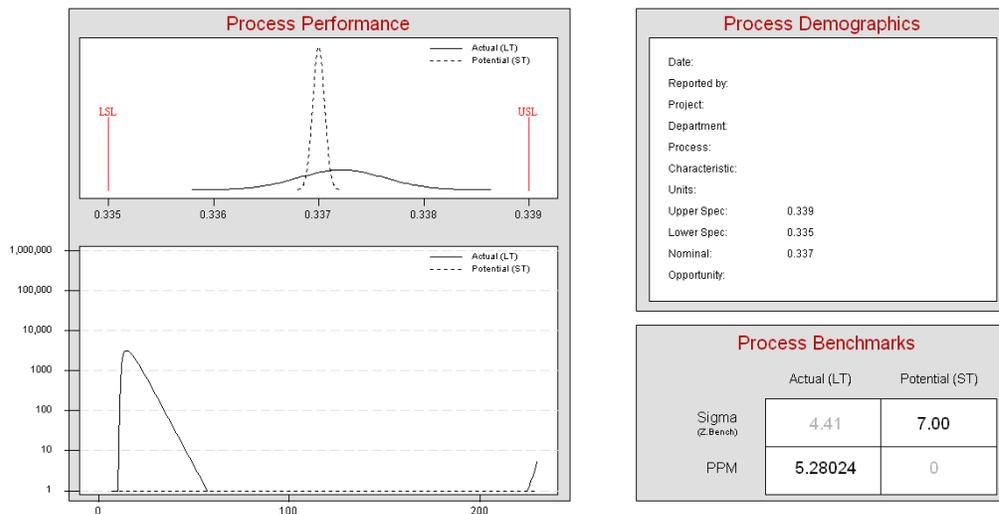


FIGURA 2 Gráfica De Dispersión Y Cálculo De Z Para Un Proceso.

Para nuestro caso, con una muestra de Material electrónicos, ya sea materia prima o Producto terminado podemos analizar o determinar la probabilidad de falla de los producto y su impacto ante el consumidor final quien a final de la cadena es quien sostiene nuestro negocio o lo puede llevar a la quiebra si no satisface sus expectativas.

### 2.2.2 TIEMPO

“Ya no lo hacen como antes”, frase celebré entre las personas de la tercera edad que tuvieron la oportunidad de vivir entre la época de austeridad 40-70 y el consumismo generado a partir de los años 60 donde la ciencia no es algo para siempre, al contrario es algo más rápido y al menor costo de producción posible para abarrotar el mercado con equipos de todo tipo de mercancías que al cabo de meses terminan siendo contaminación tecnológica. Este es mundo en donde el tiempo va cada vez más rápido y la electrónica marca la pauta para el desarrollo, donde lo nuevo de hoy será viejo mañana. El diseño de nuevos componentes que superen las expectativas de vida cada vez más cortas son conceptos que cuando se logran superar el cliente puede quedar sorprendido o hasta aburrido, como la persona que trae consigo ese celular que ha superado la expectativa de vida de los 12-18 meses y está esperando la hora en que falle para acudir a la tienda por el “NUEVO” Smart Phone para poder estar al día.

El tiempo es un elemento crucial e infalible para considerado en la evaluación de calidad de los componentes electrónicos.

### 2.2.3 DESEMPEÑO

El desempeño es el tercer elemento y se refiere a objetivo para el cual se fabricó el producto o sistema. Se utilizan el término falla cuando no se cumple con la expectativa de desempeño para el cual fue fabricado.

En otras palabras, si te venden un automóvil en una agencia con una garantía de 50,000 Km y lo pretendes cambiar a los 120,000 Km, tal vez no sea trascendente a la hora de venderlo. Por otra parte si el mismo auto te lo garantizan por 50,000 Km y te informan de la probabilidad de falla después de los 50,000 Km es de 0.0001 % esto da una confianza para tenerlo hasta los 120,000 (Extensión de Garantía Vs Costo) sin embargo dentro de la garantía la ensambladora está convencido que la durabilidad puede alcanzar hasta los 150 000 Km. Esto te da una seguridad por el tiempo que lo pretendes usar y hasta un poco más para su momento de reventa. Lo cual le brinda a tu auto un plus en el mercado de posventa. Esta es las practica de Toyota que tiene plena confianza de la calidad de su producto que sabe puede aumentar su garantía y ofrecer un servicio de “Posventa y reventa”.

### 2.2.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las condiciones del uso son de forma indirecta establecidas por el usuario que son convertidas en especificaciones del Diseño y cubren los requerimientos del usuario con la limitaciones determinadas por el costo, diseño y producto. El

funcionamiento del producto está enfocado al cliente sabiendo que debe cumplir y superar las expectativas de este, se logra realizando un diseño que cumpla y supere las condiciones de operación, la limitaciones de costo, diseño y tecnología son un triángulo del producto, la figura geométrica de un triángulo es la representación básica de un producto ya que a medida que se agregan parámetros a evaluar y conforme al peso que reciba cada característica se convierte en una figura que producto que identifica ese producto de sus competidores directo. Un ejemplo de la camioneta Nissan, con su eslogan “Camionetas que trabajan para los que trabajan”. Son camionetas pequeñas, poco espaciosa, poco cómodas, pero su precio y equipamiento es el que necesita una persona para trabajar a un precio rentable.

### 2.3 CONFIABILIDAD DE CORTO PLAZO

Se define como la **PROBABILIDAD**, esta se basa en un número entre 0 y 1 donde 5 piezas con falla de un grupo de 100 representa una probabilidad de que 95% de las piezas cumplirán con su función por el tiempo determinado bajo las condiciones adecuadas. Lo cual en la industria de alto volumen se utilizan términos como los PPM’s. (EVANS & UNSAT, 1999)

Las **PPM’s** son la cantidad de fallas entre el total de partes producidas en un Lote de producción multiplicado por un millón, esto para poder representar partes como la siguiente:

- En un lote de producción 50 000 resistencias en el cual se encontraron 50 piezas que se encontraron fuera de las especificaciones técnica del 10% de tolerancia, lo cual en términos porcentuales en la ecuación 1 está representado por Pf

$$\frac{50}{50000} = 0.01\% \quad \text{Ecuación. 1}$$

- Por otra parte los mismo datos representado en Partes por Millón (PPM’s) está dado por la Ecuación 02

$$\frac{50}{50000} \times 1000000 = 1000 \text{ PPM's} \quad \text{Ecuación. 2}$$

Una tasa de falla de 0.01% puede no ser representativo si vas a comprar una resistencia para producir un equipo ya que tiene una probabilidad o % de riesgo demostrado en la Ecuación 3, donde PR representa la probabilidad de riesgo.

$$\frac{50}{50000} = \frac{PR}{100} \quad \text{Ecuación. 3}$$

Siguiendo el caso en el cual el productor de resistencias reporta una tasa de falla de 1,000 PPM’s en su lote de producción del cual tu negocio de manufactura registra en la lista de materiales BOM (Bill Of Materials) un total de 18

resistencias para cada tarjeta principal, y requieres 1000 tarjetas principales para cada día durante 48 semana de 5 días hábiles representado en la Ecuación 4.

El consumo es:

Ecuación. 04

Lo cual **NORMALIZADO** en **PPM's** de 1,000 PPM's implica que tendremos 3,456 productos terminados con probable fallas, uso la frase "probable falla" porque existen más factores por analizar que forman parte del producto terminado. Como podemos ver en la Ecuación. 3 y 4 el volumen aumenta el nivel de riesgo para un componente, ahora si consideramos la cantidad de otros componentes que integran el total de la tarjeta el riesgo aumenta de forma exponencial.

Regularmente las fallas de corto plazo son fallas producto de los procesos de fabricación en masa de cualquiera de los componentes que conforman un dispositivo. Esto se puede considerar como una falla de corto plazo ya que mantienen el sistema operando en condiciones críticas comparado para lo que fueron diseñados. La ciencia de la Ingeniería de la Confiabilidad ha estudiado el comportamiento de la tasa de falla en los cuales cataloga en zonas de "FALLA TEMPRANA" la gráfica presentada en la Figura 3.

La tasa de falla se calcula de acorde a la Ecuación 5, Nos obstante la tasa se falla será analiza en conjunto para forma las Gráficas de tasa de falla también conocidos como Hazard Plots.

Tasa de Falla =  $\lambda$  \_\_\_\_\_ (Ecuación 5)

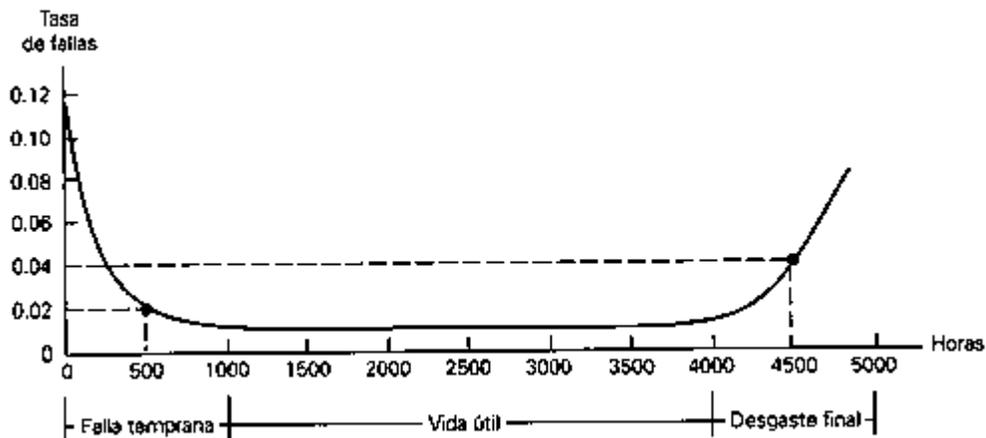


FIGURA 3 Clasificación De La Falla En El Tiempo

El **Hazard Plot o Gráfica de fallas** (Figura 4) es una representación gráfica de dos ejes en donde se presenta en el eje de las "X" el tiempo donde el rango depende del volumen de producción y de la velocidad de respuesta que tenga el sistema para recopilar dato del compartiendo del producto ya instalado en campo. En el Eje de las "Y" esta presentado el número de fallas asociadas al tiempo que ha transcurrido entre el lanzamiento del producto (lote de producción) y la falla. El Indicador de las Falladas puede tener varias formad de presentarse, ya sea en cantidad de fallas, porcentaje de falladas del total instaladas y en PPM's, siendo estas últimas dos formas de presentar los datos normalizado. Esto quiere decir, en términos coloquiales, "para comparar Peras con Peras y Manzanas con Manzanas" de un lote a otro lote sin importar las diferencias de producción que se haya tenido entre los periodos.

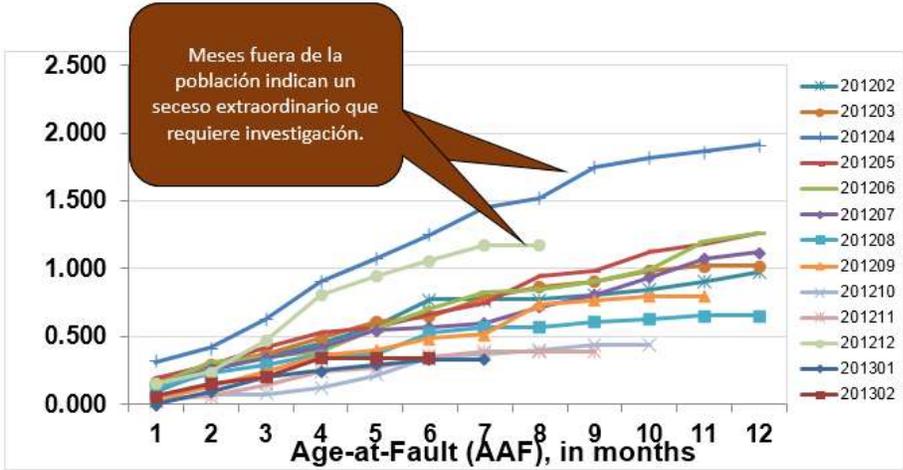


Figura 4 Hazard Plot Y Grafica De Fallas.

**EJEMPLO:** Supongamos que de dos lotes de producción Febrero y Marzo, para Febrero reportaron 10 de tus productos defectuosos. Y en Marzo reportaron solo 3, La primera impresión es que Febrero fue un mes con más problemas de calidad.

Ahora ponemos en la mesa los datos de producción e instalación de producto con el cliente final y no enteramos que en Febrero se produjeron 2000 Unidades y se instaló el 50% hasta los dos meses de lanzado el producto esto está representado en la Ecuación 6

---

Ecuación 6

Si realizamos el mismo ejercicio para el Mes de Marzo donde se produjeron 1000 unidades y se tiene la misma cantidad de expuestas (50%) de total del lanzamiento con un mes menos de exposición ya que Marzo es después de Febrero de forma cronológica, Ecuación 7.

---

Ecuación. 7

Esto indica que a pesar de que Febrero tiene un mayor índice de reportes por falla Comparado con Marzo, la calidad en ese lote de producción de Febrero fue mejor y al tener el doble de PPM's para un mes joven no pone en una situación de alerta el mes de Marzo.

### 2.3.1 INSTITUTE FOR INTERCONNECTING AND PACKAGING ELECTRONIC CIRCUITS (IPC)

La Asociación Unificadora de las Industrias Electrónicas (Association Connecting Electronics Industries) también conocido como IPC presenta cada 5 años una nueva edición de sus manuales de control de calidad, aceptación y rechazo así como los procedimientos para el diseño y producción de electrónicos con la recopilación de información de nivel mundial con la finalidad de estandarizar los conceptos de la industria electrónica. De la edición IPC-A610SP se toman algunas muestras de fallas del proceso de ensamble de componentes electrónicos los cuales son potenciales modos de fallas tempranas (INDUSTRIES, REVISIÓN E-2010).

Los Falsos contactos (intermitencia) producto de una mala soldadura (Figura. 05), Cambio en el la resistencia del circuito por la una soldadura delgada (Figura. 06) y micro cortos circuitos por contaminación de la soldadura (Figura. 07) son causantes de las fallas tempranas

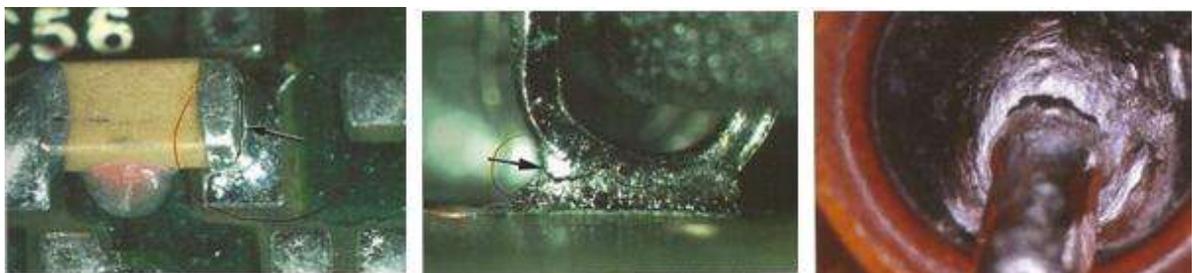


FIGURA 5 Fisuras En Soldadura.

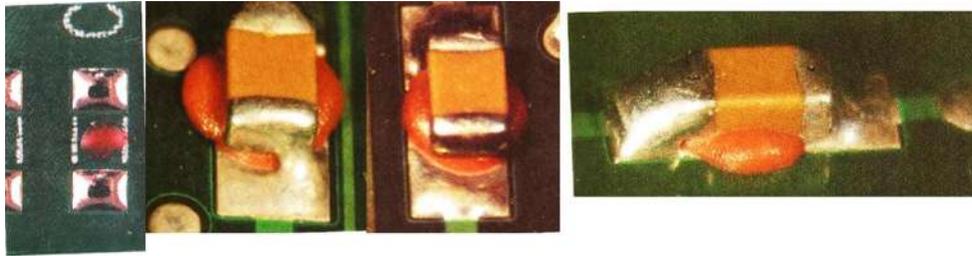


FIGURA 6 Errores De Pegamento En Componente Smt



FIGURA 7 Puentes De Soldadura Y Corto Circuito.

## 2.4 CONFIABILIDAD DE LARGO PLAZO

El factor **tiempo**, sin duda alguna es un factor degradante de los componentes electrónicos. En dispositivo con una confiabilidad del 95% durante 1,000 horas de operación es inferior a uno que tenga la misma confiabilidad durante 5,000 horas de operación, suponiendo que la misión del dispositivo sea tener una vida larga.

Dentro de la electrónica hay un mercado de consumo de diferentes periodos de consumo para un celular el tiempo de vida no es el mismo que espera para un Refrigerador funciones por 10 años con el consumidor final mientras que los dispositivos Celulares se cambian con mayor frecuencia, lo cual implica tener un cálculo de modo de fallas de diferentes periodos de tiempo, mientras que el refrigerador considera modos de falla de largo plazo dentro de un periodo de 10 años, el productor de celulares utiliza un plazo menor ya que frecuentemente son cambiados en un promedio de 18 meses según la EPA (United States Environment Protection Agency) Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos). Esto reduce el tiempo de vida estimado para el producto y las respectivas de una prueba de vida es para un periodo más corto.

La confiabilidad de largo plazo son las fallas en la cuales el número de ciclos eléctricos, climáticos, mecánicos producen una fatiga en los componentes provocando un deterioro en cascada del sistema comenzando del más débil de la cadena hasta la destrucción del sistema completo.

Para validar el tiempo de vida de un producto no se puede esperar los “n” años para validar que el diseño cumple con las especificaciones por lo que se acelera el proceso de vida en cámaras especialmente diseñadas para estresar los componentes, estas cámaras pueden ser de dos tipos, ALT y HALT las cuales se describen a continuación.

#### 2.4.1 CÁMARA DE VIDA ACELERADA, ACCELERATED LIFE TIME CHAMBER (ALT).

Cámara hermética diseñada para hacer realizar cambio de temperatura de -20°C hasta 100°C con un gradiente de temperatura ( $\Delta T/\Delta t$ ) de +0.35 °C / Seg. en Ascenso y de -0.10 °C/seg. en Descenso.



FIGURA 8 Cámara Alt

El gradiente de subida es distinto al de Bajado ya que dependen de métodos diferentes para cada cambio, para el calentamiento depende de una resistencia eléctrica que calienta el aire interno de la cámara. Y para el descenso de temperatura tiene un sistema de refrigeración de alta capacidad (16 000 BTUs) el cual refrigera la cámara con transferencia de calor a través de radiadores, con gas R134A, por lo que la temperatura mínima es de -20°C (perdidas del sistema Gas solo alcanza -26.3 °C). Este tipo de prueba no cuenta con vibración mecánica y los periodos de evaluación son más largos que van desde 72 horas hasta 240 hrs. Y el consumo de energía es menor comparada con una cámara HALT ya que solo utiliza Energía Eléctrica como insumo.



Figura 9 Panel De Control

El panel de control (Figura 9) es el interface entre el programador de la prueba y el equipo, el mismo sistema cuenta con un control de lazo cerrado que garantiza las temperaturas programadas con los respectivos amortiguamientos que se programen tanto en subida como en bajada. El sistema de lazo cerrado permite visualizar y mantener la temperatura establecida en cualquier momento de la prueba.



Figura 10 Turbinas Difusores De Aire

La transferencia de calor se dan por medio del aire caliente o frio por los radiadores, el aire es movido por dos turbinas (Figura 10) que varían la velocidad del aire según lo requiera el gradiente de temperatura solicitado por el operador.



FIGURA 11 Monitores De La Presión Del Sistema Sellado

El sistema de enfriados es por medio de un sistema sellado de refrigerante por lo que el monitoreo de la seccion de alta y baja presión (Figura 11) son indispensables para la mejor eficiencia de energía.



**FIGURA 12 Sistema De Gas Refrigerante**

El Compresor (figura 12) es similar al de un sistema de aire acondicionado con una capacidad de 16 000 en una cámara menor a 1 m<sup>3</sup> lo que le permite enfriar mucho más rápido.

#### 2.4.2 CÁMARA HALT

La cámara HALT es una prueba más agresiva que busca la destrucción del componente más débil dentro de una tarjeta o sistema de control completo. La cámara HALT a diferencia de la ALT es alimentado por gas Nitrógeno Liquido (Figura 14) para el descenso de la temperatura el cual tiene un gradiente de temperatura mucho más rápido ya que ebulle a -195°C comparado con los -26 °C del R-134 que se reutiliza en un sistema de refrigeración cerrado, en la cámara HALT el Nitrógeno sales directamente de los ductos al área de expansión provocando una gradiente de temperatura de hasta -10—— el punto de expansión. El drástico cambio de la temperatura lleva los componentes a condiciones de trabajo extremas. Aparte de que en sistema cambia la temperatura del sistema un control de vibración neumático hace vibrar la plataforma de la cámara en diferentes frecuencias y con diferentes longitudes onda que estresan de forma mecánica todos los componentes del circuito sobre todo los puntos de soldadura. Al hacer los cambios de temperatura con mayor rapidez, los ciclos se pueden hacer en un menor tiempo lo cual reduce el tiempo de la prueba a un rango de 24 a 120 horas según el esquema de prueba que se determine para confirmar la cantidad de años a simular (CORPORATION).



FIGURA 13 Cámara De Enviromental, INC. [VIBRATION RESEARCH CORPORATION]



FIGURA 14 Cámara Halt



FIGURA 15 Válvula De Nitrógeno



**FIGURA 16 Interior De Cámara Halt**



**FIGURA 17 Cámara De Expansión De Nitrógeno**



**FIGURA 18 Base Neumática Para La Vibración**

### 2.4.3 PROGRAMA DE PRUEBA.

Tanto en la cara ALT como HALT se deben de contemplar que la tarjeta debe estar encendida activando y desactivando el 100% de sus componentes en un periodo de tiempo que se denomina Ciclo de prueba, los ciclos de prueba deben ser de 1/100, esto es el tiempo en que deben encender las partes conforme a la actividad real que va desempeñar el equipo. Por dar un ejemplo si un puerto va a encender cada 1 horas este puerto debe activarse cada 0.01 horas que es lo mismo cada 6 segundos. Para esto cada vez que se desarrolla un nuevo software se debe de generar un software especial para la prueba HALT para que se utilice en cada validación y poder completar la prueba (GE., 2013).

#### 2.4.4 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación es otro factor que cambia en una prueba HALT, para ello se presenta graficas de Activación como la que se presenta en la Figura19, estos cambio en la alimentación dan como resultado una prueba con rampas, picos, escalones y Deltas de Energía que simulan los que se puede enfrentar el equipo en la vida del producto.

#### 2.4.5 HUMEDAD

La humedad es un factor crítico para las terminales y conexiones eléctricas por lo que las cámaras HALT y ALT manejan en el sistema de control de humedad los diferentes perfiles de pruebas aplicados. Los niveles de Humedad se muestran en la Figura 19 como porcentaje de humedad (RH%)

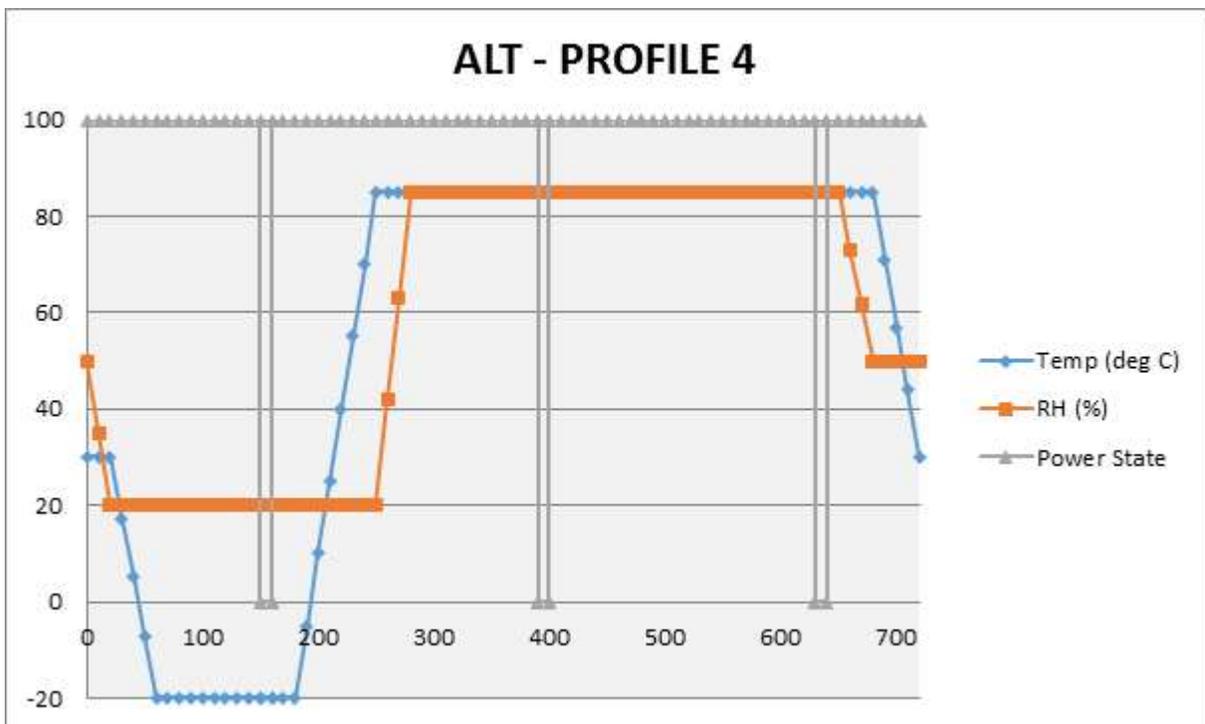


FIGURA 19 Perfil De Prueba

## CAPÍTULO 3 SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO

### 3.1 INTRODUCCIÓN.

Un control de procesos entre más simple es mejor, pero cuando pretende atacar todas las posibles variables del entorno se debe diseñar un sistema de control pensando en cero fallas previendo infinitas posibilidades lo cual lleva a sistemas de control robustos y complejos.

Para mejorar el desempeño de un sistema debes convertir un proceso Discreto en un sistema continuo. El mundo es continuo en el tiempo y tratar de manejar los sistemas en tiempos continuos con un sistema de control discreto significa tener un control virtual que puede alejarse de la realidad si no se tienen las consideraciones en el diseño del control tales como.

- Velocidad del sistema —.
- Seguridad.
- Costo y presupuesto.
- Calidad, Confiabilidad y Durabilidad.

### 3.2 VELOCIDAD DEL SISTEMA:

En la actualidad los sistemas de control suelen ser células independientes que controlan una sección de toda una estructura, este control se conecta con las áreas adyacentes mediante puertos de comunicación establecidos de acuerdo a las necesidades del producto. El dispositivo más utilizado para el control es el Microcontrolador ya que sus características estructurales le permiten convertirse en una célula independiente con sus respectivos puertos de entrada y salida. Convirtiéndose así en la parte medular del sistema de control.

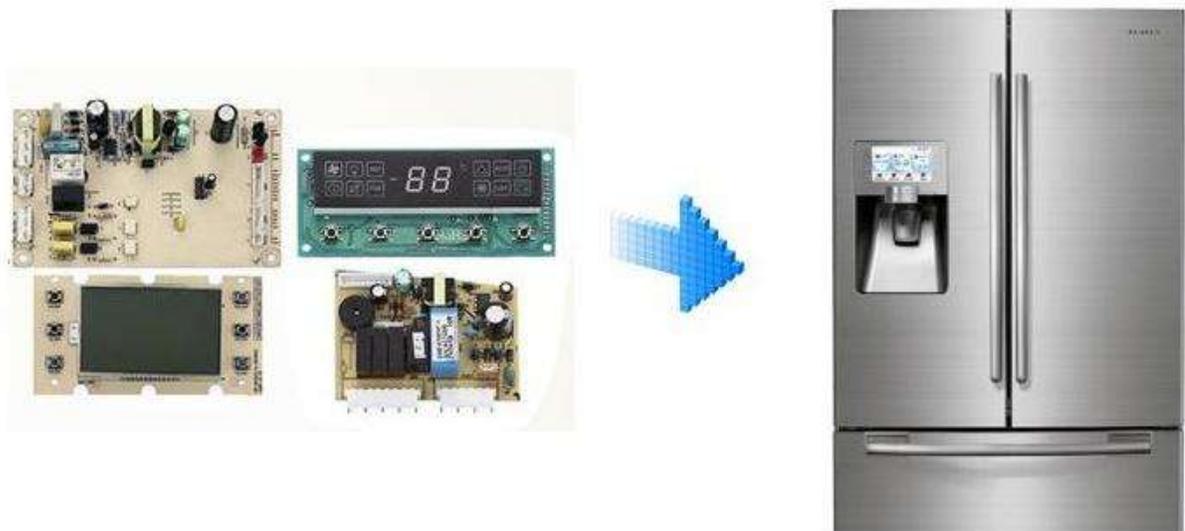


FIGURA 20 Unidad De Control De Refrigerador

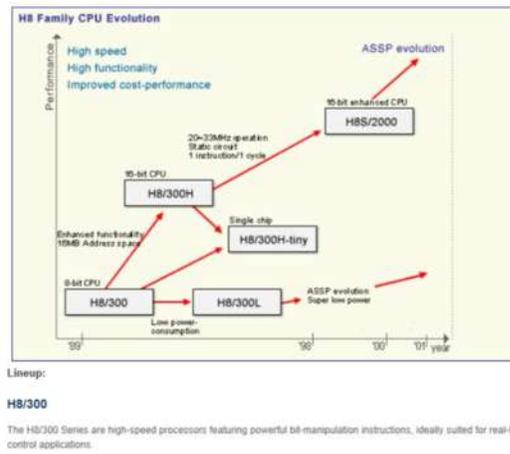


FIGURA 21 Evolución De Las Familias De Microcontroladores



FIGURA 22 Funciones De Microcontrolador Por Velocidad

La velocidad de los microcontroladores ha evolucionado con el desarrollo exponencial de la electrónica, por lo que elegir la pieza medular de un proyecto requiere no solo velocidad de respuesta sino confianza de tener el apropiado, en este trabajo veremos algunos de los pasos para la mejor elección ya sea del Microcontrolador como de cualquier otro componentes que integra un Circuito electrónico que se desea comercializar.

No todos los sistemas requieren atención de alta velocidad, puede ser requerido un equipo con demanda mixta de Alto y Bajo desempeño en distintos periodos de tiempo según lo demande el usuario.

### 3.2.1 UN EJEMPLO DE ALTA VELOCIDAD Y MIXTA.

Un Cajero automático con capacidad de contar 480 billetes/minuto ó (8 Billetes/ Seg ) con una capacidad de detectar los diferentes candados de seguridad internacional como fluorescencia, Cinta Magnética, Tinta Magnética, Transparencia, Relieves e imagen 3D, debe tener la capacidad de manejo de datos de alta velocidad (cuando está en su máximo desempeño) y el mayor ahorrar energía en su momento de reposo (Stand By). Con la alta capacidad de procesamiento de datos el control se puede acercar a un sistema de Discreto que simula un sistema continuo, en el equipo contador de Billetes se genera un imagen virtual de cómo debe ser el proceso para cada pieza que entra y hasta donde debe llegar, ya sea bóveda o rechazo, esto es programado para llevar una "IMAGEN VIRTUAL" del proceso que está ejecutando en paralelo con el proceso real y en caso de una inconsistencia entre los procesos la operación es abortada para evitar incurrir en error de movimiento. [CIMA S.P.A.]

En la figura 25 se muestra el sistema de control paralelo en el cual se visualizan los puntos de inspección que sirve como puntos de referencia para el control de paso del billete y poder empatar con el sistema de control virtual. Después de cada operación el sistema hace una comparación entre la posición del billete y el estado del sensor donde debe estar el billete, en caso de que el sensor o alguno de los sensores detecte reporte una diferencia con el proceso virtual esto se marca como anomalía y aborta el proceso. Es importante resaltar que la parte final Rechazo y Aceptación tiene el mismo tiempo de recorrido para la primera pieza por lo que ambas partes terminan en  $T_6+1$  esto es un candado de control para verificar que en la primera corrida no exista ningún elemento extraño en el sistema.



FIGURA 23 Cajero Depositador Cima (CIMASPA., 2008)

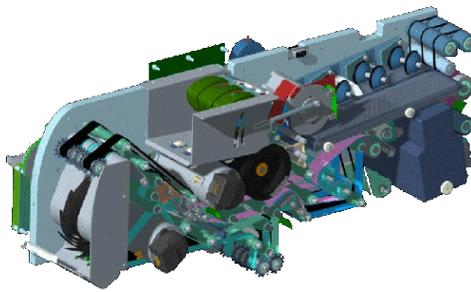


FIGURA 24 Interior Cajero Cima (CIMASPA., 2008)

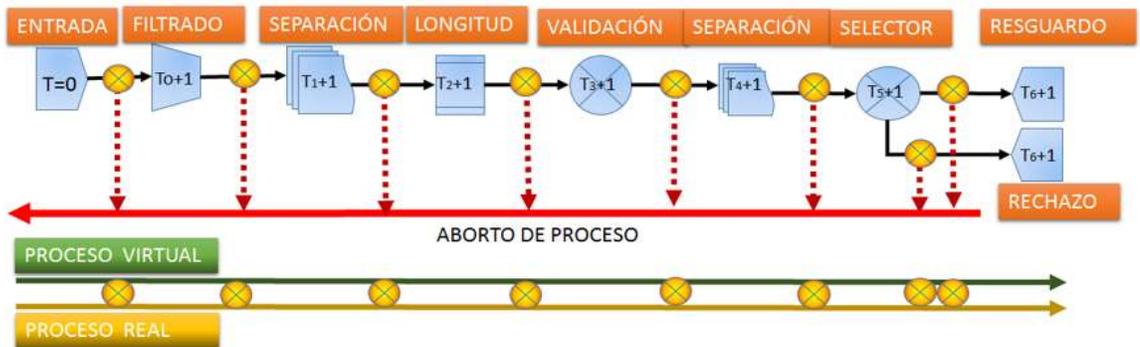


FIGURA 25 Sistema De Control Por Imagen Virtual Paralela

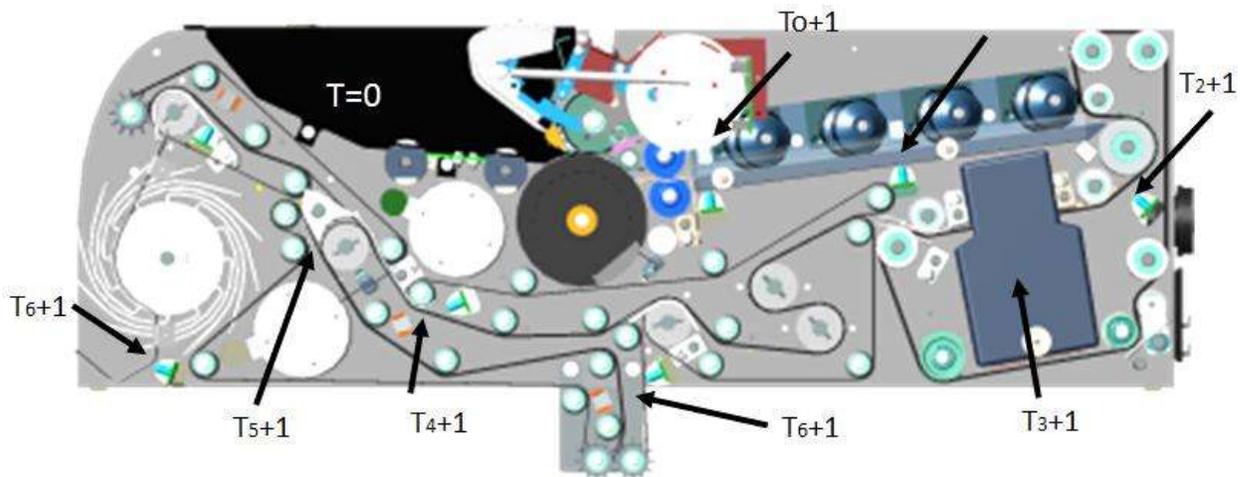


FIGURA 26 Puntos De Comparación. (CIMASPA., 2008)

### 3.2.2 UN EJEMPLO DE BAJA VELOCIDAD Y MIXTA.

Un refrigerador por otra parte maneja un sistema de transferencia de calor que requiere tiempos prolongados para llevar los cuerpos en su interior a las temperaturas donde las bacterias no proliferen con la misma facilidad como lo

harían en una temperatura ambiente (el tiempo de estabilización puede durar hasta 12 Hrs en una unidad completamente llena), puede trabajar con un sistema de censado de baja velocidad, sin embargo cuando el usuario solicita ser despachado de agua o hielo en el dispensador, el sistema debe responder en menos de 0.5 segundos. Este es un sistema Mixto de Operación y Stand By. En donde el control se basa una sucesión de estados preestablecidos y en funciones de las entradas que son principalmente los Termistores seguido de los Sensores de puerta, Humedad y la interface con el usuario (dispensador). Como se mencionó en el Capítulo 1 a medida que se desee eliminar las posibles fallas también se determina la eficiencia del equipo lo cual aumenta la complejidad del control y los estados que se deben contemplar en una el diseño del producto.



FIGURA 27 Refrigerador SXS GE

La nueva metodología para el diseño contempla **equipos de diseño interdisciplinario** que se basa en el Análisis del Modo y Efecto de Falla (**AMEF**) que les arrojará el nivel de criticidad para poder cumplir con la calidad del producto de acorde a los puntos que describen la calidad en el capítulo 1.2 de introducción de este reporte de experiencia laboral.

### 3.2.3 EJEMPLO DE CONTROL POR ESTADO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

En un refrigerador se tenemos dos compartimentos que por lo regular comparten el mismo sistema de refrigeración (Compresor, Condensador, Gas Refrigerante y Evaporador) sin embargo no comparten la misma temperatura de trabajo mientras que el compartimento de alimentos frescos (**FF** por su siglas en Ingles **F**resh **F**ood) se mantiene entre 1 y 5 °C que corresponde a un rango de 33 a 41 °F , en el compartimento de Congelados ( **FZ** de la palabra Anglosajona **F**ree**Z**er) la temperaturas para evitar la descomposición de los alimentos va desde los -5 a -22 °C esto es de 23 a -7 °F. El control de las temperaturas se puede hacer de varias formas con ayuda de diversos mecanismos ya sea físicos naturales como la convección o forzados por compuertas y ventiladores esto conlleva a tener una sistema de control cada vez más complejo para tener el punto óptimo entre consumo de energía y eficiencia térmica.

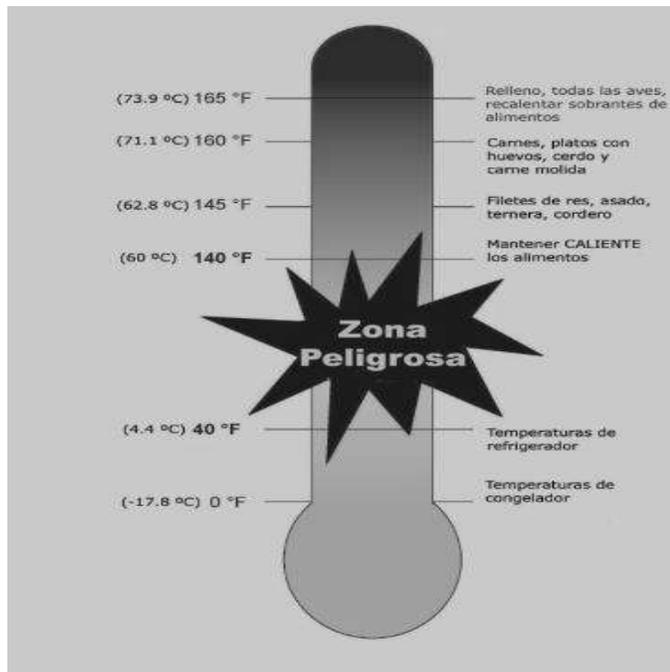


FIGURA 28 temperatura De Proliferación De Bacterias

El sistema de control por cuadrantes consiste en cambiar las condiciones de trabajo de los diversos componentes del refrigerador llámese cambio de revoluciones de ventiladores, apertura y cierres de compuertas, incrementos en el nivel del compresión del gas entre otros.

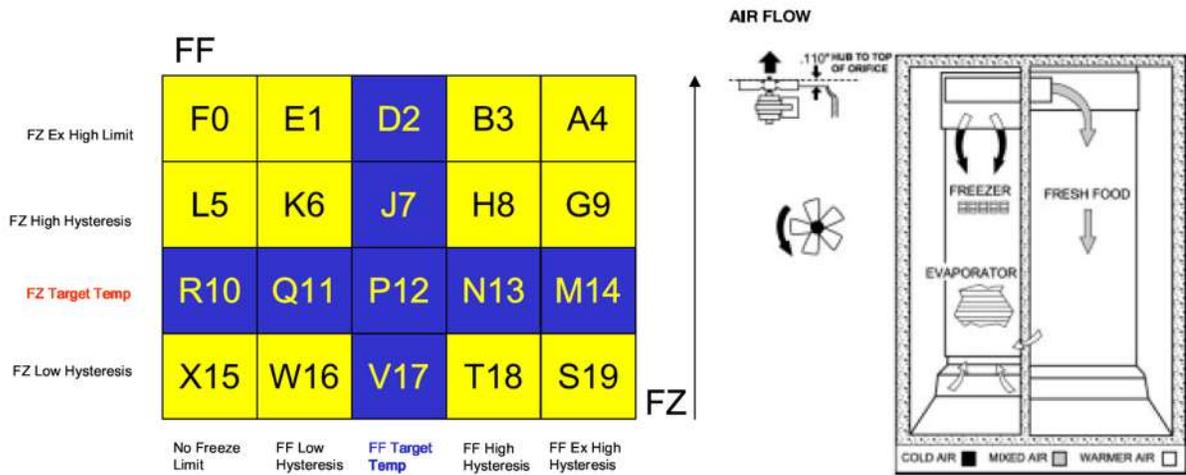


FIGURA 29 Estados De Control Y Flujo De Aire Unidad Vertical (SXS)

# CAPÍTULO 4 SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD

## 4.1 INTRODUCCIÓN.

A través de las diversas definiciones puede tener una afectación directa sobre cada uno de los términos de Costos. Por lo que se debe tener consideración el término de Calidad en toda las etapas de producción. Apoyados en un sistema de calidad total el cual se asemeja a un sistema de control de lazo cerrado en el cual la entrada siempre es el cliente en a partir de sus necesidades y requerimiento es sobre los cuales la empresa diseña su producto para lograr la cadena de satisfacción y reducción de costos y por ende permanencia en el mercado. Tomando como referencia el diagrama de bloques de la figura 30 en donde como compañía se busca ser competitivo penetrar en el mercado y por supuesto obtener utilidades se plantea un esquema de control de calidad de lazo cerrado a través del cual pretenden lograr incrementar el índice de satisfacción, retener al cliente y reducir el nivel de quejas lo cual se logra en la con la confiabilidad entrega en tiempo y cero errores o defectos.

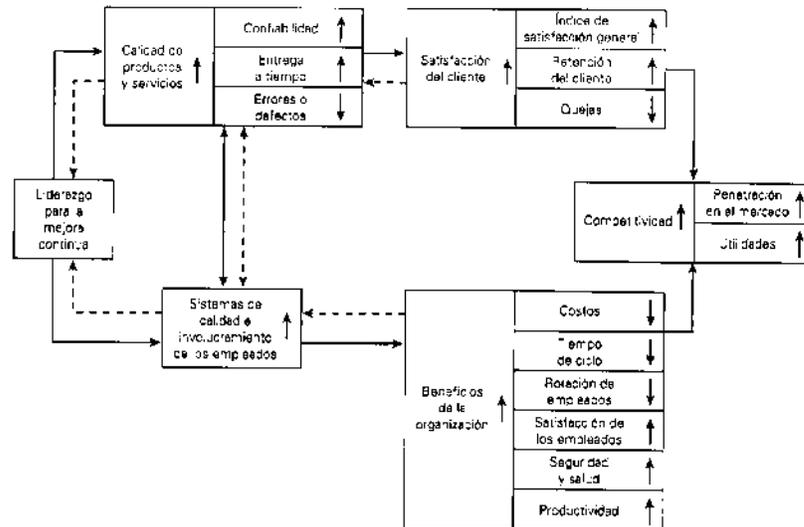


FIGURA 30 Esquema De Control De Calidad Por Objetivos (EVANS & UNSAT, 1999)

Y Para lograr llevar el producto de mejor calidad al Cliente es importante que la cadena de suministro tenga monitoreado “bajo control” los niveles de calidad del producto desde las entrada de materiales con los Ingenieros de Calidad Compras(PMQE) con el monitoreo de los Críticos para la Calidad(CTQ), durante el proceso de producción cuidar los Críticos Para el Proceso (CTP) y por su puesto la entrega al consumidor final todo esto retroalimentado con información de campo a través de los Ingenieros de Calidad Campo (FQE) que informe de los problemas de calidad que afecta y ponen en riesgo la permanencia de la marca en el mercado cada vez más competitivo a través del Diseño o rediseño del producto según la parte del proceso en la que se encuentre la Compañía-Producto. Tal como se muestra en la Figura. 31

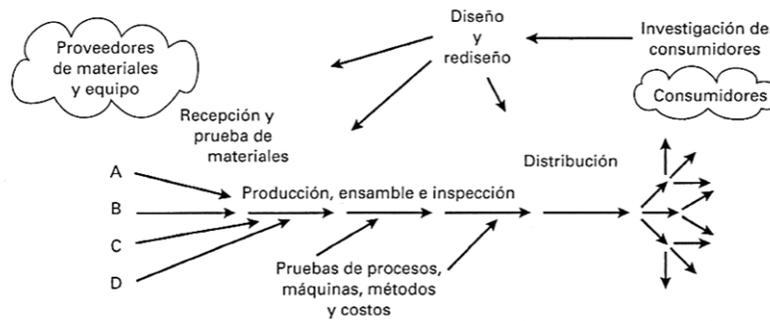


FIGURA 31 Esquema De Control De Calidad Retroalimentado [LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE LA CALIDAD]

## 4.2 SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN.

Para poder llevar a cabo un proceso de manufactura que produzca producto electrónico de buena calidad se requiere tener un Plan de Trabajo o Plan de Control de Calidad el cual se asegure de recibir, procesar y entregar solo producto que supera las expectativas del cliente. Con procesos que den valor agregado al producto a través de una cadena de transformación como lo muestra la tabla 2.

TABLA 2 PLAN DE CONTROL PROCESO

Inspección recibo
Plan de Capacitación Operadores.
Parámetros de Herramientales y Equipos de Ensamble.
Liberación de Estaciones Críticas.
Monitor Estaciones Críticas.
Sistema de Alertas Tempranas.
Autoría al final de Línea de Producción (ALFI).
Tablero de Calidad Presentaciones resultados.
Ajuste de parámetros de equipos de pruebas PQA.
Generación y liberación de nuevos dispositivos de Ensamble y Prueba para cerrar el círculo de la retroalimentación.
Herramientas.

### 4.2.1 INSPECCIÓN RECIBO. (PMQES)

**Propósito:** Validar la Calidad de los materiales Surtidos a la línea de ensamble.

### 4.2.2 PLAN CAPACITACIÓN OPERADORES.

**Propósito:** Generar en el equipo Operativo el compromiso de la Producción con Calidad a través de la conciencia de Calidad, formando en cada estación de ensamble una alerta Temprana (Alerta Temprana es un Control de Calidad de lazo cerrado para una sección del una línea de ensamble).

### 4.2.3 PARÁMETROS DE HERRAMENTALES Y EQUIPOS DE ENSAMBLE.

**Propósito:** Liberación de herramientas de acorde a las especificaciones del producto.

#### 4.2.4 PLAN DE LIBERACIÓN DE ESTACIONES CRÍTICAS

**Propósito:** Liberación de herramientas de acorde a las especificaciones del producto. Asegurar la capacitación de Operadores Titulares y suplentes de las estaciones Críticas.

#### 4.2.5 MONITOREO DE ESTACIONES CRÍTICAS

**Propósito:** Realizar tablas de control de proceso, y reportes actualizado de los relevantes del día.

#### 4.2.6 SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS.

**Propósito:** Informar, Parar y retroalimentar en tiempo real de los relevantes de calidad encontrados en la línea de producción. Nivel Operador y Checker de los diferentes tramos inicio, medio y/o Línea Final.

#### 4.2.7 AUDITORÍA AL FINAL DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN (ALFI).

**Propósito:** Validar los diversos criterios de la Calidad del Producto Terminado.

**Método:**

- Auditoria de Apariencia.
- Auditoria de Configuración.
- Auditoria de Funcionalidad.
- Auditoria de Empaque.
- Auditoria de Seguridad.

#### 4.2.8 TABLERO DE CALIDAD DE LÍNEA.

**Propósito:** Presentar los resultado y Hallazgos de Calidad Surgidos Día a Día y Resumen Semanal.

#### 4.2.9 AJUSTE DE PARÁMETROS DE EQUIPOS DE PRUEBAS PQA.

**Propósito:** Ajustar los parámetros y validar el correcto funcionamiento de las ventanas del rango de aceptación de acorde a las especificaciones del producto.

#### 4.2.10 RETROALIMENTACIÓN DE RESULTADOS

**Propósito:** La generación de acciones de mejora y/o cambios de dirección y herramientas de apoyo para la mejora continua.

## 4.3 SISTEMA DE CONTROL DE ESD (ELECTRO STATIC DISCHARGE) Y MANEJO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS.

### 4.3.1 INTRODUCCIÓN

La electricidad estática se crea comúnmente por fricción y separación de materiales. La fricción causa calor, el cual agita a las moléculas del material. Cuando los dos material se separan, una transferencia de electrones de un material al otro puede ocurrir.

### 4.3.2 LA DESCARGA ELECTROSTÁTICA

Por sus siglas en inglés: **E**lectro **S**tatic **D**ischarge, (ESD) es una acción electrostática donde circula una corriente eléctrica repentina y momentáneamente entre dos objetos de distinto potencial eléctrico.



FIGURA 32 Símbolo De Protección ESD

La "chispa" se da cuando la fuerza del campo eléctrico supera la fuerza dieléctrica del aire (aproximadamente de 4 a 30 kV/cm). Esto puede causar un rápido incremento del número de electrones e iones libres en el aire, provocando que el aire se convierta de pronto en un conductor eléctrico mediante un proceso llamado "caída dieléctrica".

El mejor ejemplo de una "chispa" natural, es la caída de un rayo. En este caso, la diferencia potencial entre una nube y el suelo, o entre dos nubes, es de cientos de millones de voltios. La corriente resultante que fluye a través del aire ionizado provoca una liberación de energía de forma explosiva. El daño por ESD no se puede detectar a simple vista, para que una descarga eléctrica pueda ser sentida por el humano requiere superar los 3 mil volts, lo que significa que el individuo puede estar cargado y sin percatarse descargar una gran cantidad de energía a los componentes dañándolos.

La figura 33 muestra daño microscópico y la figura 34 muestra un daño mas grande, el desastre del dirigible Hindenburg, que, tras numerosas teorías sobre cómo se produjo el accidente, éste fue atribuido a una descarga electrostática que prendió fuego a unos paneles manchados con termita, un compuesto que es altamente inflamable. La aeronave había pasado por una tormenta donde había adquirido una gran carga electrostática. La descarga ocurrió cuando fueron a amarrar las cuerdas para aterrizar en Nueva Jersey en 1937.

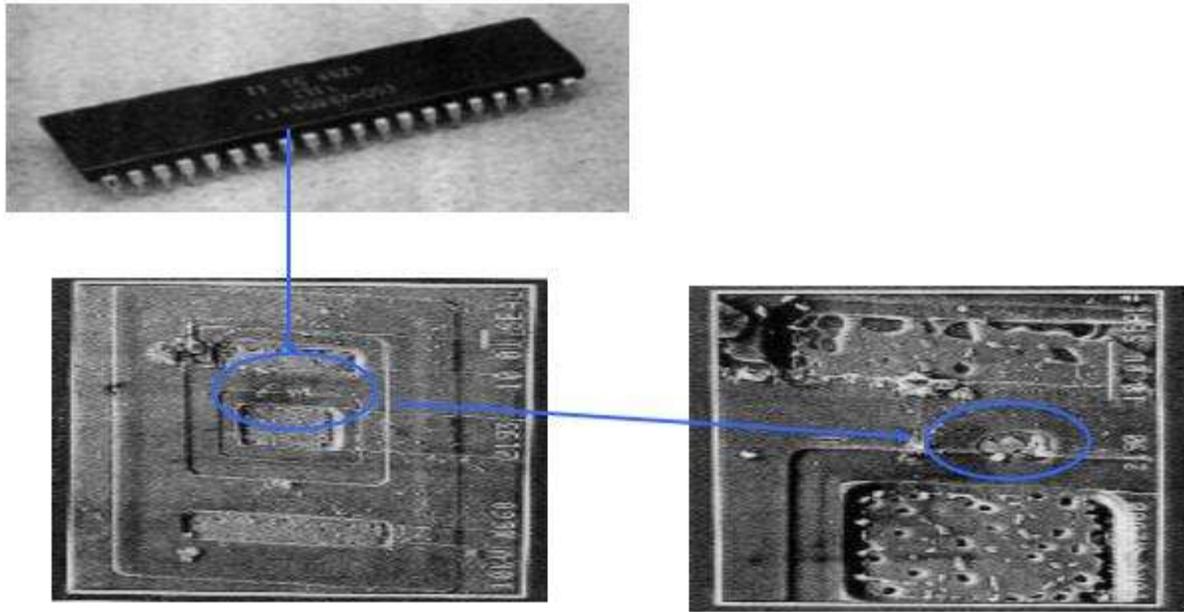


FIGURA 33 Daño Microscópico Por ESD

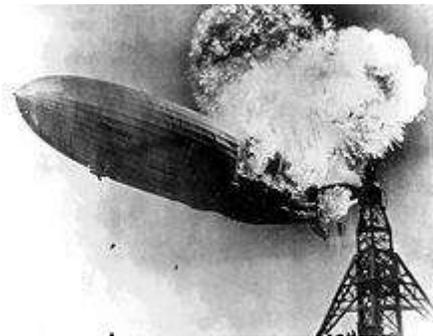


FIGURA 34 Efecto De Chispas Ocasionadas Por La Estática. (El Hindenburg Momentos Después De Comenzar A Arder)

### 4.3.3 TIPOS DE DAÑO

#### 4.3.3.1 FALLAS SEVERAS.

Son daños ocasionados por fuertes impactos eléctricos en los componentes de la circuitería de tal forma que inhabilita de forma inmediata y definitiva la funcionalidad del componente. Esta falla puede surgir en la producción del componente o del producto final en ambos casos es detectable por el productor y puede ser detenido en las pruebas del productor. Lo cual implica un desperdicio para la empresa o como se vio en el tema 1.2.1 es un costo al producto. El hallazgo de estas fallas es de vital importancia para el proceso de manufactura para emprender acciones tanto en casa de producción o en casa del proveedor, llevando la evidencia de falla hasta el desarrollo de los componentes, ver ejemplo de Texas Instruments (TI).

El componente TPD4S214 es un dispositivo protector ESD de puerto el cual conectado en paralelo a los puertos a proteger los puertos del micro, aún y cuando los micro componentes cuentan con su propio sistema de protección interno.

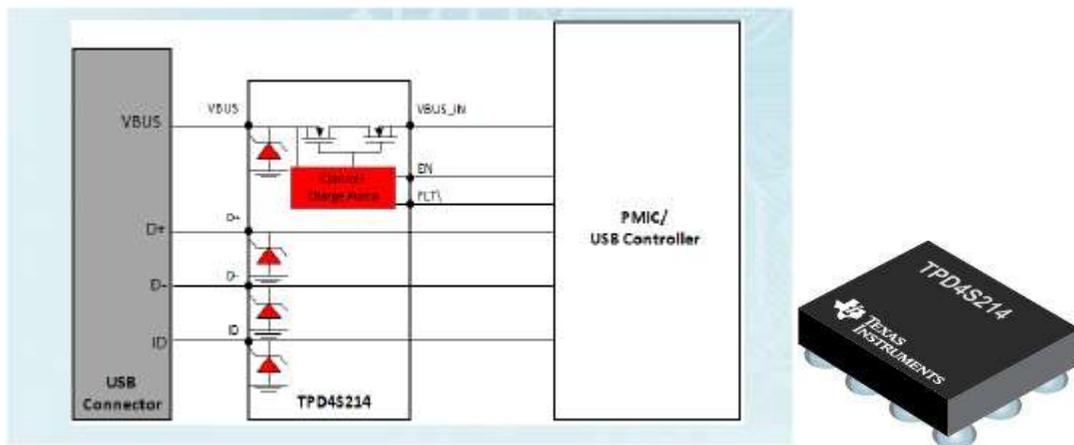


FIGURA 35 Circuito Protector De ESD. (INSTRUMENTS, 2014)

#### 4.3.3.2 FALLAS SUAVES.

Son daños que se presentan en partes no esenciales de los componentes o de poco uso este tipo de falla también conocida como “Fallas de Campo”, “Fallas en casa de Cliente”, o “Cero Kilómetros” (según el mercado) es una falla que al ser aleatoria o de poca ocurrencia por lo que pueden pasar las pruebas de la línea de producción e incluso funcionar correctamente por un corto periodo de tiempo resultan en operación intermitente de circuito, llevando la falla ocasional a reducir el tiempo de vida del componente como se vio en el capítulo 2.4.

#### 4.3.4 DISPOSITIVOS DE ATERRIZADO DE ESTACIONES DE TRABAJO

De acuerdo al nivel de ensamblaje y el propósito de la empresa se puede contar con equipo de protección de diferentes magnitudes tanto en nivel de equipamiento como área de protección EPA por sus siglas en inglés (Electrostatic Protected Area), la protección se puede hacer de diversas formas y equipos, ya sea pintando toda la planta de trabajo con

pintura ESD o ionizadores de aire en puntos estratégicos del área o se puede reducir la protección ESD a estaciones específicas del proceso de ensamble.

En la Figura 36 se muestra una estación de trabajo básica para una operación de ensamble estático que consta de los siguientes componentes: Ionizador de aire en la parte superior (se puede agregar iluminación si la estación si lo requiere), Mesa de trabajo con tapete ESD debidamente aterrizado, Tapete de piso y finalmente una Pulsera de aterrizado para el operador que puede ser cambiado por una talonera para liberar las operaciones manuales del operador.

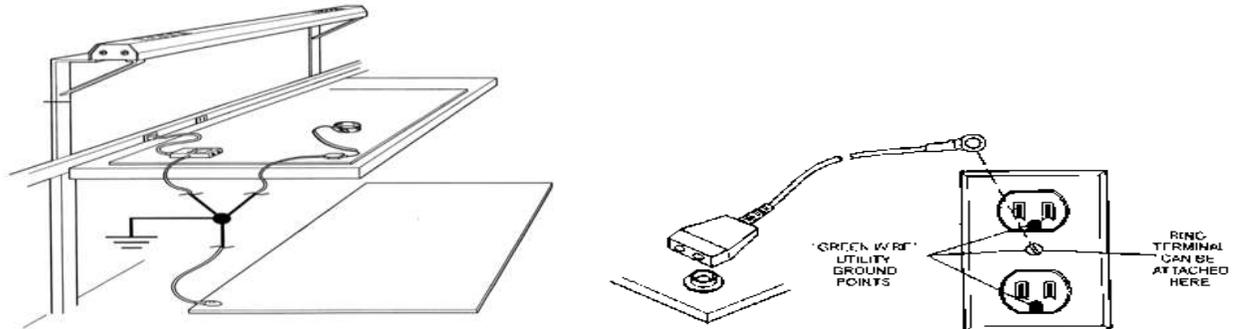


FIGURA 36 Aterrizado De Estación De Trabajo.

#### 4.3.5 DISPOSITIVOS DE ATERRIZADO (DESCARGA) PARA OPERADORES

El personal es un cuerpo aislado por el calzado y que al estar en constante movimiento genera energía estática que se debe liberar de forma controlada para evitar daño en las partes como en el usuario, como se vio anteriormente en este capítulo, " la chispa" originada por a acumulación de ESD puede ser molesta para el ser humano por lo que se debe contar con un sistema de descarga controlada, en este caso puede ser por una pulsera o talonera que tenga una resistencia en serie entre el operador y el punto de aterrizado la cual generalmente oscila de 1 a 10 MΩ. En compañías que solo ensamble electrónico se utilizan casi todos los equipos, equipando a los operadores desde calzado, gorras, guantes, overoles y batas, aparte de los dispositivos fijos para la neutralización de las áreas de trabajo.



FIGURA 37 Equipos ESD Para El Personal.

#### 4.3.6 MATERIAL DE TRABAJO Y EMBALAJE PROTECTOR DE ESD EN LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA



FIGURA 38 Charolas De Transporte Y Embalaje.

La Caja utilizada para el transporte protegido de componentes electrónicos sensibles a descargas electrostáticas. Los sistemas de almacenaje fabricados en plástico conductor son un buen ejemplo de producto creado específicamente con este cometido. Para ello se le añade al polipropileno copolímero (PPC) con el que están fabricados un aditivo conductor: el carbón Black. Esto, además de otorgarle un característico color negro, les confiere una resistividad

superficial específica que permite derivar a tierra las cargas electrostáticas. De esta forma se pueden almacenar, transportar y manipular de manera segura circuitos, tarjetas, placas, etc.

#### 4.3.6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CAJAS CONDUCTIVA

- Material de base: Polipropileno copolímero (PPC)
- Aditivo conductivo: Carbón Black
- Color: Negro
- Densidad a 23 °C: 1.04 (gramo/cm<sup>3</sup>)
- Punto de ablandamiento Vicat: 154 °C ISO 306
- Temperatura de utilización: 80-100 °C (permanente) 100-120 °C (tiempo breve)
- Resistencia eléctrica de la superficie: <104 Ω cm (medido de acuerdo a EN 61340 a 20 °C con electrodo anular 5 cm<sup>2</sup>)
- Resistividad específica: 4 Ω cm (medido de acuerdo a 20 °C con electrodo anular 5 cm<sup>2</sup>)
- Envejecimiento: no hay disminución de conductividad (en 7 años de servicio)
- Excelente resistencia a los rayos UV
- Resistencia a agentes químicos: óptima (según clasificación PP generalmente válida)

Los estándares internacionales que se utilizan para definir los EPA típicos y se pueden encontrar en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) o del American National Standards Institute (ANSI).

Hay varias normativas usadas actualmente, que incluyen las normas europeas EN 100015, EN61340-5-1, y la norma americana ANSI/ESD 20:21.

La EN 61340-5-1 ha superado ahora a la EN 100015, y es el estándar principal en Europa.

La ANSI/ESD 20:20 se utiliza principalmente en Norteamérica. Los fabricantes que todavía usan la EN10015 deben ponerse al día con la EN 61340-5-1 tan pronto como les sea posible.

La ESDA desarrolló el estándar S20.20 que además es soportado por ANSI y conocido como estándar ANSI ESD S20.20. Éste cubre todos los requisitos para el diseño, establecimiento, implementación y mantenimiento de un programa completo de control de ESD. El nacimiento de este estándar tiene su origen en que, tradicionalmente, eran los militares los que desarrollaban las especificaciones y medidas para el control de la ESD en su EE.UU. Sin embargo, con el paso del tiempo se centraron más en buscar una comercialización de sus estándares que en desarrollar nuevos. Fue entonces cuando el Departamento de Defensa pidió a la ESDA que convirtiese el MIL-STD-1686 en un estándar comercial, el ANSI/ESD S20.20

## CAPÍTULO 5 SEGURIDAD.

### 5.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las funciones a desempeñar un sistema se cataloga de baja o alta seguridad también conocida como secrecía Industrial. Convirtiendo el diseño y por ende el producto de control en una pieza de dominio público o una pieza de seguridad nacional o mundial.

#### 5.1.1 BAJA SEGURIDAD.

En dispositivo como un interruptor de casa tiene partes muy simples donde el diseñador puede hacer miles de piezas y todas son iguales y se producen en la misma planta desde el diseño del botón hasta el material de los contactos.

#### 5.1.2 ALTA SEGURIDAD

Existen diseños de equipo electrónico que son desarrollados en un país bajo estrictas normas de seguridad industrial y fabricadas en diversas partes del mundo sin proporcionar la función de la pieza y el nombre de la unidad en la que se ensambla y su funcionamiento se maneja como cajas negra con entrada y salida de información específica.

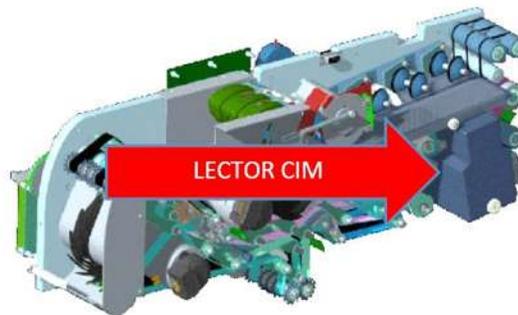


FIGURA 39 Lector Identificador De Billetes CIM

**Ejemplo:** El modulo CIM de los cajeros automáticos tiene la capacidad de identificar hasta 18 denominaciones en una exhibición ( 24 en Base de Datos de Divisas en sus diferentes denominaciones) , la validación de divisas lo hace a través de la validación de los valores de Fluorescencia, Imagen, Brillo, Cinta Magnética, tinta magnética y dimisión del billete, todos estos parámetro son los candados de seguridad en los cuales se basa la seguridad de la mayoría de las monedas en el mundo, es por eso que esta información se maneja como cajas negras bajo estrictos protocolos de seguridad internacional por lo que implica para el mercado monetario internacional

En muchos casos las piezas electrónicas requieren del parte del cliente solo cumplir con los requerimientos establecidos en el *ICT (Current Circuit Test)* y *FCT (Functional Component Test)* y *CTQ's (Critics To Quality)*, provocando que el Productor de electrónicos no llegue a saber el destino final de las piezas fabricada ni su función.

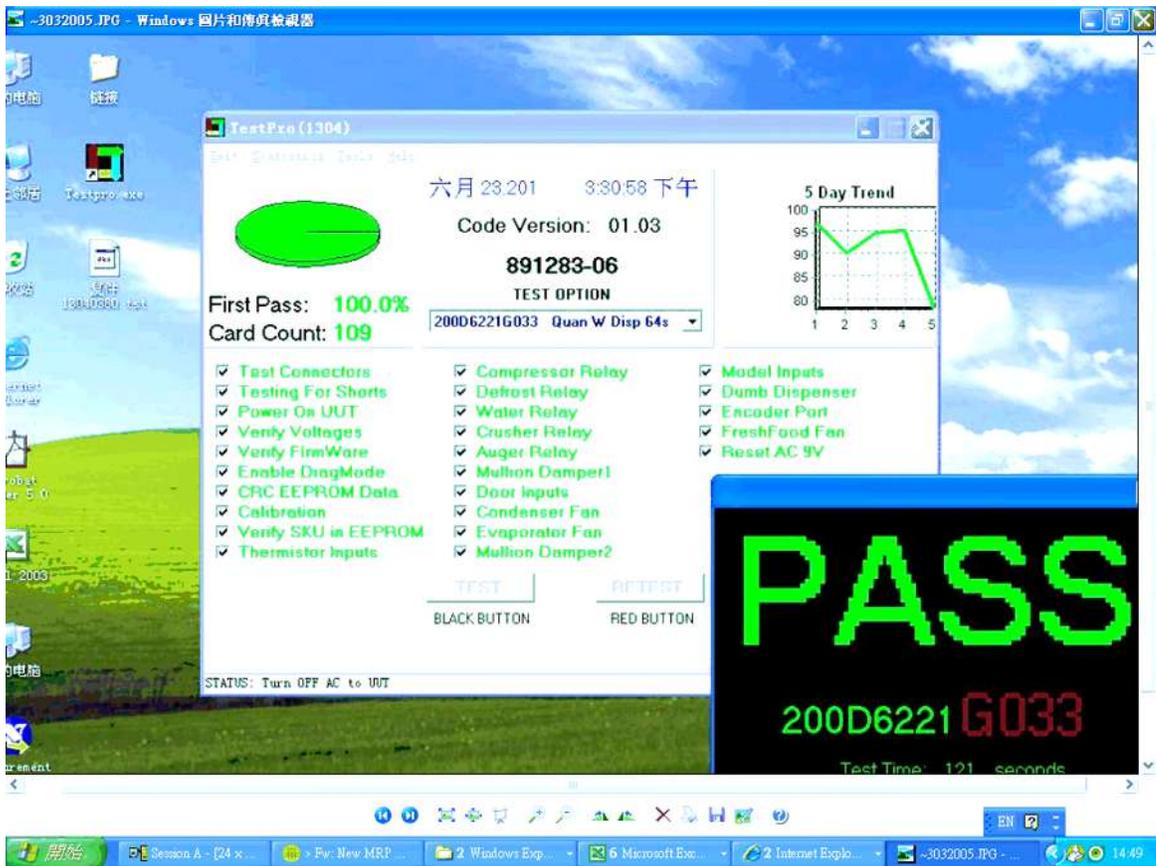


FIGURA 40 Pantalla De Prueba FCT, Cortesía De WKK Technologies

En la figura 40 se muestra una pantalla de dispositivo de pruebas el cual realiza la rutina de pruebas a los diversos componentes y circuitos electrónicos de una tarjeta. Esta serie de pruebas es realizada en conjunto por y el productor de tarjetas como resultado final de una evaluación de proceso de ensamble, validación del diseño conocido como DFM (Design for Manufacture) y en el respectivo AMEF (Análisis de Efectos de Modos de Falla) del la Línea de producción

# CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

## 6.1 CONCLUSIONES PARA EL DISEÑO ELECTRÓNICO

A continuación veremos los vectores de la figura 34 donde se marcan las expectativas del cliente en valores que van del 0 al 1 donde 0 es “NO Satisface” y 1 es “SI satisface” considerando que toda superación de las expectativas es lleva tener el valor más alto es por ello que los datos de homologan para tener una evaluación grafica sin alteración de unidad de medida, para estandarizar el valor se toma el cociente del valor obtenido entre el valor más grande de la comparación. Para que el máximo valor sea siempre la oportunidad real del producto. En la ecuación 07 se representa el cálculo para presentar la capacidad de un Transistor, donde el cliente espera tiempo de vida de 5000 000 ciclos sin embargo el proveedor 1 solo presenta 2 500 000 a un costo de 0.17 USD contar el precio demandado por el cliente 0.25 USD Ecuación 08 y un nivel de confiabilidad ( nivel de Z ) de 4.2 comparado con el 4.5 recomendación para un diseño ecuación 09 , un nivel de 4.5 a largo plazo es considerado de Clase Mundial.

Estándar Número de ciclos   —————                   .....Ecuación. 07

Estándar costo unitario   ———                   .... .....Ecuación.08

Estándar del nivel de confiabilidad   —                   .....Ecuación.09

Pensemos en tres diferentes transistores los cuales evaluaremos con tres parámetros que son: Capacidad de Corriente, Confiabilidad y Costo.

La grafica de capacidad es una representación rápida de las características en la cual se pueden obtener una decisión rápida para la elección de un componente sin embargo no es un factor determinante si no se tiene un estudio de calidad más robusto como un estudio de capacidad analizado con una de las diversas herramientas de calidad estadística como es 6 Sigma.

Tanto para el diseño de circuitos como para el control de la calidad de los componentes electrónicos es importante contar con sistemas de monitoreo que no ayuden a visualizar las condiciones de en las que estamos y como miran nuestros clientes nuestro producto para poder ser competitivos ante un mercado global sobre todo en la ciencia de la tecnología donde la globalización trae oportunidades de competir con países en el diseño de nuevas tecnologías. Y con esto pasar de ser consumidores a productores explotando el potencial del Ingenio Mexicano.

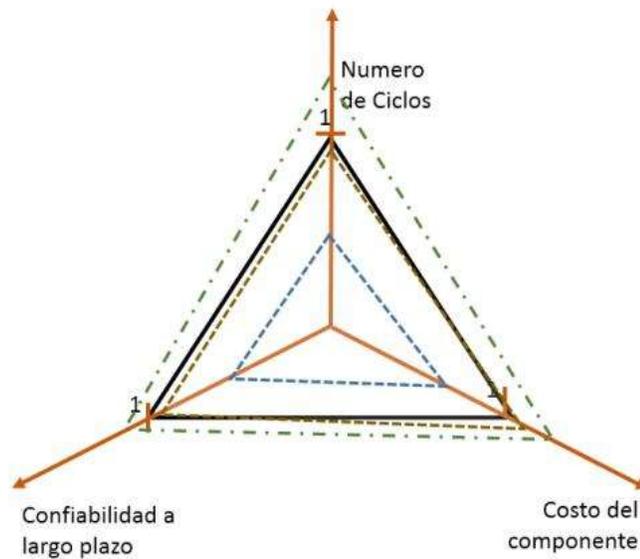


FIGURA 41 Grafica Estándar De Evaluación

## 6.2 OBSERVACIONES PARA EL DISEÑO ELECTRÓNICO.

Como Ingenieros Electrónicos se cultiva el conocimiento técnico para el desarrollo de nuevas alternativas que mejoren la calidad de vida de la Humanidad en el siglo 21, sin embargo de forma integral se coadyuva en una integración de ciencias para hacer tangible un producto y la integración de estas ciencias como son la estadística, Administración Industrialización, Comercio y Control de Procesos es lo que entrega al consumidor el producto que empezó como un requerimientos del usuario y un esquemático en un programa de diseño o una hoja de dibujo de un Ingeniero electrónico. Como ingenieros debemos recordar que somos humanos y aunque soñemos con robots y sistemas automáticos siempre se debe tener en cuenta las relaciones humanas como parte esencial del diseño electrónico y la vida.

## BIBLIOGRAFÍA.

CIMASPA., V. I. (2008). *CIMA S.P.A., VIA DI MEZZO 2-4 - 41037 MIRANDOLA MODENA - ITALY*. VIA DI MEZZO 2-4 - 41037 MIRANDOLA MODENA - ITALY: [HTTP://WWW.CIMA-CASH-HANDLING.COM/](http://www.cima-cash-handling.com/). Obtenido de [HTTP://WWW.CIMA-CASH-HANDLING.COM/](http://www.cima-cash-handling.com/).

CORPORATION, V. R. (s.f.). *HANSE VIEW OPERATION MANUALS*. JENISON, MI USA.

EVANS, J. R., & UNSAT, W. M. (1999). *LA ADMINISTRACIÓN Y EL CONTROL DE LA CALIDAD. CUARTA EDICIÓN*. INTERNATIONAL THOMAS EDITORES.

GE., G. E. (2013). *ETP 0910C001\_REV9 ELECTRONICS RELIABILITY, REVISION # 9, 01/01/13*. Louisville Kentucky: ENGINEER TEST PROCEDURE FOR ELECTRONIC COMPONENTS.

INDUSTRIES, A. C. (REVISIÓN E-2010). *IPC-A-610 SP*. ASSOCIATION CONNECTING ELECTRONICS INDUSTRIES.

Instruments, T. (2014). *USB ESD Protection*. Obtenido de <http://www.ti.com:80/http://www.ti.com/sitesearch/docs/universalsearch.tsp?searchTerm=tpd4s214yff#linkId=1&src=top>

WALPOLE, R. E., & MYERS, R. H. (1992). *PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA CUARTA EDICIÓN (TERCERA EDICIÓN EN ESPAÑOL)*. Mc GRAW-HILL.