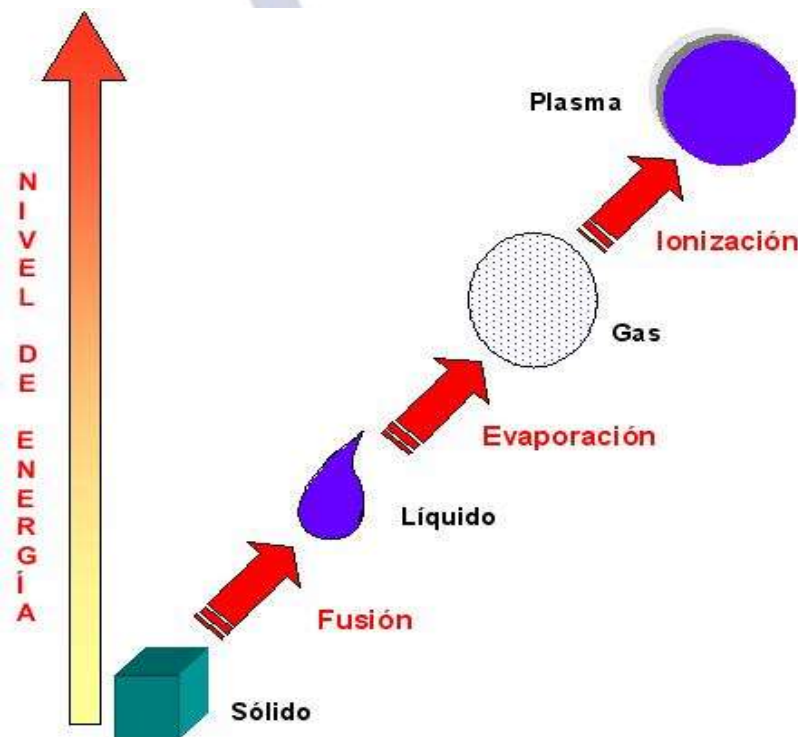


Nociones Sobre Corte Plasma

1. Introducción

Se le llama *plasma* al cuarto estado de la materia. De la misma manera que un sólido se funde o un líquido se evapora cuando se les aplica energía, al aplicarle energía a un gas, éste también cambia de estado transformándose en *plasma*.

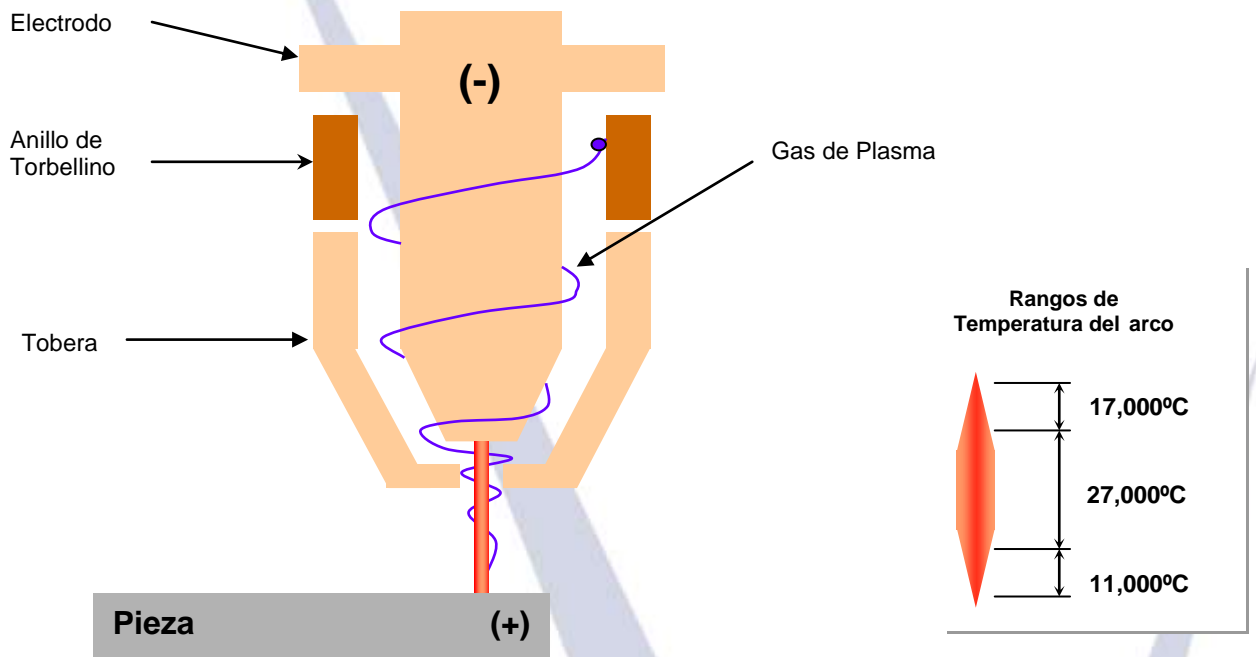


Plasma: Puede decirse que se trata de una atmósfera gaseosa ionizada y caliente, constituida por iones (positivos) y electrones libres (negativos) en equilibrio con una carga global neutra. El proceso de *corte por plasma* se basa en las características conductoras del plasma y su estado de equilibrio a muy altas temperaturas.

2. Descripción del Proceso

El gas que forma al arco se hace circular en forma de torbellino a través de una **tobera** que transforma la presión de entrada de dicho gas en una gran velocidad por medio de una

considerable disminución de la sección del chorro. (constricción). La corriente eléctrica, que se establece entre el electrodo y la pieza, circula por este chorro de gas ionizado pasando a través de la tobera.



Funciones del Gas:

- ✓ Conducir el arco eléctrico
- ✓ Expulsar el material removido
- ✓ Refrigerar la antorcha y los consumibles

De esta forma se logra el estrangulamiento del arco produciéndose, gracias al gran aumento de la probabilidad de choque entre átomos, una concentración de energía en la parte central de la columna, donde la temperatura ronda en los 20000°C, dependiendo fundamentalmente de la corriente que circula y del tipo de gas empleado. Las moléculas de gas se disocian constantemente en átomos, y luego los átomos se ionizan formando el plasma. El mismo queda establecido entre el electrodo (cátodo), construido de cobre con un inserto de Hafnio, y la pieza a cortar (ánodo). Su aspecto es cilíndrico y direccional.

La mayor densidad de corriente se encuentra en la zona axial del chorro de plasma, y es en esta zona en la que existe mayor concentración de partículas ionizadas y mayor temperatura.

Por el contrario, en la periferia el gradiente de temperatura es muy alto y la conductividad térmica muy baja. La capa límite del chorro constituye una pantalla térmica y eléctrica que asegura el mantenimiento de las altas temperaturas en el centro del arco.

Dentro de la tobera se produce un torbellino, provocado por la entrada tangencial del gas, que logra que la misma permanezca suficientemente refrigerada en la zona del orificio como para evitar su deterioro. Existen incluso algunas torchas que poseen sistema de circulación de líquido refrigerante en la tobera y el electrodo, las cuales se utilizan con valores de corriente superiores a los 100 Amp o en sistemas con factor de servicio muy alto.

El corte por plasma es un **proceso térmico**. La pieza que se encuentra debajo de la trocha es fundida por medio del extremo calor aplicado puntualmente por el arco plasma. El único requisito para el material a cortar es que sea conductor de la electricidad. La gran energía cinética de los electrones que bombardean el metal sobre una pequeña sección contribuye a la fusión rápida y localizada.

El arco concentra el calor entregado en una muy pequeña área de la pieza, la que se calienta y alcanza rápidamente su punto de fusión. El metal fundido es expulsado instantáneamente de la pieza por el chorro de gas que sale de la tobera a muy alta velocidad, formando así la *sangría*, cuyo ancho puede variar según el diámetro de la tobera entre 1 y 2,5mm.

3. Mecanismos de arranque del arco

Como se explica anteriormente el plasma se forma entre el electrodo y la pieza a cortar. Para lograr esto se utiliza un mecanismo que se llama *transferencia de arco*, y consiste en hacer que un arco inicial, o *arco piloto*, sea transferido a la pieza.

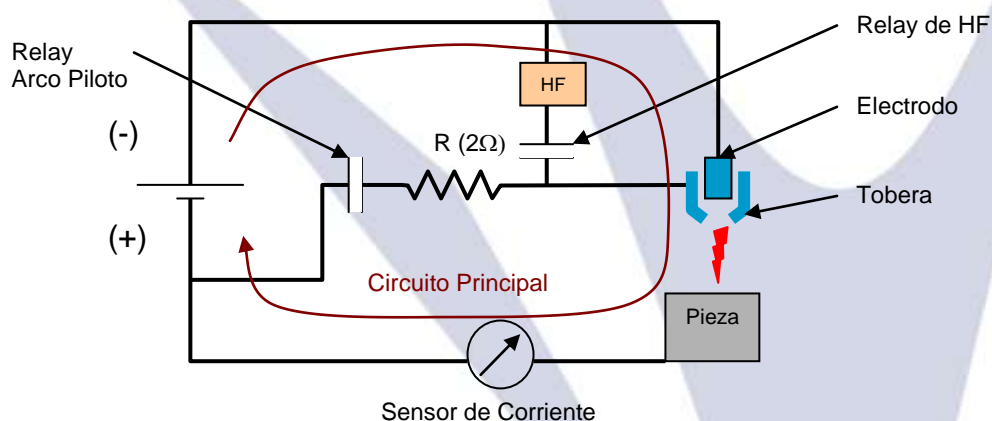
Arco Piloto. Es un arco que se establece entre el electrodo y la tobera, y es soplado hacia el exterior de la misma por medio de un gran caudal de gas. La intensidad de corriente que circula por este arco piloto suele oscilar entre 20 y 30 Amp. Está controlada por resistencias de disipación puestas en serie con la tobera y evitan que la corriente total de corte circule por la misma y la deteriore prematuramente.

Arco Transferido. Se trata de un arco establecido entre el electrodo y la pieza, por medio del cual la corriente se transmite íntegramente entre ellos, no estando la tobera incluida en el circuito eléctrico. Este arco es el que se utiliza durante el corte.

Transferencia de Arco. Es el proceso mediante el cual el arco piloto se transforma en arco transferido, es decir, la tobera deja de ser el ánodo para cederle este papel a la pieza que, por supuesto, debe estar conectada al positivo de la fuente.

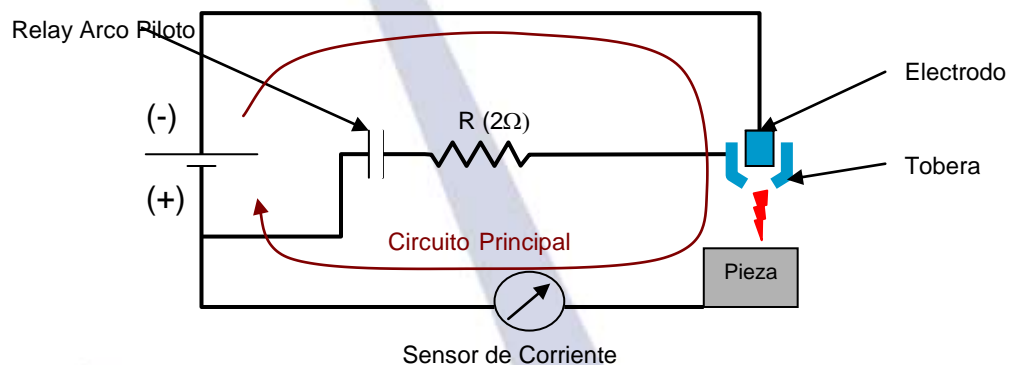
El mecanismo de arranque del arco involucra desde cómo se forma el arco piloto hasta su transferencia. Los mecanismos usados por los fabricantes de equipos son:

Arranque por alta frecuencia. Consiste en romper la barrera dieléctrica de aire presente entre el electrodo y la tobera mediante una corriente de alta frecuencia (alrededor de 20kHz) y crear así el camino para la corriente eléctrica del arco piloto, que se forma inmediatamente por la diferencia de potencial existente entre electrodo y tobera. Cuando la punta de este arco, que sobresale de la tobera unos milímetros pues es soplado por el caudal de gas, toca la pieza (que debe estar conectada al positivo, es decir a la masa), un sensor de corriente detecta el paso de corriente por el cable de masa y abre un relay que saca del circuito a la tobera y a las resistencias de disipación, al mismo tiempo que se corta la alta frecuencia.



- 1) Apertura de válvula de gas / Tensión en fuente / Relay de AP abierto
- 2) Se cierra el relay de HF y se enciende el arco de alta frecuencia, que ioniza el gas y crea el camino para cerrar el circuito de AP (arco piloto). Se enciende el arco piloto entre el electrodo y la tobera.
- 3) Si la antorcha se encuentra cerca de la pieza comenzará a cerrarse el circuito principal, es decir que se produce la transferencia del arco desde el electrodo hacia la pieza. Cuando el sensor de corriente detecta la circulación, se abren los relays de AP y el de HF.

Arranque por contacto (o despegue neumático). Es el mecanismo de arranque más moderno, ofreciendo mayor seguridad para los aparatos electrónicos que pudieran estar cerca, pues la alta frecuencia suele dañarlos con facilidad. Este mecanismo comienza estando el electrodo en contacto con la tobera y con la circulación de la corriente de arco piloto, es decir con las resistencias de disipación en serie. Al iniciarse el paso del gas, la presión del mismo ejerce una fuerza que separa al electrodo de la tobera y, gracias a la previa circulación de corriente se enciende una chispa entre ellos, que es soplada y forma el arco piloto. Cuando este arco piloto toca la pieza, al igual que ante, un sensor detecta el paso de corriente por la masa y abre un relay que quita del circuito a la tobera.



- 1) Se cierra el relé de AP. Se abre la válvula de paso de gas y éste crea una contrapresión en la tobera que empuja al electrodo hacia atrás, abriéndose el arco piloto.
- 2) Al acercar la antorcha a la pieza se cierra el circuito principal con la transferencia del arco. El sensor detecta el paso de corriente y abre el relé de Arco Piloto .

4. Componentes de un sistema de corte plasma

➤ *Fuente de Poder:*

La fuente de poder utilizada para el corte por plasma posee características diferentes a las fuentes utilizadas en los diferentes procesos de soldadura. El requisito fundamental de esta fuente es que entregue corriente constante, ya que la misma es una de las variables que definirá la temperatura del plasma. La tensión de vacío puede variar entre 250 y 300V, y durante el corte la tensión caerá a valores entre 110 y 150V dependiendo de la corriente y del espesor del material a cortar.

El valor de corriente de salida es el parámetro que define la capacidad de una fuente de corte por plasma, el mismo debe estar siempre acompañado por el *factor de servicio** informado por

el fabricante, de otra manera se tiene la incertidumbre de cuánto tiempo se le puede exigir esa corriente a la fuente sin que se dañe. Por ejemplo debe informarse: 80Amp al 50% a 40°C.

Existen fuentes desde 20 hasta 200 Amperes de salida, aplicables a procesos de corte plasma convencional para corte manual o mecanizado de 0.25mm a 60mm de espesor, tanto en acero al carbono como inoxidable y aluminio. También hay fuentes de hasta 1500 Amperes de salida específicamente diseñadas para procesos mecanizados, que pueden alcanzar espesores de 150mm en acero inoxidable.

Por otra parte existen las fuentes de tipo inversoras o "inverters" y las fuentes con tecnología convencional. Estas últimas son de gran tamaño y peso, basadas en un transformador y un sistema de control de corriente, generalmente de valor fijo. Los "inverters", por el contrario, son muy pequeños y livianos (entre 20 y 35kg), ofreciendo una mejor curva de corriente de salida, casi siempre regulable, lo que permite evitar exceso de gasto de energía y consumibles, disminuyendo el desgaste de los elementos en general.



Fuente tecnología



Fuente tecnología inversor

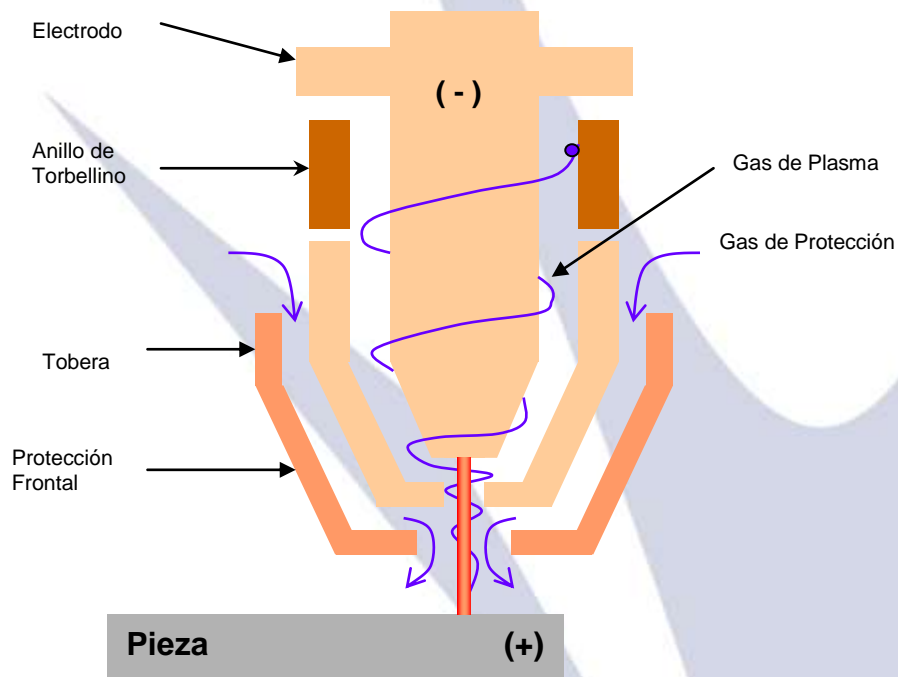
➤ *Torcha:*

Es la herramienta que realiza el corte al desplazarse sobre el material. Está diseñada para transportar el flujo gaseoso y la corriente, generando el arco desde el electrodo consumible. Su diseño varía de acuerdo con la aplicación: las torcha manuales poseen un mango para que el

operador las sujetes y las automáticas son rectas y se utilizan en trabajos con dispositivos de mecanizado.

La capacidad de la torcha está estrechamente ligada con la capacidad de la fuente, pues a medida que se incrementa su capacidad crece el valor de la corriente que circula a través de la torcha, y es mucho mayor la energía disipada en el plasma, que también crece en diámetro.

Pueden encontrarse torchas con diseños muy variados, que tienden a optimizar diferentes aspectos del proceso. Por ejemplo las torchas Dual Gas de Hypertherm tienen dos flujos de gas que actúan separadamente en el corte: uno como gas plasma, es el que se ioniza, calienta y expulsa al material, y otro como gas de protección, que conforma un chorro concéntrico exterior que refrigera y concentra aún más la energía del plasma. En esta torcha, la pieza llamada protección frontal, o escudo, tiene tres funciones: la primera es guiar al gas de protección, la segunda es proteger a la tobera de los eventuales rebotes del arco y por último, en corte manual, permite apoyar la torcha sobre la chapa aún en altas corrientes, evitando el contacto eléctrico de la tobera y su consecuente daño prematuro.



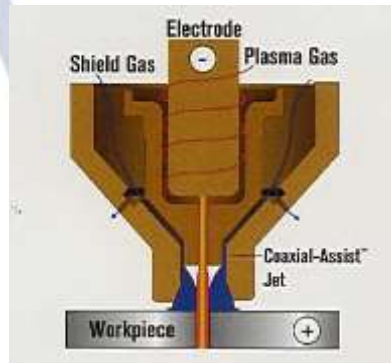
Funciones del Gas de Plasma:

- ✓Conducir el arco eléctrico
- ✓Expulsar el material removido

Funciones del Gas de Protección:

- ✓Restringir el arco y concentrar la energía
- ✓Proteger la zona de corte
- ✓Refrigerar la antorcha y los consumibles

La nueva tecnología Coaxial Assist Jet o Chorro Coaxialmente Asistido, desarrollada por Hypertherm, permite incrementar la velocidad hasta un 50% y la capacidad de corte (espesor máximo) hasta un 30%. En esta torcha, el gas de protección sale coaxialmente con el plasma, incrementando la densidad de energía del arco y mejorando su control.



Otro diseño especial es la torcha correspondiente al sistema de corte de alta definición, desarrollado por la empresa norteamericana *Hypertherm*. En esta torcha, además de utilizarse dos gases en el proceso, los flujos concéntricos a la salida de la torcha son tres. Esto incrementa más de cinco veces la densidad energética del plasma y controla mejor el diámetro del chorro, obteniendo cortes muy similares a los realizados con láser, a costos de operación e inversión significativamente inferiores.

Las partes principales que componen una torcha de corte plasma son el cuerpo de la misma, los consumibles (tobera y electrodo), los aislantes y la cubierta exterior que sujeta los consumibles en su lugar. Además tenemos el mango y el gatillo si es manual, los conductos y la ficha de acople con la fuente. En los equipos de diseño menos desarrollado el acople no se realiza con una ficha sino que es necesario desarmar la fuente para cambiar la torcha.

Los *consumibles* se llaman así pues son piezas que tienen una vida limitada. Son los elementos que están expuestos al arco en todo momento durante el corte. Su vida útil está relacionada, en general, con la cantidad de horas de arco encendido. Debido a que el arranque del corte es el momento en que el consumible más se deteriora, es que también hay que relacionar su duración a un número de arranques. Por esto, se dice que un consumible dura X horas de arco encendido o XX arranques.

La duración de los consumibles de un equipo debe ser un factor fundamental en la elección de un equipo de corte plasma. Los consumibles estándar suelen durar entre 1 y 3 horas de arco encendido y entre 100 y 300 arranques; luego comienzan a mostrar defectos en el corte hasta que fallan definitivamente. Según sean los cortes de mayor o menor longitud, cambiará la relación entre número de arranques y horas de arco.

Sin embargo, existen equipos más desarrollados que ofrecen entre 4 y 6 horas de arco y entre 300 y 1000 arranques. Esto se debe a una mayor refrigeración de las piezas durante el corte, a sistemas electrónicos de protección de las piezas, y al escudo frontal que evita que la escoria se deposite sobre la boquilla, extendiendo su vida útil.

➤ *Fuente de gas:*

Los caudales de gas o aire requeridos oscilan entre 100 y 200 litros por minuto a presiones de 5 a 8 kg/cm², dependiendo de la aplicación.

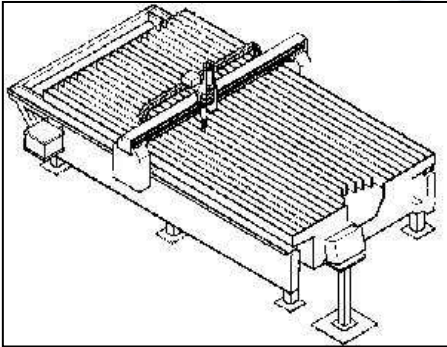
Para el caso del aire un compresor es suficiente, luego del cual es conveniente insertar un tren de filtrado para eliminar las partículas de agua y aceite presentes. Si el nivel de humedad del aire fuese alto se puede agregar un secador por refrigeración.

En caso de utilizarse nitrógeno, argón-hidrógeno, oxígeno, CO₂ o metano, éstos podrán obtenerse de cilindros o termos según sea el consumo y la flexibilidad necesaria.

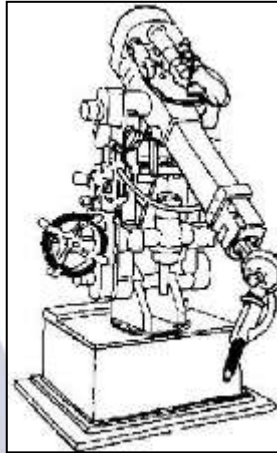
Procesos Mecanizados:

En caso de ser un proceso mecanizado, además se necesita:

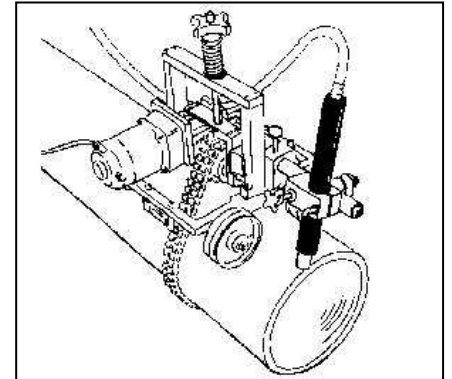
- *Pantógrafo o pórtico:* es el encargado de dirigir a la torcha a lo largo de la superficie de la placa para realizar el corte en las dimensiones y a la velocidad deseadas.
- *Robot:* puede reemplazar al pantógrafo y permitir además movimientos para corte de piezas en tres dimensiones.
- *Otros dispositivos de automatización:* existen otros dispositivos más simples que un pantógrafo, como carros para realizar cortes rectos, compases, dispositivos para agujerear caños de gran diámetro, etc.
- *Control numérico computarizado (CNC):* es un dispositivo electrónico que controla los movimientos del pórtico en función de una programación previa.



Máquina de corte X-Y



Robot para corte en 3D



Cortador y biselador de

* *Factor de Servicio* (ciclo de trabajo o factor de marcha):

Al diseñar una fuente, cada fabricante debe decidir el valor final de la corriente de salida en función de las dimensiones de la misma, es decir las secciones utilizadas para los conductores, la capacidad de disipación de calor según tenga ventilación forzada o no, etc. Luego de muchos ensayos que realizan para verificación de sus cálculos, define el factor de servicio.

El factor de servicio es un parámetro mediante el cual, basándose en ciclos de 5 ó 10 minutos, y el fabricante indica el porcentaje del tiempo total de estos ciclos en que la fuente puede entregar un determinado valor de corriente sin sufrir un sobrecalentamiento. Dado que la temperatura ambiente es muy importante en la refrigeración del equipo, es necesario definirla: la norma europea (ISO) utiliza 25°C y la americana (NEMA) 40°C. Por ejemplo las especificaciones técnicas de un equipo americano indican 50 Amperes al 50% a (NEMA), esto significa que puede entregar 50 Amperes durante 5 minutos de cada 10, si la temperatura ambiente es de 40°C. Si la temperatura ambiente fuese menor, este factor ascendería, pues la capacidad de disipación de calor es mayor por ser mayor el salto térmico entre el interior del equipo y el exterior. Si este equipo fuese luego evaluado por las normas ISO, comprobaríamos que puede operar el ciclo completo de 5 minutos, a 25°C. Por eso, si dos equipos informan el mismo factor de servicio, pero están especificados en base a diferentes normas, aquel que haya sido definido con ciclos más largos, y a mayor temperatura, tendrá realmente un factor de

servicio mayor. Generalmente los equipos fabricados en USA se especifican con normas NEMA y los europeos con ISO.

Es posible encontrar en el mercado algunas fuentes en las que, para lograr mayor espesor de corte, el fabricante decide sacrificar factor de servicio. Así es como una fuente que debería, por ejemplo, cortar 8mm con 25Amp al 60%, si su fabricante decidió elevar la corriente de salida a 40Amp para poder vender el equipo para corte de 12mm. Sin embargo, éste podrá solamente trabajar 2 minutos cada 10, caso contrario se apagará gracias a su termostato de protección. Obviamente este equipo no puede ser utilizado para producción.

Es altamente recomendable que las fuentes para trabajo mecanizado tengan factor de servicio de 100% (mínimo 80%). Las fuentes para corte manual, en cambio, pueden tener factor de servicio menor, pero de 50% como mínimo, pues si es inferior hay riesgo constante de sobrecalentamiento del equipo.

5. Parámetros a definir en el Proceso

- *Corriente de corte:* Es la corriente que pasa por el arco plasma, en el factor de mayor influencia en el espesor máximo de corte.
- *Gas plasma:* Es el gas que se ioniza durante el corte. Influye en la calidad de corte y también el espesor máximo.
- *Gas de Protección:* Es el gas que refrigera y concentra al plasma. Influye en la calidad del corte y la duración de los consumibles. Sólo se define en forma independiente si la torcha es del tipo dual gas, pues de otra manera el mismo gas cumple todas las funciones.
- *Velocidad de avance:* Determinada en función del espesor del material y la corriente de corte. Influye en el costo de la pieza y en la calidad de corte.
- *Altura de la torcha:* Es la distancia entre la torcha y la pieza. Determinará la tensión instantánea del arco. Influye en la inclinación de los cantos del corte.

El corte por plasma se inicia primeramente para cortar metales no ferrosos o aceros inoxidables, los que no podían ser cortados por proceso oxiacetilénico pues el punto de fusión de sus óxidos es muy superior al del metal mismo (cromo, níquel, aluminio, etc.).

Recordemos que el corte oxiacetilénico u “oxicorte” es un proceso químico que se efectúa calentando la pieza a cortar hasta alcanzar una temperatura a la cual un chorro de oxígeno oxide o “queme” al hierro. La reacción que se produce es exotérmica, o sea que desarrolla gran temperatura y tiende a auto-mantenerse. Dado que el punto de fusión del óxido de hierro es menor que el del acero, este óxido se expulsa fácilmente por el chorro de oxígeno y así queda siempre el acero expuesto a la acción del gas y la reacción continúa.

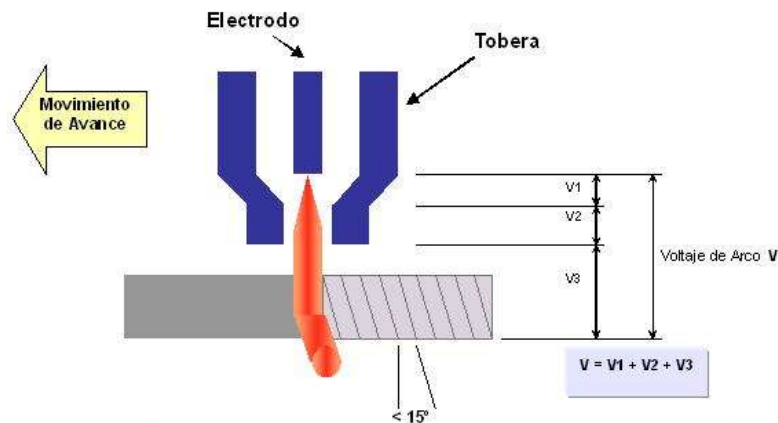
En el corte plasma, los parámetros a definir en cada ocasión dependen de la economía del proceso. El material a cortar, su espesor, la calidad de corte requerida, etc., son los factores que influirán en la determinación de los parámetros más convenientes para en el proceso. Esta decisión estará acotada por las características del equipo disponible, por ejemplo la capacidad de la fuente, la posibilidad de trabajar con gases o no, o la flexibilidad del dispositivo de mecanización, si el proceso es mecanizado.

Las velocidades que se pueden desarrollar en el corte plasma son completamente diferentes de las del oxicorte. Dependiendo de la corriente de corte y de los espesores, pueden desarrollarse velocidades de hasta 15 m/minuto, siendo 5 m/min una velocidad promedio utilizada comúnmente en corte mecanizado.

6. Factores de Influencia en Calidad de Corte

La velocidad de avance de la torcha está relacionada con la temperatura del plasma y el material a cortar y el espesor de la placa. Dado que se necesita un tiempo determinado para fundir y expulsar todo el espesor de material en un punto determinado de la placa, si el avance se produce antes de que esto ocurra, el material no será cortado. Por el contrario, si el avance es muy lento, se producirá la fusión de un área más grande por la mayor transmisión de calor y, en consecuencia, la sangría será más ancha.

Lo anterior nos dice que, para obtener superficies de corte lisas, la velocidad de avance debe ser constante, con esto la sangría será constante y se evitará una superficie de borde irregular. Si el proceso es automático esto es fácil de lograr, no así si es manual, pues depende del operador.

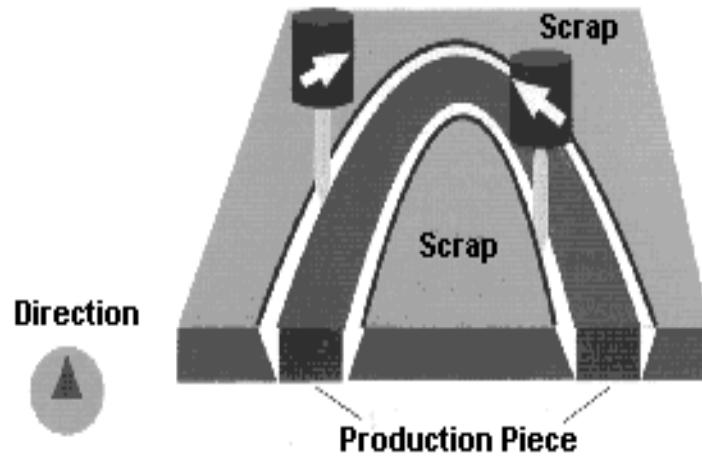


El parámetro de regulación es la corriente.
El equipo elige automáticamente el voltaje del arco, dependiendo del espesor del material y del diámetro del agujero de la tobera (sección del chorro de aire).

La distancia torcha - pieza es otra de las variables que afectan la calidad de corte debido a que el arco no tiene forma perfectamente cilíndrica. Si esta distancia es mayor (torcha alta) se obtendrán ángulos positivos en los cortes, si es menor (torcha baja) se obtendrán ángulos negativos. La distancia óptima está indicada para cada espesor y cada corriente.

Para controlar la altura de la torcha existen diferentes mecanismos. Los controladores de altura de torcha (THC) son electrónicos y utilizan el valor de la tensión de arco para regular esta distancia. Haciendo referencia al esquema anterior, se observa que las caídas de tensión V_1 y V_2 son independientes de la longitud del arco pero V_3 es función de la misma, con lo que se puede utilizar su variación durante el avance de la torcha para corregir defectos o excesos en la altura de la torcha. Los equipos preparados para ser mecanizados tienen en la fuente de poder una salida analógica que indica la tensión de arco. Por otro lado, y sólo utilizables para espesores de chapa hasta 8mm, están los dispositivos mecánicos que mantienen a la torcha apoyada en la chapa mediante un resorte y un disco con bolas que aplastan la chapa en la circunferencia que rodea la torcha, asegurando una distancia más o menos constante durante el corte.

Otro factor a tener en cuenta es el sentido de corte. El corte plasma, debido al torbellino que se produce antes de la tobera, provoca que el borde del lado derecho al sentido de avance sea perpendicular y el izquierdo presente un pequeño ángulo que puede alcanzar los 10° de inclinación. Por esta razón los cortes interiores (agujeros) se cortan en el sentido antihorario y los cortes exteriores de una pieza en el sentido horario.



A medida que se incrementa la corriente de corte, se incrementa la velocidad, disminuyendo en consecuencia los costos de mano de obra directa y consumibles. Sin embargo, si se desea una buena calidad en curvas y esquinas, es conveniente sacrificar velocidad bajando la corriente y utilizar toberas con orificio más pequeño.

Los gases empleados dependen de cada aplicación particular. La selección de los mismos también está relacionada con la calidad deseada y con la economía del proceso. Si bien todos los metales se pueden cortar con aire, hay gases que mejoran la calidad, la velocidad y el espesor de corte para algunos materiales.

Cuando un gas monoatómico como el Argón, ionizado y muy caliente choca contra la pieza, se enfría en contacto con la misma y los iones se re-combinan formando átomos, y liberando la energía que tenían almacenada. En el caso de los gases biatómicos, como el Hidrógeno y el Nitrógeno, la re-combinación de dos átomos en moléculas también produce un aporte suplementario de calor en la zona de corte. Además, como estos gases poseen una resistencia eléctrica más alta, la tensión de arco será más elevada.

El aumento de la energía y de la tensión mejora la performance del corte, es decir la velocidad y el espesor, además de la calidad obtenida.

El aluminio, por ejemplo, puede cortarse con Argón-Hidrógeno como gas plasma y Nitrógeno como gas de protección, obteniendo una muy buena calidad de corte.

El corte de acero inoxidable mejora considerablemente cuando se utiliza sólo Nitrógeno y es excelente con Argón-Hidrógeno como plasma y Nitrógeno como protección, incrementándose en este último caso la capacidad de corte.

Para el corte de acero al carbono, se utiliza un proceso con Oxígeno como plasma y Nitrógeno como protección, incrementando performance debido a la suma del poder oxidante del gas plasma utilizado. Es imprescindible que el electrodo sea refrigerado para utilizar oxígeno como plasma.

Finalmente, con respecto a la zona afectada por el calor en el corte plasma, puede decirse que es muy angosta y que las piezas cortadas pueden soldarse directamente luego de una simple limpieza de la superficie resultante del corte.

7. Costos Operativos de Corte

Cuando se está pensando en implementar el corte plasma para una aplicación, es importante realizar un análisis costos operativos de corte. Para obtener una medición precisa del costo se utiliza el Costo por Metro Cortado.

Para ello, a continuación se muestran algunas tablas que indican una forma práctica de cálculo, que incluye las variables importantes del costo directo.

Acero al carbono	80 Amp						
Espesor (mm)	3,6	6	10	13	16	19	25
Costo E. Eléctrica (\$/hr)	0,73	0,74	0,75	0,80	0,84	0,88	0,89
Costo Aire (\$/hr)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Costo Consumibles (\$/hr)	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73
Mano Obra Dir (\$/hr) – Sin GGF	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Ch=Costo total Corte (\$/hr)	8,51	8,51	8,53	8,57	8,61	8,65	8,66
V=Velocidad Corte (m/hr)	306	192	126	84	60	42	23
Cm=Costo total Corte (\$/m)=Ch/V	0,03	0,04	0,07	0,10	0,14	0,21	0,38

Datos

Factor de Trabajo (Produccion)	80%
Costo E. Eléctr. (\$/kWh)	0,100
Costo de Aire (\$/m3)	0,005
Costo Consum. (\$/hr arco)	3,41
Mano de Obra	5,00
Factor de Rendim	0,95

(Valores en dólares estadounidenses)

En esta tabla se observan los valores de costo por metro de corte de acero al carbono, con 80A, para los diferentes espesores. La tabla inferior muestra los datos de los que parte el cálculo de costos.

Se puede apreciar cómo se incrementa el costo por metro en función al espesor, debido, principalmente, a la disminución de la velocidad, pues todas las variables (mano de obra, consumibles, gas y energía eléctrica) son función del tiempo, es decir que, cuanto más rápido se corta, más metros podrán ser cortados con los mismos recursos. Lo mismo sucede en el oxicorte. Debido a esto, es muy importante apreciar que la velocidad del plasma puede ser muy superior a la del oxicorte y, por lo tanto, el proceso puede ser mucho menos costoso. Por ejemplo, el costo por metro para este plasma sobre 10mm de espesor es \$ 0,07 por metro, y su velocidad es de 2100mm/min. Con oxicorte, el costo de corte del mismo material será de \$ 0,34 por metro, y su velocidad de 460mm/min., aproximadamente la quinta parte del costo. Además, debe tenerse en cuenta el incremento de capacidad de producción en casi 5 veces gracias al proceso plasma.

Otra variable al tener en cuenta al comparar al plasma con el oxicorte, es la calidad de corte. El plasma produce cortes limpios y sin escoria, permite cortar figuras intrincadas, permite cortar espesores muy finos (desde 0.5mm). El oxicorte, si bien tiene escoria y no es conveniente para espesores menores a 6mm, puede ser más perpendicular que el corte realizado por proceso plasma, si éste último no es controlado.

A continuación vemos se observan los beneficios que ofrece el corte plasma:

- El plasma corte cualquier metal conductor
- Más velocidad y mayor productividad
- Mínima necesidad de operaciones secundarias
- Significativamente menor zona afectada por el calor
- No produce ondulación en las chapas
- Corte sin escoria
- El plasma puede cortar materiales pintados, oxidados o sucios sin inconveniente
- Proceso mas seguro: no utiliza gases inflamables
- Proceso más fácil de operar: no requiere operador calificado
- Costo operativo menor

Finalmente, hay que tener en cuenta que esta gran diferencia de productividad sólo puede obtenerse por medio de una inversión, la cual puede variar dependiendo del espesor a cortar, de si es una operación manual o mecanizada, y del nivel de automatización buscado.

8. Conclusión

El corte plasma es otra muestra de cómo la tecnología va ayudando a la industria a bajar sus costos, mejorar su calidad y disminuir los niveles de riesgo de accidentes por la eliminación de los gases combustibles. De esta manera, las empresas tienen hoy la puerta abierta a este proceso, cuyos beneficios están a la vista.

En caso de tener alguna aplicación de corte en su industria, ya sea en producción o mantenimiento, no dude en solicitar una **demostración** de corte por plasma a su proveedor de equipos de soldadura y corte de alta tecnología.