

Fusión - SN

Por
Allan Warner

SN- Fusión (también llamada Fusión de estaño) es un método de unión de conductores eléctricos de cobre lo que resulta en una excelente conexión eléctrica, sin necesidad de ningún tipo de terminal o algún otro dispositivo mecánico de sujeción. Ambos, conductor aislado y desnudo (alambre magneto o para embobinar) pueden ser unidos. Es posible unir conductores recubiertos de una película de aislante sin la previa remoción de dicho aislante, el cual es automáticamente eliminado durante el proceso de fusión. Es también posible el uso de terminales de muy bajo costo con este proceso.

SN- Fusión requiere que al menos uno de los conductores que se unirán esté cubierto o mejor, chapado (plateado) con estaño. El estaño actúa como limpiador o purificador de los metales que van a ser fundidos. Sin la cubierta de estaño, se puede obtener una unión, pero podría no ser lo suficiente fuerte para ser efectiva. Es también posible el uso de Oro o Plata en lugar de estaño, aunque normalmente no es práctico, por su alto costo.

Para que sea válida la unión obtenida, todo aislante y sustancias ajenas deben ser removidas en el proceso de fusión. Después de que esto ocurre, el estaño humedece el conductor desestañado y purifica el cobre (o la aleación rica en cobre, como el latón) en la superficie de contacto donde se va a llevar a cabo la unión. El proceso de fusión continúa al calentar la unión, lo que resulta en la remoción del estaño de dicha área, ésta área consiste ahora de cobre ultra-limpio en contacto con cobre ultra-limpio (o una aleación rica en cobre), bajo calor y presión.

Los metales limpios, apretados fuertemente uno contra otro y calentados justo antes de que se fundan, resulta en una difusión (soldada o enlazada químicamente) las superficies metálicas se funden y la conexión ha sido creada.

Enlace por difusión (también llamado unión por soldadura. Un proceso de soldado de estado sólido que produce una unión por la aplicación de presión a una elevada temperatura con una no <macroscópica> muy notoria deformación o cambio relativo de las piezas sobre las que se trabaja.

La definición arriba mencionada proviene de la enciclopedia Jefferson de Soldadura, que fue publicada por la sociedad Norteamericana de soldadura de Miami Florida, E.U.A. en 1997 y es la definición corriente o estándar de la industria, aceptada por el Instituto Nacional de Normas de Estados Unidos (ANSI), por sus siglas en ingles clasificada como Norma A3.0-94, publicada por primera vez en 1940 y recientemente revisada en 1994.

Fusión - Historia

Fusión es un método de unión de alambres de baja resistencia eléctrica aislados o no aislados por medio del uso de un método muy simple, el cual utiliza una máquina de fusión de resistencia.

La fusión fue originalmente desarrollada a principios de los 50's para uso en la manufactura de pequeños motores eléctricos tipo universal o D.C. (corriente directa), En ese entonces, la producción en masa de motores eléctricos para el mercado era discreta, pequeña, las armaduras eran embobinadas en máquinas y los alambres eran insertados en las ranuras del conmutador a mano.

La película de aislante era removida manualmente del devanado de alambres previa a su inserción y los alambres eran entonces unidos a el conmutador la armadura era entonces sumergido en un baño de soldadura derretida. Esto trabaja bien para baja producción y todavía se ha estado haciendo para algunas operaciones pequeñas fuera de los Estados Unidos.

Así como la producción se incrementó y los sistemas de

aislamiento de alta temperatura fueron teniendo disponibilidad, un rápido y más confiable método de unión fue requerido. Un sistema de fusión fue desarrollado para conectar los alambres con película aislante a la ranura del conmutador, sin previa remoción de dicha película de aislante.

El proceso de fusión automáticamente eliminaba el aislante. Este proceso es utilizado todavía para motores de alto rendimiento. El método de fusión de alambres dentro de las ranuras del conmutador es también usado por otras aplicaciones no relacionadas a los motores, aunque con limitaciones.

Al incrementarse la producción de motores, los fabricantes quisieron eliminar la necesidad de colocar los alambres dentro de las ranuras.

Máquinas embobinadoras fueron desarrolladas para acomodar los alambres alrededor de pernos o ganchos (espigas) en el conmutador, a los alambres fueron soldados.

El proceso de soldado fue entonces completamente eliminado con la introducción de la fusión de las espigas del conmutador para alta producción de motores. Este método es todavía usado hoy para manufacturar al menos el 95% de todas las armaduras para motores eléctricos universales o de corriente directa con conmutadores de espiga que son producidos en E.U.A. y al menos el 90% de los producidos en el resto del mundo. La fusión de conmutadores ranurados incrementa las estadísticas hasta 98% para los Estados Unidos y 95% para el resto del mundo. Fusión, ya sea para conmutadores ranurados o de espiga es el método más aceptado en el mundo entero.

En 1962, una máquina específica diseñada para fusión de conmutadores (tanto para armaduras de ranura o de espiga) fue patentada (Patente U.S. 3,045,103 dicha máquina es similar a la maquinaria utilizada hoy en día.

Las nuevas versiones difieren únicamente en la construcción de la cabeza de fusión y los tipos de electrodos usados para controlar el tiempo de fusión, el calor y la corriente.

A principios de los 50's, máquinas fusionadoras fueron desarrolladas para otras aplicaciones aparte de la fusión de conmutadores.

La mayoría fueron para fijar el embobinado final a las terminales de las espigas, colocado en un carrete de plástico.

Al pasar el tiempo, los sistemas de terminación en espiga fueron desarrollados para conectar alambre con la película aislante a casi cualquier componente actualmente el acabado en espiga puede ser usado en vez de la mayoría de terminales prensadas así como en muchas aplicaciones donde este tipo de terminales no son las adecuadas normalmente el estaño no es un componente requerido para la fusión de espigas. Esto es porque el proceso no usa los niveles suficientemente altos de calor para remover el estaño del área de unión de las espigas. Por consiguiente, una unión por difusión normalmente no es creada durante este proceso.

SN- Fusión – fue primeramente desarrollada para unir un conductor sencillo de alambre magneto con película de aislante a un alambre trenzado y estañado. La película de aislante era automáticamente removida durante el proceso de fusión. Posteriormente, otros métodos fueron desarrollados para unir un número mayor de alambre magneto entre ellos mismos. Así como alambre LITZ, usando tubos estañados y para unir alambre magneto a pernos y terminales estañados.

También, un proceso fue desarrollado para unir grandes conductores estañado a grandes conmutadores en motores de arranque y motores de tracción.

Fusión y Superficie de Adhesión

Fusión es un método para unir metales de baja resistencia con un tipo de máquina soldadura de resistencia pero sin distorsión apreciable de las partes a ser unidas. Normalmente cuando el cobre es soldado por resistencias, es drásticamente distorsionado. Esto no ocurre con la fusión. Lo que realmente ocurre al fusionar conmutador y espiga (los cuales no son por el proceso de FUSION - SN), es que las partes son calentadas y presionadas entre si hasta que todo el aire entre ellas es eliminado y los puntos altos de calentamiento o fusión de una parte son empujados hacia los puntos bajos de la otra y viceversa. Una superficie de contacto adhesiva mantendrá entonces a las partes juntas con SN – Fusión un enlace por difusión es llevado a cabo. Fusión de conmutador o espiga no es lo mismo que SN-Fusión. Con SN-Fusión hay un enlace metalúrgico. Con la fusión de conmutador o espiga se da únicamente una unión por adhesión de superficies, la cual está físicamente sostenida por la espiga fundida terminalmente.

La adhesión de las superficies de contacto no es técnicamente una soldadura o un enlace por difusión. Es una unión por Termo-Compresión, la cual afecta únicamente alrededor de 0.0002 de una pulgada (0.005

mm) de profundidad respecto a la superficie sin existir una amalgama o difusión de metales. Como la fuerza de la unión no es demasiado grande,.

Debe ser usada solo con partes específicamente diseñadas para ser fusionadas (fundidas) como la terminal de una espiga o inserción de cable. De cualquier manera, el conmutador o la mayoría de las terminales espiga no están diseñadas para soportar las altas temperaturas requeridas en el proceso SN-Fusión .

Como se indica arriba, el alambre es calentado durante el proceso de fusión (no el de SN-Fusión).

El calor en la superficie del alambre puede alcanzar del 1,000 grados F. a 2000 grados F (537 grados C. a 1,093 grados C). Esta intensidad de calor usualmente no es sostenido por más de 450 milisegundos. Normalmente para alambres pequeños, 64 a 160 milisegundos es el tiempo promedio. Durante este lapso, el alambre aislado con cualquier película o plástico aislante conocido será instantáneamente vaporizado en una bocanada de humo.

Soldadura o Fusión

Las palabras fusión y soldadura son usadas indistintamente por la mayoría de la gente. Existe una gran diferencia entre los dos procesos y su maquinaria o equipo soldadura por resistencia (por puntos) es el proceso de unir metales calentándolos localmente hasta alcanzar su estado plástico, y entonces forjar este metal plástico conjuntamente. Los metales al ser unidos son calentados internamente al pasar una corriente a través de ellos.

La resistencia del metal determina el aumento de corriente y el tiempo que la corriente debe emplear para alcanzar su estado plástico. Porque queremos que los metales a soldar sean calentados internamente, debemos asegurarnos que los dispositivos (llamados electrodos) que conducen la corriente tengan una resistencia menor que aquellos que van a ser soldados.

Soldadura. “ Proceso de unión que produce coalescencia, unión (el crecimiento común o incremento dentro de un cuerpo de materiales) de materiales por calentamiento hasta su temperatura de soldado”.

Soldadura por Resistencia "Grupo de procesos de soldado que produce coalescencia (la unión superficial de un miembro que está en contacto con ...otro miembro al cual será unido) en las superficies con el calor obtenido de una resistencia (eléctrica) de un circuito del cual la pieza a trabajar forma parte, y por la

aplicación de presión”.

Las definiciones arriba mencionadas provienen de la enciclopedia de soldadura Jefferson, que fueron publicadas por la sociedad norteamericana de soldadura. De Miami, Florida E.U.A., En 1997 y es la definición estándar, así como la definición de el instituto nacional de estándares de América (ANSI) A3.0-94 publicada por primera vez en 1940, y recientemente revisada en 1994.

Cuando fusionamos, solo necesitamos al opuesto. Los dispositivos portadores de la corriente, se calientan porque tienen una resistencia mayor que las partes que se van a fusionar. Estos dispositivos portadores de calor (electrodos) disipan el calor entre las partes que van a ser fusionadas.

El proceso de fusión calienta los alambres y/o las terminales. Cualquier aislante del cable es vaporizado en este lapso de tiempo teóricamente, los alambres no deberían deformarse, pero usualmente lo hacen ligeramente. El alambre es aplanado u poco menos de 200 % de su diámetro original aceptable, en el mayor de los casos. Mas de este porcentaje debilitara el alambre a un punto donde se rompe al menor movimiento o esfuerzo mecánico, como ocurre cuando un aumento de corriente pasa a través de el, o la conexión vibra.

En el proceso de soldado, necesitamos un sistema de enfriamiento para proteger el transformador, los electrodos y otros dispositivos portadores de corriente de cualquier transferencia de calor de la partes que van a ser soldadas así como el calor se manifiesta recíprocamente en las piezas a ser soldadas, el sistema de enfriamiento no podrá absorber la mayor cantidad de el, el proceso de trabajo dispara la parte restante de calor que se produce a través de el. En fusión el calor es generado en los electrodos y disipado entre el trabajo y el resto de los dispositivos.

Por lo tanto, el sistema de enfriamiento deberá ser más grande a diferencia del proceso de soldado. El calor se manifiesta equitativamente de acuerdo al tamaño, ya sea e un transformador para fusión o soldadura, solo que en el transformador utilizado en el proceso de fusión deberá tener un rango mayor de temperatura ya que la mayor cantidad de calor fluirá hacia el de parte de los electrodos.

En un sistema de soldadura la presión será ejercida en las partes a forjar una contra otra, cuando alcancen ambas su estado plástico que sea lo suficientemente precisa para que las piezas fragüen, ya que a aumento

de presión provocara que la corriente pase más fácilmente a través de ellas, evitando que el calor haga que alcancen el estado plástico.

Si la presión usada "casi" o "ya mero", habrá una resistencia superficial entre las piezas a ser soldadas, y las otras piezas involucradas en el proceso, como los electrodos.

Cuando fusionamos, debemos aplicar más presión en el trabajo, ya que tratamos de forzar que las piezas se mantengan juntas, sin que alcancen su estado plástico. Esto significa que solo estamos ablandándolas ligeramente, dependiendo de la presión que ejercemos para mantenerlas juntas. Por consiguiente debemos mantener una presión constante ejercida a las partes a través de los electrodos.

A consecuencia de esto, la cabeza fusionadora es, por supuesto, más pesada que la cabeza de soldar, asumiendo que la capacidad de corriente que soportan en las mismas.

En fusión tratamos a los alambres como piezas que no van a ser unidas hasta el momento en que se le ha eliminado el aislante, óxido o cualquier partícula ajena al proceso. Esto significa que debemos aplicar la suficiente corriente a los electrodos para calentarlos hasta un punto donde puedan generar el suficiente calor como para remover dicho aislante o como el alambre se puede dañar fácilmente, este calor debe ser cuidadosamente aplicado en un extremadamente corto lapso de tiempo. La única manera de hacer esto, es con una instantánea vaporización. Normalmente, en un proceso de soldadura, lo sobrecalentaría si aplicáramos los mismos niveles de densidad de corriente en el mismo tiempo como el usado en el proceso de fusión, aun con el mejor sistema de enfriamiento. Con el equipo de fusión, debemos usar dispositivos portadores de corriente más grandes, más hierro (Fe) en nuestros transformadores, transformadores con voltajes secundarios más altos y un sistema completamente diferente de electrodos, a comparación del equipo de soldadura.

SN – Estaño

Estaño (SN-Stannum) es un elemento natural, metálico con un tinte azulado. No se oxida cuando se expone al aire a una temperatura ambiental normal. El estaño es usado principalmente para recubrir otros metales, como hierro, acero y cobre para protegerlos de la oxidación. También es utilizado como componente en soldadura suave.

En su estado puro, el estaño no causa daño a los humanos. Es por eso utilizado como el componente principal en el esmaltado de utensilios utilizados en la preparación de alimentos para consumo humano.

El estaño tiene un bajo coeficiente de fricción, por lo que es en ocasiones utilizado en rodamientos.

A continuación enlistamos algunas características y especificaciones de estaño

- Símbolo Atómico - SN
- Número Atómico - 50
- Peso Atómico - 118.70
- Punto de Fusión -- 231.9°C.(449.4° F)
- Punto de Ebullición -- 2.270°C (4,180 ° F)
- Tensión (20°C) 1.52 Kg/mm² (2.161.94 PSI)
- Punto de Ruptura (20°C) (1.26 kg/mm²) (1,792.14 PSI)
- Pureza comercial - 99.85 %

El estaño actúa como un solvente del cobre. Si el estaño es calentado hasta alcanzar su estado líquido, y una barra de cobre es introducida en él, la barra de cobre eventualmente se disolverá.

Esta acción de disolución o humidificación es lo que permite que el estaño cubra al cobre por disolución de las moléculas de superficie. El estaño se adhiere o humedece la superficie del cobre con una fuerza comparable a la que mantiene una pieza de metal sólido unida. Esto es debido a la atracción entre sus átomos vecinos, provocada generalmente por fuerzas químicas.

El estaño agregado por estas fuerzas no puede ser completamente drenado o limpiado en su estado fundido o líquido, por lo que la superficie del cobre permanece permanentemente humedecida por una capa o película de él.

Un compuesto Cobre/Estaño se produce siempre que el estaño humedece o baña al cobre. Este compuesto por sí mismo no es fuerte ni tiene muchas ventajas, por lo que usando una mínima cantidad de estaño puesta en contacto con una aleación con base de cobre en el menor tiempo posible, podemos cubrir o "estañar" dicha aleación, manteniendo la dureza y propiedades originales. Para que el estaño se produzca, el cobre deberá estar relativamente limpio de cualquier materia extraña. Sin la humidificación de cobre por el estaño, no se produce estañado, posiblemente se produciría una fijación en superficies irregulares. La superficie de contacto del estaño con el cobre es química con características puramente física, como si se tratara de

una acción solvente no mecánica.

El compuesto inter-metalico Cobre/Estaño que se forma cuando el Estaño humedece al cobre. De cualquier manera, la aleación producida cuando el estaño humedece al cobre es rica en estaño.

El bronce tradicionalmente, consiste de menos de 8% de estaño. El compuesto cobre/estaño que resulta del estañado, contiene menos del 8% de cobre con el restante porcentaje de estaño. Este compuesto tiene aproximadamente la dureza del estaño y ninguna de las cualidades del bronce.

El estaño puede también ser aplicado al cobre por electro-plateado plateado químico en una solución alcalina estannato de sodio o una solución ácida de sulfato de estaño. Este estañado electroquímico puede realizarse sumergiendo un artículo dentro de estaño fundido sin dañarlo o sin un predeterminado grosor de la capa o cubierta requerida. El electro-plateado de cobre con estaño es soportado por especificación militar (E.U.A.) MIL-T-10727 A... El espesor de la cubierta es normalmente de 0.0001 hasta 0.0006 de pulgada. 0.00254mm hasta 0.01524mm).

Sn-Fusión

Sn-Fusión consiste de seis pasos básicos que serán detallados a continuación. Estos pasos son llevados a cabo automáticamente, usualmente en menos de un segundo, por la maquina fusionadora

Presión de fusión es aplicada a los conductores que van a ser unidos, hasta alcanzar un nivel predeterminado. En este punto, se inicia el calentamiento.

Como se explico en la sección de fusión el calor es aplicado a el (los) electrodos fusionadores, y luego disipado entre las partes a ser fusionadas. Así como este calor se va incrementando, primeramente, la película de aislante, si es que la hay, del alambre magneto es vaporizada. Luego el estaño, el cual esta en un punto de fusión (derretido) actúa como un solvente para limpiar las superficies de los conductores de cobre.

Como el calor disipado aumenta, el estaño y el compuesto "Inter-metalico" formado son vaporizados o apartados de la superficie de contacto de la juntar o

Línea de Tiempo del Proceso de Fusión del Estaño



Inicio del ciclo SN-Fusión. Presión de Fusión esta siendo aplicada antes de iniciar el calentamiento.



La película de aislante y/o cualquier material ajeno en el estaño alambre magneto es vaporizado



El estaño actúa en las superficies de contacto de la union humedeciendo y bañando ambos conductores de cobre.



El estaño y el compuesto inter-metalico resultante son removidos o vaporizados.



Los conductores de cobre ultra-limpio son fusionados conjuntamente.



Presión de fusión aplicada en frio después de terminado el calentamiento.

unión. El cobre ultra-puro resultante de la superficie de contacto de los conductores es entonces fundido, produciendo un enlace por difusión.

De cualquier manera, la presión de fusión debe ser continuamente aplicada, hasta que la unión se enfría a una temperatura razonable, o los metales, debido a su estado plastico, se romperan a causa de las fuerzas. De las fuerzas contractuales que están siendo aplicadas e ellos durante el enfriamiento.

Sin el uso del Estaño como metal limpiador, la fusión se puede dar si existe un dispositivo mecánico para mantener sujeta la unión, como una espiga o ranura.

Eléctricamente, la unión que no utiliza estaño como limpiador es valida. Mecánicamente, no siempre es así. La espiga o ranura en el alambre es usada para mantener mecánicamente a los conductores fusionados en su lugar. Para la fusión en conmutador o fusión de espiga-terminal no hay ventaja resultante con la adición del estaño.

Lo más probable es que la unión lograda mecánicamente sea más fuerte que la producida utilizando estaño. De cualquier manera cuando mantenemos los conductores juntos, sin dispositivos mecánicos (como una terminal) de por medio, FUSION

- SN es la única manera de llevar a cabo la conexión.

El estaño permite que la superficie de contacto de los conductores este completamente limpia. A causa de que no hay materia extraña o gases en dicha superficie, se da una mezcla de moléculas. En realidad es una difusión de huecos que son llenados con materia que se encuentra en estado plástico. Si los conductores en su superficie de contacto de la unión no están completamente limpios, una conexión por fusión ocurrirá, pero no será un verdadero enlace por fusión. En su lugar habrá un efecto de adhesión superficial, el cual ya ha sido descrito anteriormente.

Cuando usamos estaño en una unión, bastante calor deberá ser aplicado para remover o vaporizar el estaño y cualquier otro compuesto inter-metalico que se forme, de otra manera la unión será adulterada y no se dará un enlace por difusión.

Al menos, estaño comercialmente puro deberá ser aplicado a uno de los conductores. El espesor mínimo de la capa de estaño en el conductor deberá ser aproximadamente de 0.0002 de pulgada (0.00508 mm) para cobre y 0.0005 de pulgada (0.012mm) para latón. No más de 0.004 de pulgada (0.1016 mm) de cubierta deberá ser aplicada. Si el espesor de la capa de estaño es excesivo, demasiado cobre será transformado en compuesto inter-metalico y se requerirá de mucho más calor para remover el estaño y dicho compuesto. El calor aplicado a la unión es usado para eliminar cualquier aislante, materia extraña,

estaño y compuestos inter-metalicos, no para derretir los conductores de cobre.

Si pudiéramos fundir dos conductores que tuvieran una ultra-limpia superficie de contacto sin previa limpieza, usaríamos un nivel relativamente bajo para llevar esto a cabo. Los niveles altos de calor son requeridos cuando se hace limpieza durante el proceso de fusión. No podemos controlar el nivel de calor requerido para remover la película de aislante del alambre magneto, o cualquier materia extraña del conductor: Sin embargo podemos controlar el aumento de estaño presente en la unión, que incide en el nivel de calor requerido para producir una conexión aceptable.

Hemos estado hablando acerca del estaño (SN-Stannum en inglés), pero en estado puro. FUSION - SN deberá usar únicamente estaño puro, al menos en un nivel del 99.84% de pureza de estaño comercial, no soldadura o alguna otra aleación de estaño. Cualquier metal con plomo agregado al estaño retardara los efectos de

limpieza y repercutirá en problemas ambientales, cuando vaporizamos al estaño y los compuestos intermetalicos pudo darse el caso de partículas suspendidas en el aire. El estaño comercialmente puro y los compuestos inter-metalicos derivados del estaño-cobre no son peligrosos.

No ocurre así con el plomo (metal) ya que sus vapores y partículas tendrían que ser controladas, ya que si son peligrosas.

Fusión con Oro y Plata

Existen otros metales, plata (Ag) y Oro (Au) que tienen propiedades similares al estaño, tomando en consideración su acción solvente hacia el cobre, por lo que en ocasiones son utilizados para platear (chapar) o recubrir al cobre para fusionar.

La plata, que tiene un alto punto de fusión no es un solvente tan agresivo como el estaño, pero prácticamente sirve para el mismo propósito. La plata cuesta tanto por onza Troy como el estaño cuesta por libra. La plata se usaría en vez del estaño solo cuando el alambre sea utilizado en un ambiente de alta temperatura.

El oro (Au), también es un solvente del cobre, pero normalmente no es usado como recubrimiento de este en el proceso de fusión por su extremadamente alto costo.

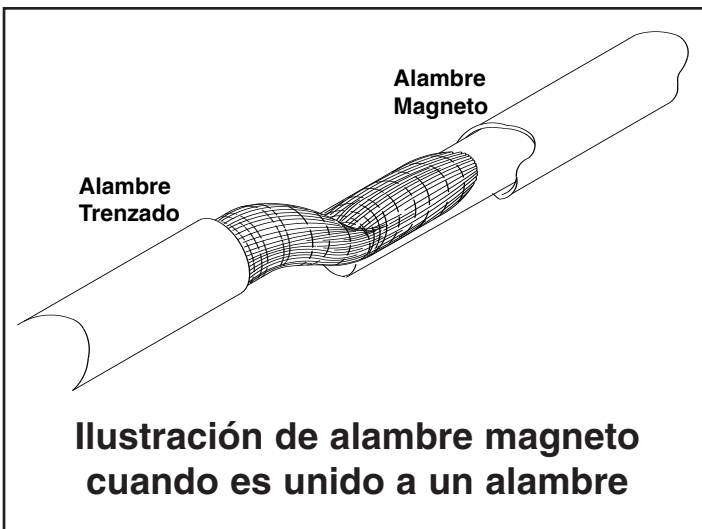
APLICACIONES DE LA FUSIÓN DEL ESTAÑO.

El proceso FUSION - SN reemplaza muchos métodos conocidos para la unión de conductores usados hoy en día.

Siempre producirá una unión válida a un bajo costo, cuando se compare con el proceso al cual va a reemplazar. Como ejemplo SN-Fusión puede ser usado como un sustituto válido para algunas aplicaciones de soldado de conmutadores puede ser usado para producir conexiones en alambre magneto de cobre en lugar de soldadura, prensado de terminales o sustitución de estas. A continuación explicamos brevemente algunos usos de la tecnología Fusión-SN

Sistema Fusión de Alambre

Anterior al desarrollo de la fusión, el aislante del alambre magneto tenía que ser mecánicamente, químicamente o térmicamente removido previo al soldado, o aplicación de la terminal. El aislante del alambre magneto soldable es removido por el calor de



la soldadura derretida, durante la operación de soldado. El aislante del alambre magneto es mecánicamente removido o desplazado durante la aplicación de la terminal, dada la constitución física de la terminal.

El aislante del alambre magneto soldable o auto-fundante (flux) no adulterará la unión soldada. En ambos casos ya sea cuando se funde lejos de la fuente de calor o se funde superficialmente la soldadura y actúa como un tipo de flux. Cualquier aislante no soldable tendrá que someterse a una altísima y por lo tanto destructora temperatura o de lo contrario contaminará launtura soldada. Por eso el aislante no debe ser mecánicamente o químicamente removido previo al proceso de soldado.

No es práctico quemar el aislante no soldable del alambre magneto, ya que la mezcla compuesta de carbón permanece y adulterará la unión soldada. Este aislante puede ser removido mecánicamente o con un baño de sal fundida. La sal fundida químicamente disuelve el aislante, pero el conductor deberá ser perfectamente limpiado, a fin de remover todos los restos corrosivos de la sal fundida.

Como cuestión práctica la mayoría del alambre magneto que es conectado al alambre desnudo trenzado o sólido es mecánicamente prensado a una terminal de este tipo. La terminal, por supuesto debe ser manufacturada, lo que incrementará el costo de la conexión. Este tipo de terminal es únicamente usada para mantener físicamente

juntos a los alambres magnetos ya sean trenzados o sólidos (desnudos por supuesto). Si pudiera

perfeccionarse un método para unir o conectar los cables sin el uso de una terminal, el costo de esta sería eliminado, lo que reduciría el costo del producto final.

90% del alambre trenzado de cobre usado en los Estados Unidos para aplicaciones eléctricas es estaño. Es casi imposible obtener alambre trenzado sin estañar en el mercado. Por consiguiente no habrá un valor o costo adicional al usar alambre trenzado estañado.

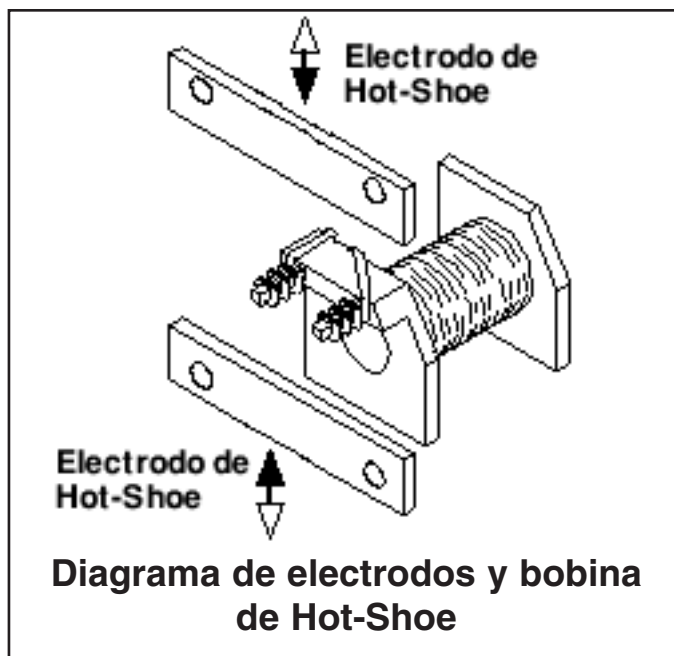
El alambre trenzado recubierto de estaño no es tan frecuente fuera de Estados Unidos.

Un método llamado sistema Fuse-A-Wire fue desarrollado para conectar alambre magneto con película o capa aislante a alambre de cobre trenzado o sólido desnudo estañado sin la previa remoción de la película aislante del alambre magneto. No se requieren materiales adicionales o artículos metálicos para conseguir una unión válida. El alambre magneto y el alambre trenzado y/o sólido desnudos son colocados en el dispositivo diseñado especialmente (tooling) –un par de electrodos diseñados o fusionados y la máquina es activada. Es menos de un segundo la película aislante del alambre magneto es removida y la conexión esta hecha. El equipo Fuse-A-Wire puede producir tanto una conexión trenzada (digital) o de empalme. Cuando se produce la primera de ellas la máquina puede cortar cualquier exceso de alambre si se desea.

Cuando se conecta alambre fino, la corriente de fusión es puesta en marcha y después se apaga. Cuando se van a conectar combinaciones de alambre mayores a 200 CMA (Circular Mil Area) (0.1 Milímetro Cuadrado) se debe usar un sistema pulsante de fusión. Este método conecta y desconecta la corriente repetidamente en un ciclo pre-programado por un predeterminado número de ciclos. Si no es usado el método de pulsaciones se requerirá de un nivel muy alto de calor para remover el estaño del área de unión.

Los conductores no estañados (normalmente los alambres con aislante) deberán ser más pequeños en su corte transversal que los conductores estañados. Esto significa que un solo conductor de alambre magneto o varios de ellos pueden ser unidos a un conductor estañado, aunque es deseable que el alambre magneto nunca será más grande que en su corte transversal que el alambre estañado.

Por incorporación del sistema Fuse-A-Wire que usa el principio de SN-Fusión dentro del proceso de producción puede lograrse una conexión eléctrica sin agregar algún material o costo más que el costo del



equipo y los servicios requeridos para operarlo. Como ningún otro tipo de terminal será utilizada, el ahorro de éste costo pagará el equipo en unos cuantos meses.

Hot-Shoe Fusión (Fusión por Zapato-Caliente)

Este método de fusión usa un tipo de máquina fusionadora (que es ligeramente diferente a la máquina Fuse-A-Wire) donde un único electrodo se calienta a si mismo. Esto significa que solo un electrodo es requerido. Ningún otro electrodo fusionador o electrodo de tierra será necesario. Si es posible, de alguna manera, tener dos electrodos tocando los conductores que van a ser fusionados, pero cada uno de ellos será calentado independientemente. Cuando son usados dos electrodos; es como tener dos máquinas fusionadoras separadas fusionando ambas una sola unión.

El sistema Hot-Shoe incorpora un monitor –controlador térmico (TM/C). Este aparato monitorea y regula la temperatura del electrodo del Hot-Shoe, no la unión que esta siendo fusionada. Sin el TM/C, el electrodo se sobre calienta y posiblemente dañaría los conductores a fusionar. Este sobre calentamiento podría también dañar o derretir el soporte plástico donde va montada la terminal que se va a ensamblar. El TM/C utiliza fibra óptica para captar información térmica en tiempo real. Monitorea la temperatura del electrodo fusionador del Hot-Shoe y concluye calentando después que el electrodo alcanza una temperatura predeterminada y realiza el ciclo de encender-apagar para mantener esta temperatura predeterminada.

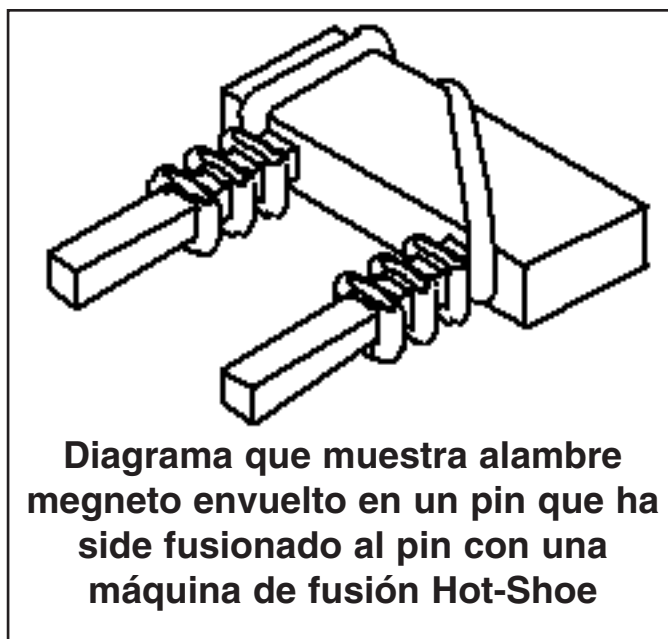
El equipo Hot-Shoe es usado para fusionar alambre magneto a terminales estañadas redondas y cuadradas tipo pin y planas. Normalmente los dos primeros tipos de terminales usan electrodos duales. Las terminales planas pueden usar indistintamente electrodos sencillos o dobles. De cualquier manera, toda terminal que sea utilizada, debe estar estañada.

El equipo patentado Hot-Shoe puede también automáticamente terminar el alambre magneto a las terminales estañadas tipo pin que son insertadas en las bobinas. La máquina de embobinado automático enrolla o da vuelta en espiral las puntas iniciales y finales alrededor de los pins estañados apropiadamente que están colocados en las bobinas. Durante el devanado las espirales pueden ser tomadas y automáticamente enrolladas alrededor de otros pins. Después del devanado, la bobina se pone en la máquina Hot-Shoe donde es removido automáticamente el aislante del alambre magneto y la conexión se realiza entre el alambre y los pins, todo al mismo tiempo.

Fusión de Conmutador por Hot-Shoe

Otra aplicación del sistema Hot-Shoe es fusionar conmutadores tipo espiga (Tang) usando únicamente un electrodo. Esto es ideal para fusionar conmutadores de carbón tan bien como otros conmutadores en los cuales no es posible poner un electrodo a tierra.

Con la introducción de conmutadores de carbón para algunos motores eléctricos universales y de corriente directa, únicamente se requiere de un proceso de fusión



de conmutador de un electrodo. El sistema Hot-Shoe fue creado para cubrir éstos requerimientos. Una máquina fusionadora Hot-Shoe de un electrodo es usada para fusionar las puntas del cable a la espiga. Este electrodo mecánicamente cerrará dicha espiga y entonces aplicará calor para fusionar.

Es posible usar el proceso normal de fusionador de conmutador, así como el proceso de SN-Fusión con el equipo Hot-Shoe. Que proceso utilizar es determinado por la construcción del conmutador. SN-Fusión puede ser usado para conectar puntas de alambre al conmutador por una cantidad mayor de calor que la normalmente necesaria para fusión de conmutador sería requerida. Este calor extra podría destruir al conmutador a menos que hubiera sido originalmente diseñado para tolerar altos niveles de calor. Fusión de conmutador (sin usar el proceso SN-Fusión) produce una conexión por compresión la cual no es tan fuerte como la conexión por difusión producida cuando se usa el proceso SN-Fusión (Refiriéndonos a lo previamente descrito en SN-Fusión).

De cualquier manera a través de los años se ha encontrado que la unión por fusión de conmutador normal es más que suficiente para unir las puntas de los alambres a los conmutadores de los motores eléctricos. Por consiguiente más aplicaciones de fusión de conmutadores con máquinas Hot-Shoe usan el proceso de fusión de conmutadores (Enlace por compresión) no el proceso de SN-Fusión (Enlace por difusión).

Fusión de Tres Electrodo Quitar y Fundir "Strip'n-Fuse"

Este proceso es similar al Hot-Shoe pero consta de un electrodo caliente dual y un electrodo sin calentar. Puede ser utilizado para unir alambre magneto con película aislante a terminales y pins estañados, pero el equipo Hot-Shoe es más rápido y más eficiente.

El proceso de Strip'n-Fuse puede también ser usado con materiales aislados soldados por resistencia, si esos materiales se pueden soldar. Esto es porque el electrodo dual calentado actúa como un electrodo sencillo en una soldadura por resistencia estándar y/o en un circuito de fusión, mientras que el electrodo no calentado completa el circuito de soldado y/o fusionado.

El sistema Strip'n-Fuse es usado para unir conductores a circuitos flexibles aislados, soldados o fusionados por medio de materiales recubiertos como zinc o materiales recubiertos de vinyl o con su superficie pintada.

Tube-Fusing Fusión de Tubo

Cuando muchas (teóricamente sin límite) puntas de alambre magneto individualmente (por sí mismas) deben ser unidas conjuntamente a alambre sólido o trenzado, puede usarse un tubo estañado o una terminal tubular. El tubo actúa como dispositivo de reunión también como una terminal mecánica. Los alambres son acomodados en el interior del tubo de cobre estañado. Entonces los electrodos rodean el tubo y esto es fusionado.

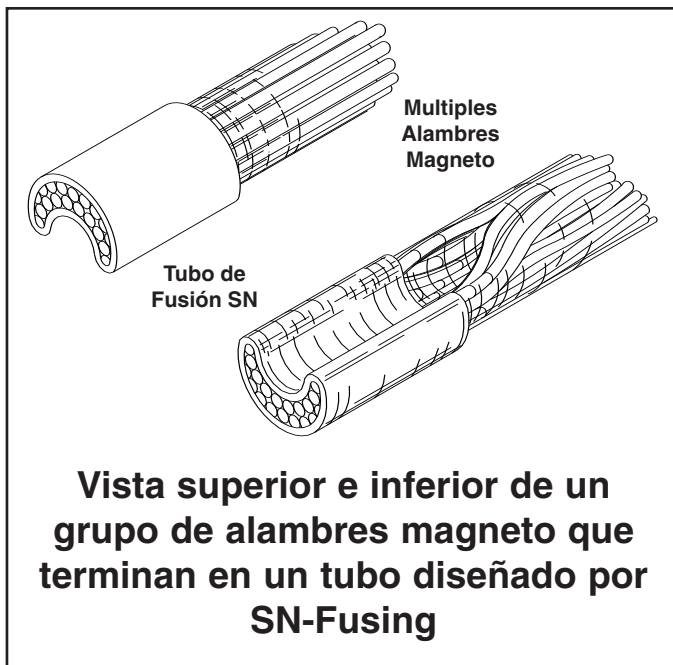
La ventaja del tubo es que el estaño, dentro del tubo, no puede ser fácilmente removido del área de unión, durante el calentamiento, mientras el tubo se mantiene en su lugar. Por consiguiente, el estaño tiende a humedecer la mayor parte de los alambres dentro del tubo que sean unidos. Esto significa, que muchos, si no es que todos los conductores dentro del tubo serán limpiados por el estaño. Otra ventaja del tubo es que actúa como una terminal mecánica. Los alambres son rodeados y atrapados dentro del tubo.

El tubo puede estar hecho de cobre (tubing) que es cortado al largo deseado y desbastado según los requerimientos. Los diámetros de los tubos están disponibles desde 0.010" (0.254 mm) (diámetro interior) hasta más de 2.0" (50.8mm).

El tubo, por supuesto deberá estar, ya sea cubierto o electroplateado con estaño. Los tubos no estañados y las terminales tubulares pueden ser usadas satisfactoriamente, pero se obtendrán mejores resultados con tubos estañados. El estaño actúa como agente sellador de la terminal de contaminantes existentes en un ambiente no limpio, lo que resulta en un producto final con una extremadamente larga vida. Un tubo que incluye una terminal tipo bandera, o una terminal grande pesada con un agujero en forma de tubo puede también ser utilizada.

Si el tubo esta hecho de material plano que ha sido enrollado para darle forma tubular y soldado, deberá utilizarse herramienta (tooling) especial para fusionarlo pero es factible de hacerlo.

Dos tipos de máquinas fusionadoras por tubos (Tube-Fusing) estén disponibles. Una es tipo banco, donde el material a fusionar es llevado hasta ella. La otra es de tipo pistola donde ésta es llevada al material que va a ser fusionado. El sistema Tube-Fusing está diseñado para realizar conexiones de tamaño moderado hasta extremadamente grandes. Los sistemas automáticos de alimentación de tubos están disponibles para acercar



los tubos a los electrodos fusionados. Estos sistemas aceleran el proceso de unión, ya que los tubos no tienen que ser manejados manualmente.

Fusión de Alambre Litz por Hot-Shoe

Alambre Litz, apócope de la palabra alemana "Litzendraht" es la construcción de alambre individualmente aislado finalmente trenzado (usualmente alambre magneto con película aislante que esta especialmente tejido o trenzado en un patrón predeterminado dentro de un haz o un grupo de alambres, con el fin de reducir el efecto "skin" así, de éstanera reducir la resistencia para corrientes de alta frecuencia.

En un sistema de corriente alterna un fenómeno que ocurre a elevadas frecuencias provoca un incremento en la resistencia del alambre y fuerza a la superficie externa o corteza del alambre a soportar la mayor parte de la corriente. Este fenómeno también llamado "Skin Effect"; incrementa en intensidad así como la frecuencia se intensifica para evitar los detrimentos efectos de éste fenómeno el alambre Litz es el adecuado.

Como el alambre Litz consta de muchos conductores aislados individualmente, algunas veces hasta miles de ellos, algún método debe ser usado para terminar éste tipo de alambre. Soldadura puede ser utilizada con alambre Litz que use película aislante de baja temperatura.

Sin embargo, la tendencia, recientemente ha sido de

utilizar película aislante de alta temperatura, en el rango de clase F (155°C) o clase H (de 180°C a 220°C) a la cual la soldadura derretida no puede atravesar. Las terminales prensadas no pueden hacer una conexión satisfactoria porque el perforador del aislante de la terminal no puede alcanzar a todo el trenzado en el montón de alambres Litz. Otro método es utilizar sales fundidas. Esto no funciona tan bien como fuera deseable, ya que los residuos químicos no pueden ser removidos completamente del interior del haz de alambres Litz.

El único método de producción exitosamente probado es el de fusión de tubo usando el proceso de SN-Fusión. Cuando una terminal o tubo es usado y donde todas las películas aislantes de cada uno de todos los alambres trenzados Litz son removidas. Cualquier otra cubierta aislante puede ser también removida durante la fusión de tubo.

Soldadura de Conmutador y SN-Fusión

El equipo de soldadura de conmutador es similar al equipo de fusión de conmutador, excepto porque es más grande y debe ser apto para manejar aún densidades más altas de calor/corriente. Segundos son requeridos para soldar una unión. Por consiguiente, el calor requerido para soldar debe ser sostenido por un largo periodo de tiempo. Exactamente la misma maquinaria usada en soldadura de conmutadores puede ser usada posiblemente por el proceso SN-Fusión en los mismos conmutadores o en conmutadores diseñados para SN-Fusión.

El calor es desarrollado en una máquina tanto de soldadura de conmutador como de SN-Fusión en el mismo modo que en una máquina de fusión de conmutador. La máquina utilizada en soldadura de conmutador o SN-Fusión consiste de una cabeza soldadora/fusionadora, un transformador reductor y un controlador electrónico de tiempo. El embobinado secundario del transformador es conectado a la cabeza, que pone a los electrodos (que forman parte de ella) en contacto con el conmutador y las puntas de la bobina. El controlador de tiempo controla la entrada (línea principal de voltaje) al transformador. El controlador de tiempo desempeña tres funciones: cronometra tan bajo como la mitad de un ciclo de la línea principal (0.0083 segundos en corriente de 50 Hz.) enciende y apaga el transformador y controla la corriente de cada medio ciclo por medio del mito de cambio de fase en control de voltaje en corriente alterna (A. C.). En el "Timer" (reloj), rectificadores controlados de silicón (SCR'S o

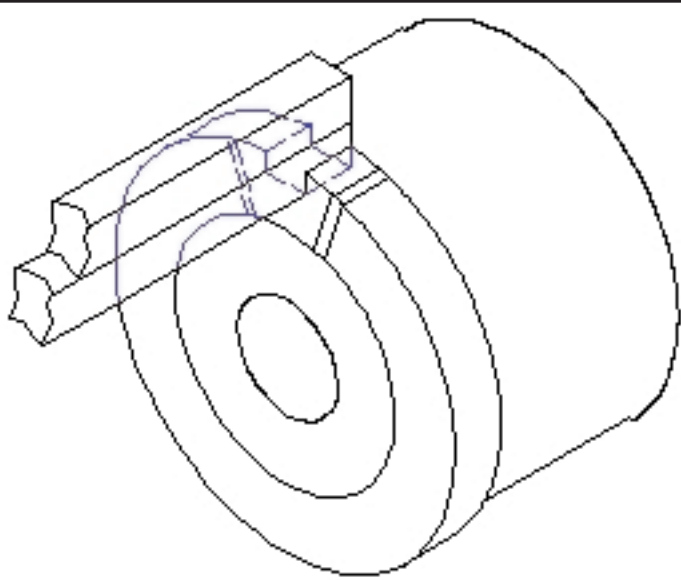


Diagrama que muestra un conmutador tipo 1/4 de saliente que ha sido diseñado para SN-Fusión

Thyristors) normalmente son utilizados como contactores para conectar la energía al embobinado primario del transformador.

Cuando usamos SN-Fusión, no se requiere aleación de soldadura. Las puntas de la bobina deben estar desnudas y estañadas. Ellas son fundidas (por SN-Fusión) al conmutador, directamente a un segmento del conmutador empotrado dentro de una saliente de la ranura o sobre un lado de la saliente. SN-Fusión utiliza un nivel más alto de calor que soldadura de conmutador, pero requiere un nivel de presión que es varias veces la presión requerida al soldar.

Hay dos configuraciones de conmutador que son usadas para soldadura de los mismos; la tipo saliente y la empotrada. La primera consta de una ranura dentro de la cual las puntas de la bobina son acomodadas para soldarse. En la segunda, las puntas son colocadas directamente en donde se desplazan los carbones (o en una pequeña caliente, para adaptarse al diseño de la armadura). Los conmutadores con cualquiera de las dos configuraciones pueden ser usadas con SN-Fusión, sin embargo el tipo cuarto de saliente (sobre un lado) es la más aceptable. Esta se extiende a la mitad de la altura de una de las puntas inferiores. Normalmente dos puntas son fusionadas (por SN-Fusión), una encima de la otra. La pared de la saliente se extiende solo a un

cuarto de la altura de las dos puntas.

La saliente en el tipo de un cuarto da la conexión más segura. Las puntas de la bobina son sujetadas a tres superficies de la ranura. La saliente, pero no la de tipo de un cuarto, sin embargo sirve para obstruir el aire que circula a través de las bobinas. Con el tipo empotrado, no hay metal al lado de las puntas de la bobina. La punta inferior es FUSION - SNada al conmutador mientras que la punta superior es FUSION - SNada a la punta inferior. Como existe espacio en cada lado de las puntas, el aire puede circular a través de la pista donde se desplazan los carbones y a través de las bobinas. Un motor, cuyo conmutador es del tipo empotrado o cuarto de saliente, correrá más fresco que uno del tipo saliente. Varios métodos son usados para mantener las puntas en su lugar durante la SN-Fusión, como anillos alineadores, electrodos alineadores, prensas alineadoras, etc. El electrodo es colocado en la punta superior mientras el electrodo de tierra es colocado en la pista de los carbones del conmutador tan cerca a el área fusionada como sea posible, pero, por supuesto, lo suficientemente lejos para no ser unido también al conmutador.

Algunos conmutadores están hechos con barras separadas o divididas donde un segmento del conmutador está hecho de partes compuestas de dos metales. Cuando fusionamos SN con éste tipo de conmutadores, posiblemente se separen las dos partes del segmento dañando permanentemente el conmutador. A menos que sea tomada especial precaución en esto, por tanto no es práctico FUSION - SN en conmutadores de barras separadas. De cualquier manera cuando soldamos conmutadores de éste tipo, fuerzas menores son aplicables que cuando fusionamos SN también la aleación de soldadura rezuma dentro de la cavidad que hay entre las dos partes del segmento, a través de acción capilar soldadales conjuntamente. Como tal, un conmutador de barras separadas soldado de ésta manera tendrá una gran integridad estructural que si hubiera sido unido por cualquier otro método.

SN- Fusión reemplaza al proceso de soldadura de conmutador en ambientes de mediana a alta producción a un costo efectivo porque elimina aleaciones de soldadura carísimas. Este método relativamente nuevo de terminación de conmutador ha sido probado en la producción de millones de motores de arranque (marchas) de autos y camiones. En el futuro, ganará amplia aceptación por el ahorro de costos y calidad de uniones.

CONTROL COMPUTARIZADO Y SPC

Existen varios métodos de controlar las funciones de una máquina. Uno desarrollado recientemente para combinar la computadora personal (PC) con un Controlador Lógico Programable (PLC) disponible en el mercado para controlar maquinaria ensamblable. El PLC es usado realmente para controlar el equipo SN_Fusión, mientras que el PLC alimenta de variada información a la PC: la PC procesa ésta información y actúa con el propósito de enlazar al PLC con los operadores (humanos) y con el personal de set-up (ajuste).

El PLC, por ejemplo el manufacturado por la compañía Allen Brdley, puede facilmente ser programado y reprogramado por la mayoría del personal de set-up. Estos dispositivos de PLC usan un diagrama lógico de escala, que muchos electricistas puedan entender y aún modificar.

La computadora (PC), normalmente una Pentium II 300 megahertz o una unidad más rápida, desempeña un gran número de funciones. Puede actuar como la fachada del PLC, como se mencionó anteriormente, puede mostrar el proceso SN-Fusión gráficamente en tiempo real, puede recoger o manipular datos para SPC (Control Estadístico de Proceso) y puede procesar la información de SPC reunida para obtener control de procesos y procesar índices de capacidades.

Control de procesos (CP) y capacidad de procesos (CPK) son los métodos más precisos para medir la calidad de producción, usando métodos estadísticos. El control de procesos refleja la estabilidad del proceso, mientras que capacidad de proceso mide la consistencia integral o fundamental de un producto que ha sido manufacturado por un proceso. El proceso es primero teniendo bajo control encontrando y eliminando razones especiales de variación. El proceso es entonces predecible y su capacidad para satisfacer expectativas pre-definidas pueden ser determinados.

La PC normalmente recogería toda o parte de la siguiente información sobre la máquina SN-Fusión (suponiendo que la máquina fusionadora incorpora un control de fusión con corriente constante, un monitor controlador térmico (TM/C), una celda de carga, un sistema de medición del desplazamiento del electrodo, así como un sistema de medición de temperatura de enfriamiento por agua).

- La real corriente pico alcanzada previo a la terminación del proceso de fusión.

- El tiempo total real utilizado durante el proceso de fusión.
- La temperatura real alcanzada cuando la fusión ha terminado.
- La presión real final del electrodo fusionador alcanzada cuando la fusión ha terminado.
- La máxima profundidad real del electrodo fusionador moviéndose bajo la superficie de las piezas siendo fundidas.
- La temperatura promedio del sistema abastecedor de agua para enfriamiento.

Todos los parámetros antes listados más algunos otros, pueden ser recogidos de cada conexión fusionada. La fecha y el tiempo de la fusión real puede ser capturada. Estos datos pueden ser enviados a cualquier máquina impresora, la cual imprimirá esa fecha y ese tiempo o un código derivado de esa información en la parte, si la parte es lo suficientemente grande.

Números de parte o cualquier otra información también puede ser impresa al mismo tiempo.

En cualquier momento, datos y gráficas de SPC pueden ser mostrados en el monitor de la computadora. Se pueden realizar cálculos de la información almacenada usando \bar{x} -10, \bar{x} -100 y/o \bar{R} -100, para obtener un índice sigma, el cual será una guía para la gerencia de producción, tanto como la calidad relativa de la salida de la máquina de SN-Fusión, se convertirá en algo esencial.



Estaño-fusión y su proceso hermano Fusión Plata/Oro son métodos económicos y rápidos que proporcionan una alta calidad en conexiones eléctricas y mecánicas. En el futuro éstos procesos ayudarán a reemplazar las terminales de alambre del tipo de compresión manual.

Traducido del original de Ingles a Español por
Grupo Unymex, Cd. Juarez, Mexico.