

ANEXO III: EL PROCESO DE FABRICACIÓN

En la fabricación de conductores eléctricos existen diferentes procesos que se detallan a continuación, dichos procesos se pueden considerar como generales y cada uno de ellos se realiza en líneas de fabricación de distinta naturaleza.

La fabricación de cualquier conductor conlleva la utilización de parte de estas líneas y procesos, aunque la mayoría de ellos no necesitan del empleo de todas las fases productivas descritas y dependerán de las características y funciones que a los cables se le exijan.

- A. Trefilado.
- B. Reunido.
- C. Aislamientos por Extrusión.
- D. Marcaje de aislamientos
- E. Cableado.
- F. Apantallado.
- G. Armaduras
- H. Extrusión de cubiertas

A) Trefilado.

Se conoce con el nombre de trefilado el proceso mediante el cual se reduce un metal determinado a un diámetro inferior. Este proceso consiste en hacer pasar el cobre por un número determinado de orificios, cada vez de un diámetro menor, hasta conseguir en el último orificio el diámetro deseado. Cada orificio se denomina hilera, cada hilera está formada por un soporte metálico cilíndrico en cuyo interior se aloja un pequeño diamante que nos permite conseguir el diámetro de cobre necesario. En este proceso el metal se endurece, de modo que hay que someter al metal a un tratamiento de recocido para volver a tener un material perfectamente dúctil. Para ello, una vez concluido el proceso del trefilado, se hace pasar una determinada corriente eléctrica a través del metal, consiguiendo el tratamiento deseado.



Para controlar que el diámetro del metal trefilado sea el correcto existen medidores ópticos, que realizan la medición continuamente dando señales de alarma cuando la medida está fuera de los márgenes fijados.

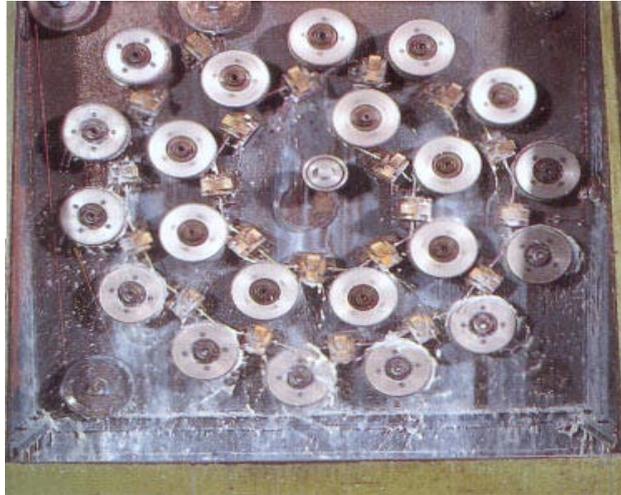


Figura III.1: Interior de una trefiladora

B) Reunido.

El proceso de reunido es donde agrupamos un determinado número de hilos para formar una sección determinada. Este proceso consiste en cablear entre sí los diferentes hilos que forman el conductor. El sentido helicoidal puede ser en "S" o en "Z", es decir, en sentido izquierdo o en sentido derecho. El sentido que generalmente se utiliza es el "S" o sentido izquierdo.

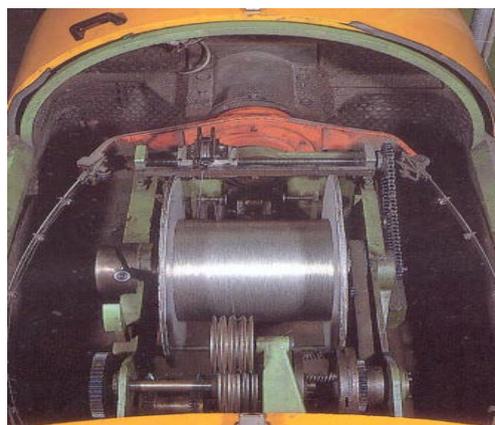


Figura III.2: Interior de una reunidora

El número de hilos y el diámetro de los mismos nos determina la flexibilidad, el propio paso del cableado también influye en este parámetro a menor paso mayor flexibilidad. Generalmente se considera un paso adecuado, 20 veces el diámetro del conductor.

C) Aislamiento por Extrusión.

Este es el proceso más importante y complejo de los que intervienen en la elaboración de los conductores eléctricos especiales y consiste en aplicar el aislante plástico que puede ser de diverso tipo y características sobre el conductor. La complejidad radica en que hemos de transformar un material plástico mediante una elección acertada de temperatura de transformación y de un adecuado utillaje.

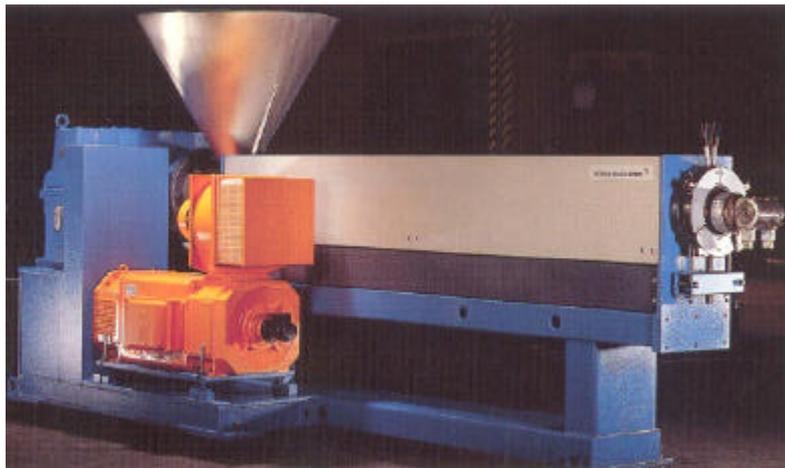


Figura III.3: Extrusora de recubrimiento

La máquina utilizada para tal fin se llama extrusora (ver figura), y consiste en un tornillo, llamado husillo, alojado en un cilindro, llamado camisa, de modo que el diámetro del husillo sea prácticamente el diámetro de la camisa.

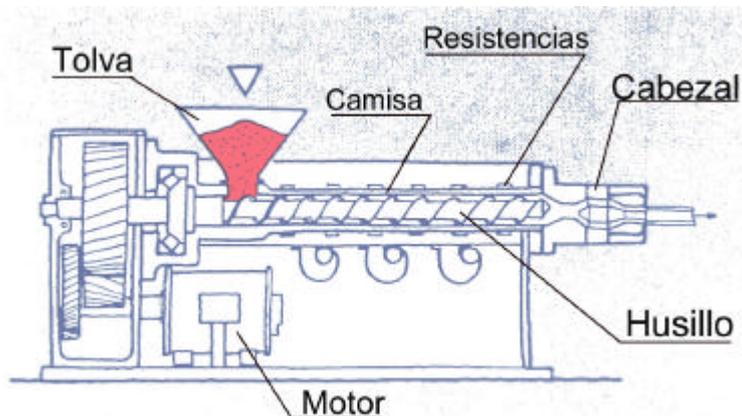


Figura III.4 Componentes de una extrusora de recubrimiento

Este conjunto de camisa y husillo posee una abertura superior en la parte trasera, que es la entrada del material aislante y una abertura frontal en la parte delantera, que es la salida del material aislante fundido y que desemboca en el cabezal. El conjunto camisa-husillo está provisto de una serie de resistencias con sus respectivos controladores de temperatura que sirven para calentar el material aislante que queremos elaborar.

El cabezal es donde se alojan los utillajes necesarios para dar forma y dimensión al aislamiento.

La extrusora dispone de un motor que hace que gire el husillo (ver dibujo), de modo que va transportando el material aislante hacia el cabezal. Mediante las resistencias ubicadas en el exterior de la camisa, el material aislante se reblandece y en el cabezal se convierte en una masa homogénea que se puede moldearse perfectamente.

El dibujo adjunto representa una sección de un cabezal, donde se aprecia en color rojo el flujo de material plástico que saliendo del husillo entra en el cabezal y se dirige hacia la salida, cubriendo el material conductor. La parte coloreada en azul es la guía del material conductor, llamada punta, y en amarillo es la guía del material aislante, llamada hilera o boquilla, que es la que nos da forma y medida al cable aislado.

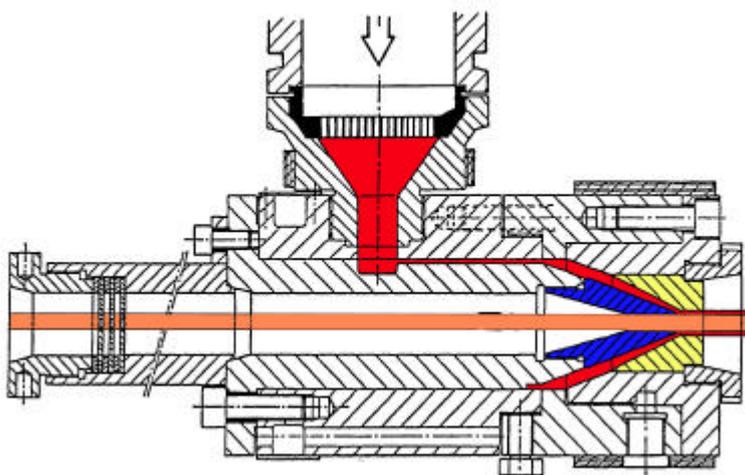


Figura III.5: Cabezal de una extrusora

Para que se vaya produciendo un aislamiento regular y constante se arrastra del conjunto conductor-aislante mediante un capstan de tiro motorizado antes de ser recogido en bobinas. Entre la extrusora y el capstan hay una bañera de agua que sirve para refrigerar el aislante.

La temperatura de salida de la masa aislante oscila entre los 150 °C y 250 °C dependiendo del tipo material utilizado. Para conseguir un buen aislamiento y que este mantenga todas sus cualidades es muy importante la elección de las temperaturas apropiadas durante el proceso de extrusión.

Existen sistemas de control de la producción que, automáticamente, hacen que la extrusión de un aislante se mantenga constante, manteniendo así los valores de diámetro y excentricidad dentro de los márgenes fijados.

D) Cableado.

Este proceso consiste en agrupar los distintos elementos o conductores ya aislados componentes de un cable para formar un único conjunto o núcleo. El cableado se realiza mediante torsión helicoidal de los componentes en capas concéntricas y con un sentido de giro alterno, con ello conseguimos dar compacidad y orden al cable.

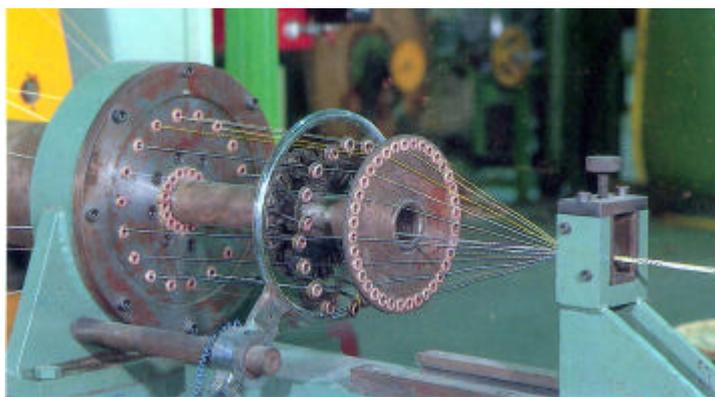


Figura III.6: Detalle de una cableadora

Cada capa concéntrica tiene seis componentes más que la capa inmediatamente inferior, siempre que los componentes tengan la misma dimensión y salvo que la capa inferior sea de un sólo componente, en tal caso será de cinco componentes más.

Existen varios sistemas de cableado dependiendo del tipo y número de elementos a agrupar, a continuación se detallan algunos tipos de líneas:

- **Línea cableado doble torsión**

Siguen el mismo proceso que la línea de reunido para conductores con la salvedad de que el tamaño y determinados utillajes son distintos. Es utilizada para el agrupamiento de pares y de multiconductores de hasta 5 elementos.

- **Línea de cableado Drum.**

Maquina cableadora más polivalente que la doble torsion utilizada para el agrupamiento de pares o conductores independiente de cualquier sección de las habituales utilizadas en cables eléctricos y hasta 50 elementos o pares de cableado.

Esta línea podría ser utilizada para la colocación de armaduras de hilos de acero que es una de las características de los cables para aplicaciones en zonas clasificadas por riesgo de explosión. Para ello debemos plantear una posible inversión en nuestros planes de acción.

E) Pantallas.

El apantallado es el proceso de fabricación mediante el cual se dota al producto resultante de una protección de tipo electromagnética ante perturbaciones tanto internas como externas.

De entre los procesos de apantallamiento cable destacar dos que serán los generalmente utilizados:

- Encintado
- Trenzado.

• Encintado.

El encintado consiste en colocar de forma helicoidal o longitudinal una cinta metálica o una cinta compuesta de una parte metálica y una parte plástica unidas por material adhesivo. El metal usado en estas cintas generalmente es aluminio o cobre. El recubrimiento de este tipo de cintas es del 100 %, con lo que disponemos de una excelente protección.



Figura III.7: Línea de pantallas mediante encintado

Este tipo de pantallas es el más empleado en la fabricación de cables de instrumentación y al mismo tiempo es un proceso que requiere de una especial atención debido a que un mal ajuste de la maquinaria conlleva problemas de acabado y fallos en la calidad del producto resultante.

- **Trenzado.**

El trenzado consiste en recubrir mediante una red de hilos metálicos a un núcleo formado por un grupo determinado de conductores aislados. Este tipo de apantallamiento nos permite regular el porcentaje de recubrimiento que queremos aplicar y el resultado es un producto más flexible que el anterior.

Esta considerado como el mejor apantallamiento que podemos aplicar a un cable, dado que combinamos buena flexibilidad y baja resistencia óhmica con un recubrimiento óptimo para cada aplicación.



Figura III.8: Apantalladora de trenza metálica

Este tipo de pantallas es menos utilizada para cables de instrumentación y si es necesaria para cables de datos o control, para pantallas generales o al conjunto y nunca para pantallas individuales ya que encarecerían sustancialmente el producto resultante.

Podemos considerar estos procesos bastante lentos con respecto a las velocidades alcanzadas en otras fases productivas. Se resuelve con la incorporación de varias apantalladoras que disminuyen el teórico cuello de botella.

F) Línea de Armaduras.

Esta fase de fabricación confiere a los cables de una especial resistencia a determinados esfuerzos sin que por ello se vea dañada la parte interior o eléctrica que determina la funcionalidad básica del producto. Existen distintos tipos de armaduras dependiendo de los requerimientos exigidos. Los dos tipos que constituyen el 95% de los cables armados son las armaduras mediante corona de hilos de acero galvanizado y el doble fleje de acero galvanizado.

Estas armaduras que no suelen ser utilizadas por los cables de uso general si son muy solicitadas para los cables especiales de instrumentación, señal y control de las industrias objetivo de nuestro proyecto, sobre todo si están en zona clasificadas con riesgo de explosión donde esta armadura es de uso obligatorio.

G) Línea de Cubiertas por Extrusión.

Como se indicaba para el aislamiento por extrusión, este proceso es de los de mayor importancia y complejidad de los que intervienen en la elaboración de los conductores eléctricos, y consiste en aplicar una mezcla, generalmente termoplástica, sobre el conjunto del cable una vez fabricado todo su interior.

Es aplicable todo lo relacionado en el apartado de aislamiento y solo es de reseñar, que la cantidad de material aportado por las extrusoras, para formación de cubiertas, debe ser muy superior por metro longitudinal al necesario para los aislamientos, lo que nos obliga a contar con maquinas más potentes que aporten una mayor cantidad de kilos en el mismo tiempo.

H) Línea de devanado, traseado y marcado.

Se conoce por este nombre el proceso final donde se determina la forma en que el cable saldrá de fábrica, es decir, los formatos de embalajes y las cantidades óptimas por cada tipo de bobina utilizada.

Al mismo tiempo se realiza el proceso de marcado e inscripción de los cables mediante una leyenda normalizada que identifica determinadas características del producto como tipo constructivo, fabricante, número de conductores y sección, año de fabricación, tensión de servicio, etc.

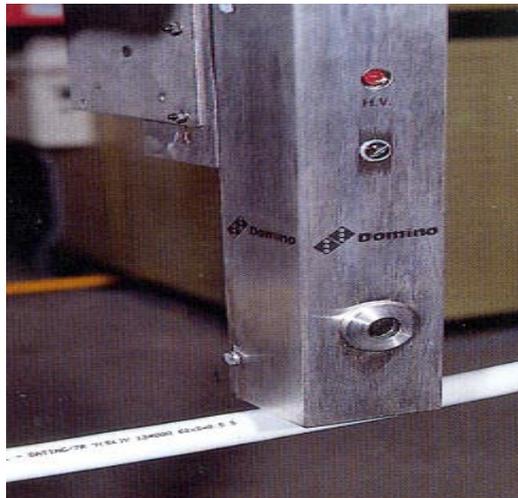


Figura III.9: Marcado de cubiertas en la línea de traseado final