



# Proceso TIG



# PROCESO GTAW (TIG)

**G**AS

**T**UNGSTEN

**A**RC

**W**ELDING

**T**UNGSTEN

**I**NERT

**G**AS



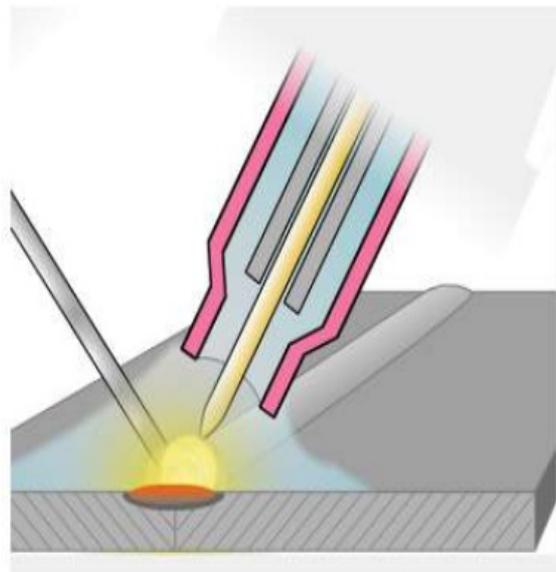


# PROCESO GTAW

- EL CALOR NECESARIO PARA LA FUSIÓN SE OBTIENE DEL ARCO FORMADO ENTRE UN ELECTRODO DE TUNGSTENO NO CONSUMIBLE Y LA PIEZA DE TRABAJO.



# DESCRIPCIÓN DE LA SOLDADURA TIG



La soldadura TIG, proporciona una soldadura excepcionalmente limpia y de gran calidad, ya que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final.

La soldadura TIG puede ser utilizada para soldar casi todo tipo de metales, pero se utiliza más para soldar aluminio, y aceros inoxidables, donde lo más importante es una buena calidad de soldadura. Principalmente, es utilizada en la unión de juntas de alta calidad en centrales nucleares, químicas, construcción aeronáutica e industrias de alimentación

# PARTES DE LA ANTORCHA DE TIG



Copa del difusor de gas



Cuerpo del difusor de gas



Protector térmico del difusor de gas



Copa cerámica



Porta mordaza



Mordaza

Protector térmico estándar



Cabezal de la antorcha



Capuchón largo



Capuchón corto

PIEZAS PRINCIPALES DE  
UNA ANTORCHA TIG, CON  
Y SIN DIFUSOR DE GAS

# PROCESO TIG

## PROCESO DE SOLDADURA CON APORTE / TIG



**Nota:** La Sociedad Americana de Soldadura (por sus siglas en inglés AWS) denomina a este proceso de soldadura como GTAW (Gas Tungsten Arc Welding).





# TIG PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

- PROCESO TIG PRINCIPIOS DE OPERACIÓN GASES DE PROTECCIÓN ¿QUE HACEN ? PROTEGEN LAS PARTES CALIENTES DE LA SOLDADURA DE LA ATMÓSFERA: BAÑO DE FUSIÓN – ELECTRODO & MATERIAL DE APORTE ¿QUE PRECAUCIONES DEBO TOMAR PARA UNA EFICAZ PROTECCIÓN GASEOSA? EL ÁNGULO DE LA TORCHANO DEBE EXCEDER LOS 30°
- EL DIÁMETRO DE LA TOBERA DE GAS EN SU ZONA INFERIOR DEBE SER IGUAL 4 VECES EL DIÁMETRO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO
- EL CAUDAL DE GAS DEBE SER COMO MÍNIMO DE: 5LT/MIN PARA GAS ARGÓN Y DE 11LT/MIN PARA UNA MEZCLA DE 70% HE + 30% AR
- USAR GAS DE RESPALDO PARA ACEROS DE ALTA ALEACIÓN



## TIG CAMPO DE APLICACIÓN

- PUEDE USARSE CON TODOS LOS METALES SOLDABLES, EXCEPTO EL ZINC O EL Sn-Pb DE MUY BAJO PUNTO DE FUSIÓN.
- EL CAMPO DE MAYOR APLICACIÓN, LO ENCONTRAMOS EN LA SOLDADURA DE LOS ACEROS INOXIDABLES, DE LOS ACEROS RESISTENTES AL CALOR (Cr-Mo); ASÍ COMO EN LAS ALEACIONES LIVIANAS DE ALUMINIO & MAGNESIO Y LAS DE ALTO NÍQUEL
- EL PROCESO PERMITE SOLDAR EN CUALQUIER TIPO DE JUNTA & POSICIÓN

## TIG CAMPO DE APLICACIÓN

- EL PROCESO PERMITE LOGRAR SOLDADURAS DE ALTA CALIDAD EN TÉRMINOS DE PUREZA Y ACABADO SUPERFICIAL. ES DE USO EXTENDIDO EN LA CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES TANTO PARA LA IND. PETROQUÍMICA, COMO PARA GAS & PETRÓLEO Y CENTRALES DE ENERGÍA, ALIMENTICIA Y FARMACÉUTICA.
- SE USA PRINCIPALMENTE EN MATERIALES DELGADOS, ENTRE 0,3 A 4 MM DE ESPESOR. EN LA SOLDADURA DE MAYORES ESPESORES, ES PRÁCTICA COMÚN SOLDAR TIG EN PASADA DE RAÍZ, COMO EN TUBERÍAS, TANQUES A PRESIÓN E INTERCAMBIADORES DE CALOR

## Soldadura de Aceros Inoxidables

**Tabla de selección de Parámetros & consumibles de soldadura**

Espesor del M. Base (mm)	Tipo de Junta	Diámetro Electrodo EWTh2 (mm)	Diámetro Varilla de aporte (mm) (4)	Tamaño Tobera DI (mm)	Caudal de Gas C.F.H.	Corriente CC (-) Amp	N° de Pasadas	Veloc. avance Cm/min
1,0	Tope	1,6	1,6	6	10	50-80	1	56
1,6	Tope	1,6	1,6	6	10	65-105	1	30
1,6	F.H.	1,6	1,6	6	12	75-125	1	25
2,5	Tope	1,6	2,4	6	12	85-125	1	30
2,5	F.H.	1,6	2,4	6	12	95-135	1	25
3,2	Tope	1,6	2,4	8	12	100-135	1	30
3,2	F.H.	1,6	2,4	8	12	115-145	1	25

- 1 . Incremente el amperaje si va a usar respaldo
- 2 . Valores de tabla para posición plana, reducir 15% para soldar en posición
- 3 . Gas de protección Argón
- 4 . Use alambre de composición química compatible con Metal/Metales Base



# BOQUILLAS O COPAS DE CERAMICA

54N17L, 54N16L 54N15L



10N47L, 10N48L, 10N49L



796F75, 796F76, 796F79

798F71, 796F72



10N50, 10N49, 10N48, 10N47, 10N46

10N45, 10N44



54N18, 54N17, 54N16, 54N15

54N15, 54N14



53N58, 53N59, 53N60, 53N61, 53N61S

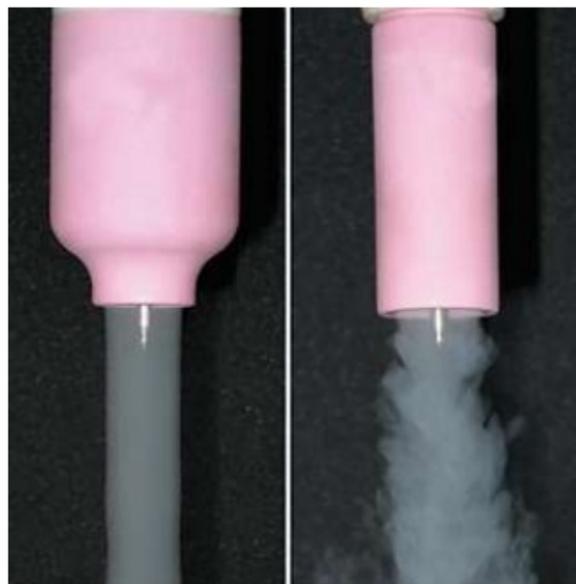


13N08, 13N09, 13N10, 13N11

13N12, 13N13

# GASES DE PROTECCIÓN

La función principal de los gases de protección en el proceso TIG es evitar el contacto del aire del ambiente con el electrodo y el metal fundido en el momento en que se realiza la soldadura.



El gas empleado también tiene influencia en la estabilidad, características y comportamiento del arco, y por consiguiente en el resultado de la soldadura.

El efecto de protección del gas depende de:

- ✓ El flujo de gas.
- ✓ El tipo de soldadura.
- ✓ El tamaño de la cubierta de gas.
- ✓ La longitud del arco.
- ✓ La posición de la soldadura.

Los gases más empleados en la soldadura TIG son el Argón, el helio o una combinación de ellos; los cuales deben tener una alta pureza (normalmente 99.99%)

# GASES DE PROTECCIÓN

Para una misma longitud de arco y corriente, el Helio necesita un voltaje superior que el Argón para producir el arco.

Debido a su excelente conductividad térmica, el Helio produce mayor temperatura que el Argón en el área soldada, por ende se logra una penetración mucho mayor que con el Argón, resultando más efectivo en la soldadura de materiales de gran espesor, en particular metales como el cobre, el aluminio y sus aleaciones.

El Argón se adapta mejor a la soldadura de metales de menor conductividad térmica y de poco espesor, en particular para posiciones de soldadura distintas a la plana. En la siguiente tabla se describen los gases apropiados para cada tipo de material a soldar.

**TABLA 3.1 Gases inertes para GTAW**

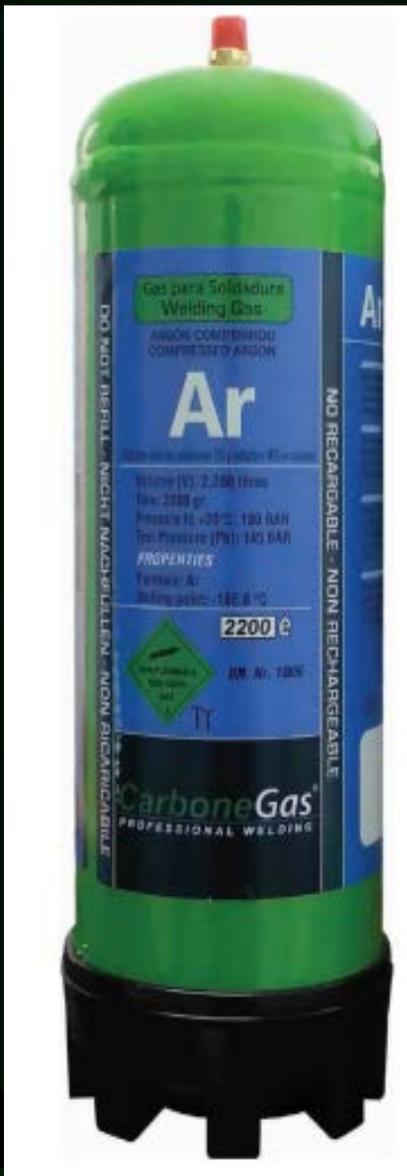
<i>Metal a soldar</i>	<i>Gas</i>
Aluminio y sus aleaciones	Argón
Latón y sus aleaciones	Helio o Argón
Cobre y sus aleaciones (menor de 3 mm)	Argón
Cobre y sus aleaciones (mayor de 3 mm)	Helio
Acero al carbono	Argón
Acero Inoxidable	Argón

# GASES DE PROTECCIÓN

Cuanto más denso sea el gas, mejor será su resultado en las aplicaciones de soldadura con arco protegido por gas. El Argón es aproximadamente 10 veces más denso que el Helio, y un 30% más denso que el aire. Cuando se utiliza Argón, éste forma una densa nube protectora, mientras que la acción del Helio es mucho más liviana y vaporosa, la cual se dispersa rápidamente. Por esta razón, serán necesarias mayores cantidades de gas en caso de usar Helio (puro o mezclas que contengan mayoritariamente Helio) que si se utilizara Argón.



En la actualidad el Helio ha sido reemplazado por el Argón, o por mezclas de Argón-Hidrógeno o Argón-Helio. Ya que estos gases ayudan a mejorar la generación del arco eléctrico y las características de transferencia de metal durante la soldadura, favoreciendo la penetración, incrementando la temperatura producida, el ancho de la fusión, la velocidad de formación de soldadura, además de reducir la tendencia al socavado. Estos gases, también proveen condiciones satisfactorias para la soldadura de la gran mayoría de los metales reactivos tales como aluminio, magnesio, berilio, columbio, tantalio, titanio y zirconio. Es de anotar que las mezclas de Argón-Hidrógeno o Helio-Hidrógeno, sólo pueden ser usadas para la soldadura de unos pocos metales como por ejemplo algunos aceros inoxidable y aleaciones de níquel.



## ARGON

- Potencial de ionización es de 15.7 V.
- Acción de limpieza sobre materiales como aluminio y magnesio.
- Baja conductividad térmica.
- Produce un arco compacto de alta concentración de energía.
- Más pesado que el aire.



**MAINCO**  
EXPERTOS EN ACERO INOXIDABLE

## HELIO

- Potencial de ionización 24.5 V, mayor dificultad para encender el arco a bajos amperajes.
- Alta conductividad térmica, cono de arco de mayor amplitud.
- Más sensible a la longitud de arco.
- Más ligero que el aire, de 2 a 3 veces mayor flujo que el argón.

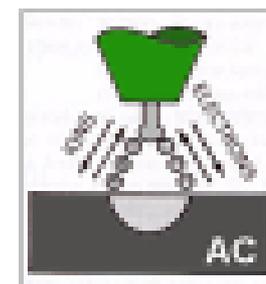
# TIPOS DE CORRIENTES

Al efectuar la soldadura con CC, el terminal **positivo (+)** se desarrolla el 70% del calor y el **negativo (-)** el **30% restante**. Esto significa que según la polaridad asignada, directa o inversa, los resultados obtenidos serán muy diferentes.

Con polarización inversa, el 70% del calor se concentra en el electrodo de tungsteno, entonces utilizando el mismo amperaje, pero cambiando la polarización a directa, se puede utilizar un electrodo de tungsteno de menor tamaño, lo cual permite lograr un arco más estable y una mayor penetración en la soldadura efectuada.

<i>Metal a soldar</i>	<i>Fuente de potencia</i>	
	<i>Preferida</i>	<i>Opcional</i>
<i>Aluminio</i>	CA (alta frecuencia)	CC inversa
<i>Latón y aleaciones</i>	CC directa	CA (alta frecuencia)
<i>Cobre y aleaciones</i>	CC directa	-
<i>Acero al carbono</i>	CC directa	CA (alta frecuencia)
<i>Acero inoxidable</i>	CC directa	CA (alta frecuencia)

# Efecto del tipo de corriente



*Acción de limpieza de óxido*

No

Si

Si;  
Cada mitad del ciclo

*Balace de calor en el arco (aprox)*

70% en la pieza  
30% en el electrodo

30% en la pieza  
70% en el electrodo

50% en la pieza  
50% en el electrodo

*Penetración*

Profunda;  
Angosta

Ligera;  
Ancha

Media

*Capacidad del electrodo*

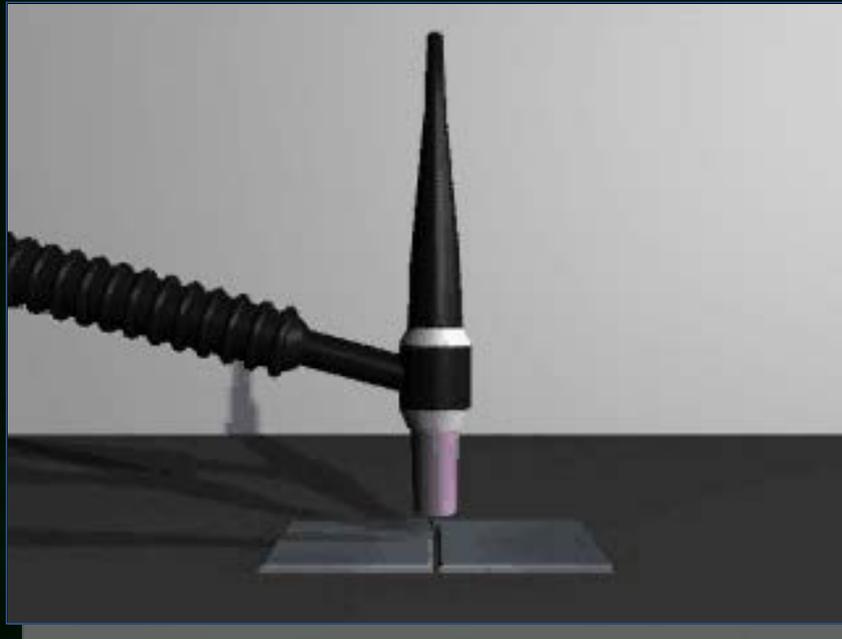
Excelente  
1/8" (3.2 mm)  
400 A

Pobre  
1/4" (6.4 mm)  
120 A

Buena  
1/8" (3.2 mm)  
225 A

# PROCESO GTAW

- LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR, EL METAL LÍQUIDO Y EL ELECTRODO DE TUNGSTENO ESTÁN PROTEGIDOS POR UNA ATMÓSFERA DE GAS INERTE.





## PROCESO GTAW

- EL ARCO ALCANZA TEMPERATURAS DE 35,000 °F (19,425 °C). EL ELECTRODO DE TUNGSTENO SOLO SIRVE PARA FORMARLO Y SI SE REQUIERE METAL DE APORTE TIENE QUE ADICIONARSE EXTERNAMENTE.





## VENTAJAS

- PUEDE USARSE PARA SOLDAR LA MAYORÍA DE LOS METALES Y ALEACIONES COMERCIALES.
  - ACEROS AL CARBONO, BAJA ALEACIÓN E INOXIDABLES.
  - NÍQUEL, MONEL E INCONEL.
  - COBRE, LATÓN Y BRONCE.
  - TITANIO.
  - ALUMINIO.
  - MAGNESIO.





## VENTAJAS

- ARCO CONCENTRADO.
  - CONTROL PUNTUAL DEL CALOR APLICADO, EFECTIVO PARA SOLDAR METALES DE ALTA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.
  - ZONA AFECTADA POR EL CALOR (HAZ) MÁS ANGOSTA.





## VENTAJAS

- SIN FUNDENTES O ESCORIA.
- EXCELENTE VISIBILIDAD DEL ARCO.
- NO REQUIERE DE LIMPIEZA.
- SIN RIESGO DE ESCORIA ATRAPADA ENTRE PASOS.





# VENTAJAS

- LIMPIEZA.
  - AL NO EXISTIR TRANSFERENCIA DE METAL EN EL ARCO, NO SE PRODUCE CHISPORROTEO Ó SALPICADURA.





# VENTAJAS

- LIMPIEZA.
  - EL PROCESO POR SI MISMO NO PRODUCE HUMOS O VAPORES.



# DESVENTAJAS

- BAJA TASA DE DEPÓSITO DEL METAL DE APORTE.
- EL SOLDADOR REQUIERE DE UNA EXCELENTE COORDINACIÓN VISUAL Y MANUAL.



## DESVENTAJAS

- DEBIDO A LA AUSENCIA DE HUMOS EL ARCO ES MÁS BRILLANTE.
- POR LO ANTERIOR, SE TIENE CANTIDAD DE RAYOS ULTRAVIOLETA QUE INCREMENTAN LA FORMACIÓN DE OZONO Y ÓXIDO NITROSO.



# AC SINUSOIDAL

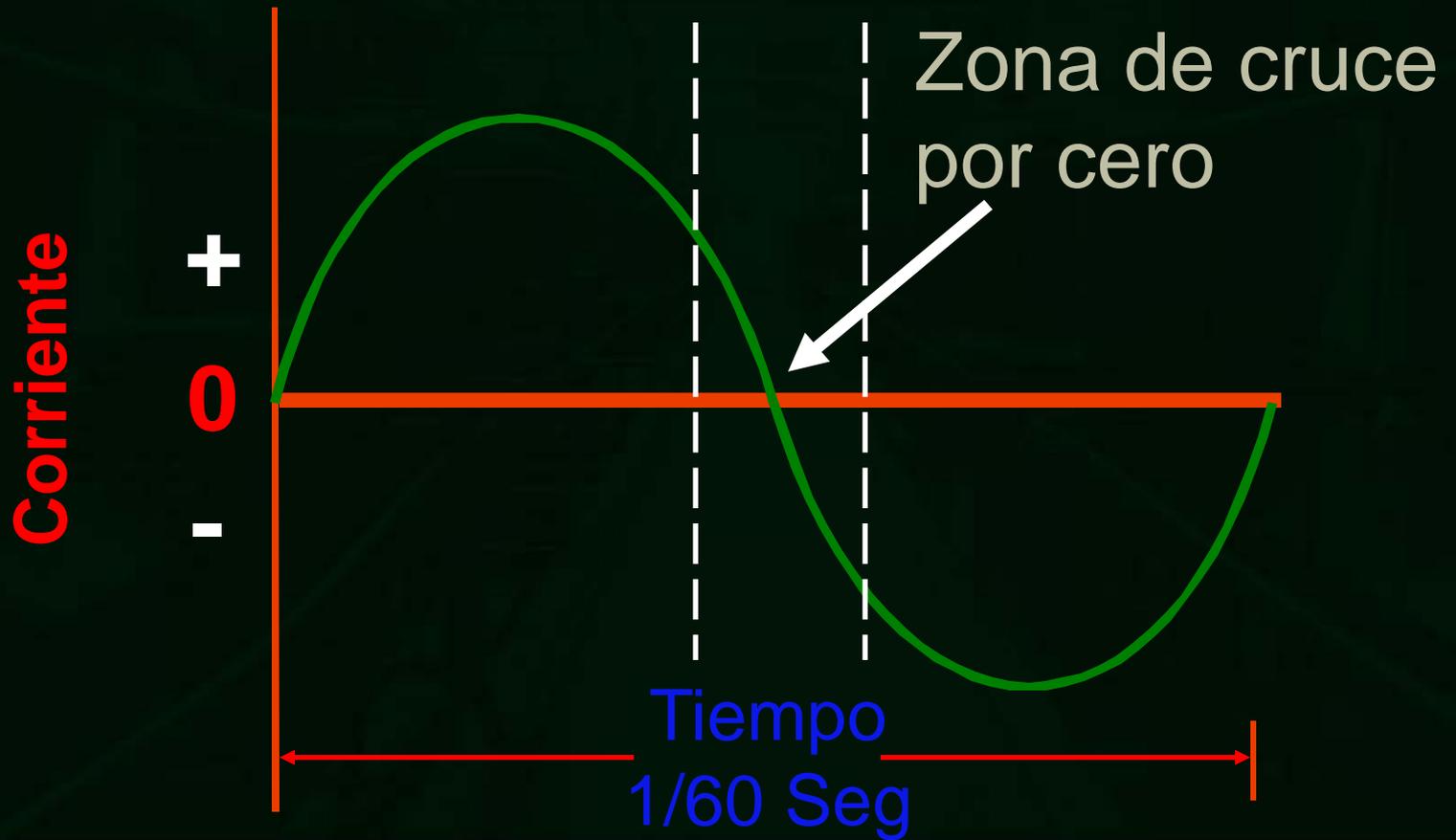
**Corriente**

**+**  
**0**  
**-**



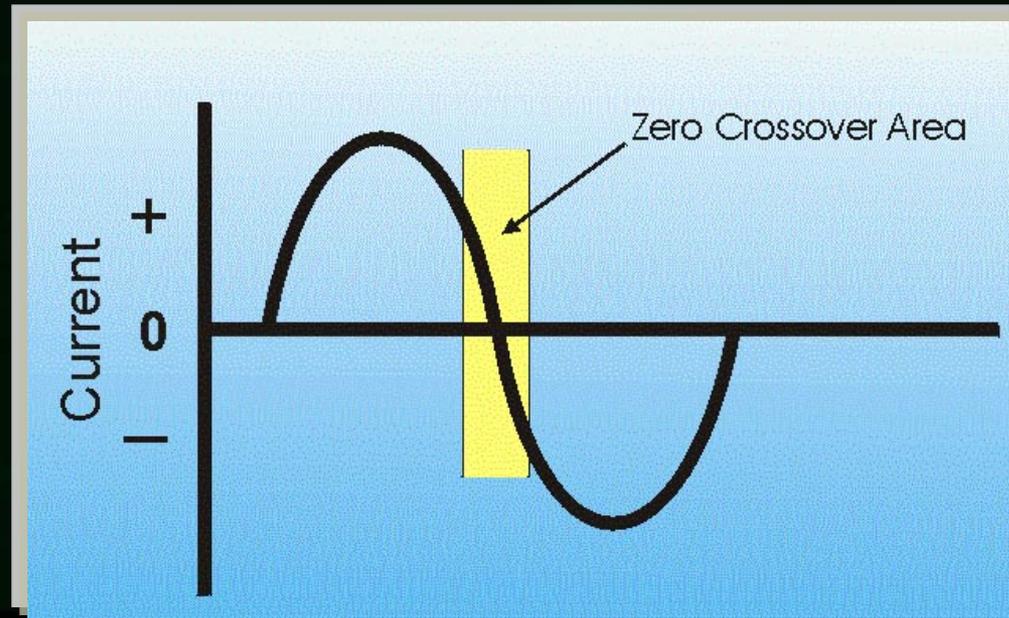
**Tiempo**  
**1/60 Seg**

# AC SINUSOIDAL



# AC SINUSOIDAL

- EL TIEMPO EN QUE SE PASA POR “CERO” AFECTA LA ESTABILIDAD DEL ARCO DE SOLDADURA.



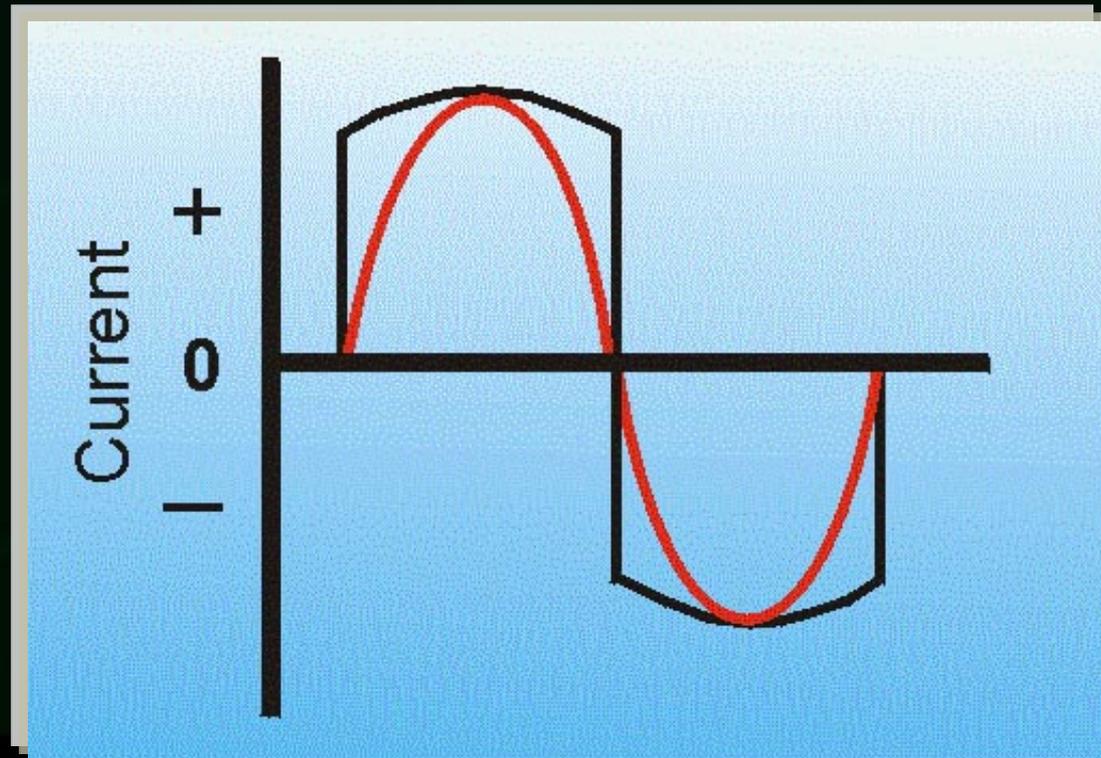


# ONDA CUADRADA



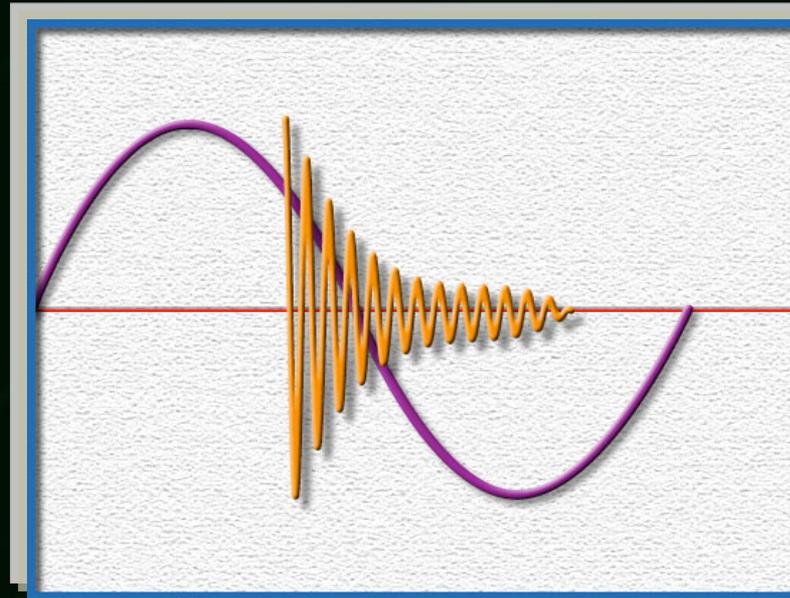
# ONDA CUADRADA

- AL REDUCIRSE EL TIEMPO EN EL CRUCE POR “CERO” SE MEJORA LA ESTABILIDAD DEL ARCO.



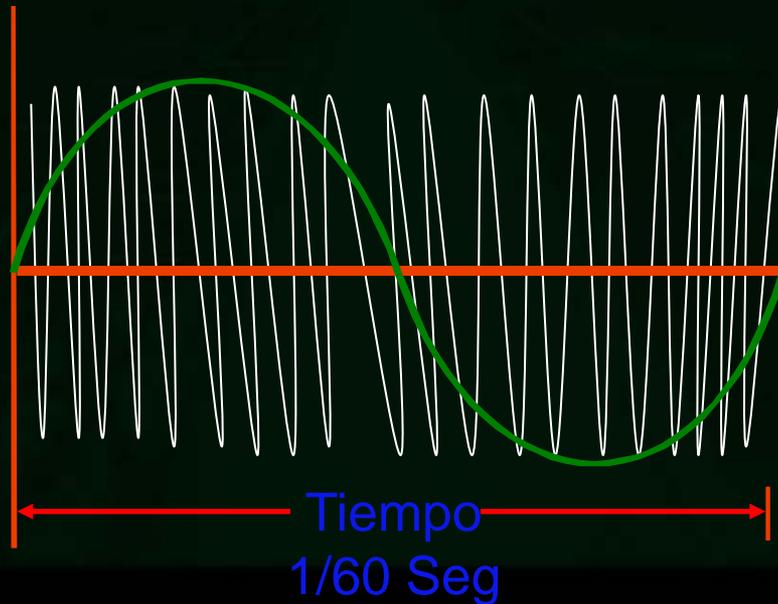
# ALTA FRECUENCIA

- SE UTILIZA UN FLUJO SOBREPUESTO DE ALTO VOLTAJE Y BAJO AMPERAJE, A FRECUENCIAS DE  $\pm 16,000$  Hz.



# ALTA FRECUENCIA

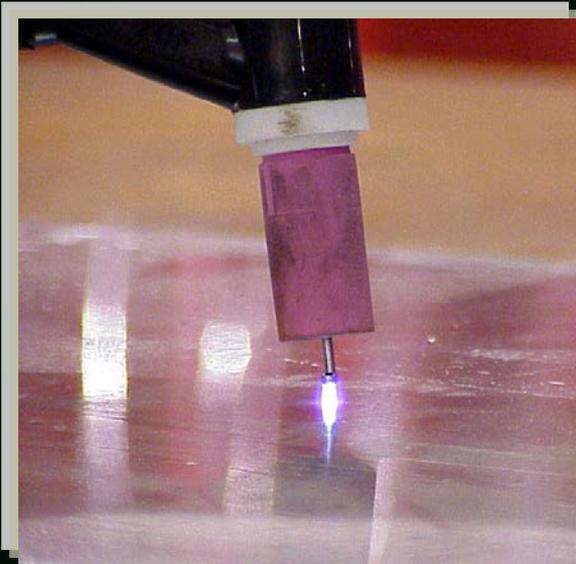
- APORTA EL VOLTAJE NECESARIO PARA EVITAR LA EXTINCIÓN DEL ARCO AL CRUZAR POR CERO.
- PROPORCIONA LA IONIZACIÓN NECESARIA PARA FACILITAR EL FLUJO ELÉCTRICO EN LA PARTE POSITIVA DEL CICLO.





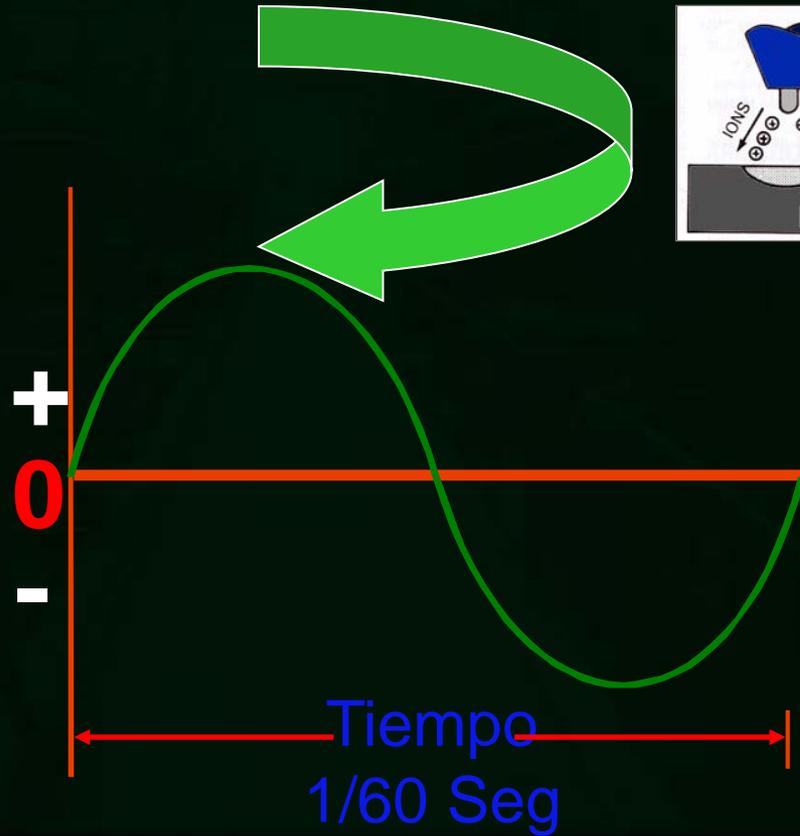
# ALTA FRECUENCIA

- PERMITE EL ENCENDIDO DEL ARCO SIN CONTACTO ENTRE EL ELECTRODO Y LA PIEZA DE TRABAJO.



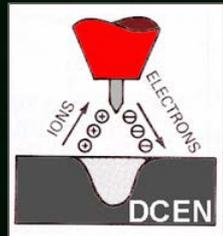
# AC SINUSOIDAL

**Corriente**

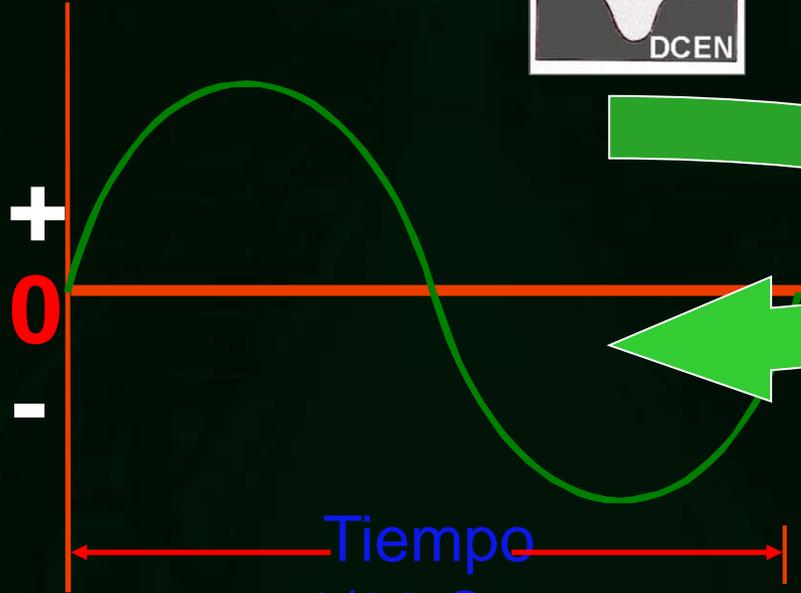




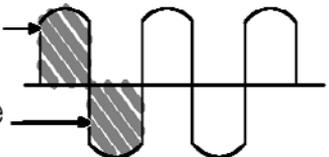
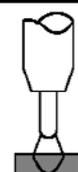
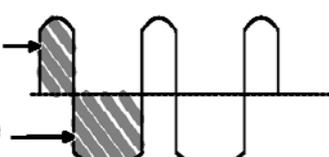
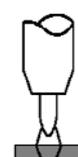
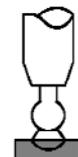
# AC SINUSOIDAL



**Corriente**



# CONTROL DE BALANCE

Balance Control Examples		
Setting	Output Waveforms	Arc
Balanced 3 	50% Electrode Positive 50% Electrode Negative 	
More Penetration 10 	32% Electrode Positive 68% Electrode Negative 	
More Cleaning 0 	55% Electrode Positive 45% Electrode Negative 	



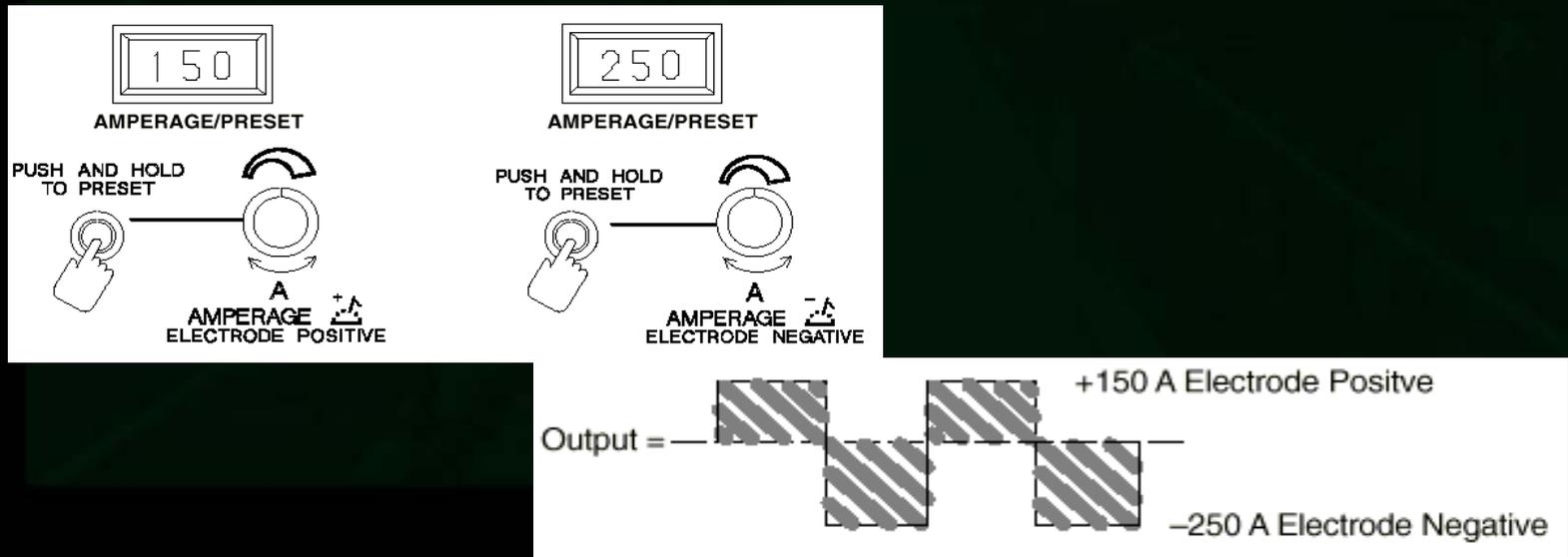


# ONDA ASIMÉTRICA

- EN CORRIENTE ALTERNA, EL CONTROL DE LA FORMA DE ONDA PERMITE:
  - INCREMENTAR LA VELOCIDAD DE AVANCE.
  - ESTABILIZAR EL CONO DEL ARCO.
  - CONTROLAR EL ANCHO DEL CORDÓN.
  - CONTROLAR LA PENETRACIÓN.
  - MINIMIZAR LA ACCIÓN DE LIMPIEZA.

# CONTROL DE CORRIENTE

- INDEPENDIENTE PARA AMBAS MITADES DEL CICLO.
  - MÁS AMPERAJE EN EN; MAYOR PENETRACIÓN Y VELOCIDAD DE AVANCE.
  - MÁS AMPERAJE EN EP; PENETRACIÓN LIGERA.





# CONTROL DE FRECUENCIA

- BAJA FRECUENCIA:
  - CORDONES MÁS ANCHOS, IDEAL PARA TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN.
- ALTA FRECUENCIA:
  - CORDONES MÁS ANGOSTOS, IDEAL PARA SOLDADURAS TIPO FILETE Y OPERACIONES AUTOMÁTICAS.



# CONTROL DE FRECUENCIA

- 80 A (EP); 250 A (EN); 70% EN; 60 Hz.





# CONTROL DE FRECUENCIA

- 80 A (EP); 250 A (EN); 70% EN; 250 Hz.



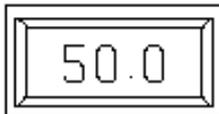
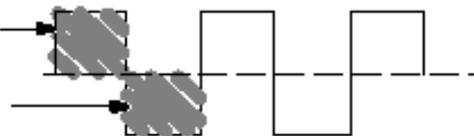
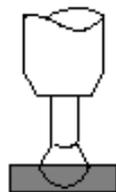
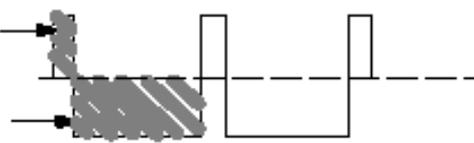
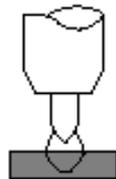
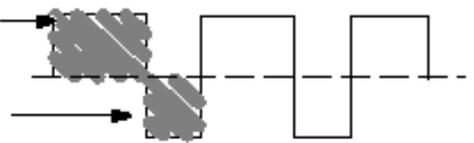
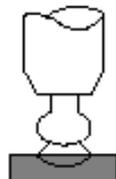


## PROPORCIÓN DE POLARIDAD

- SE PUEDE SELECCIONAR EL PORCENTAJE DE TIEMPO QUE SE DESEE PERMANEZCA EN UNA DE LAS MITADES DEL CICLO.
  - MÁS TIEMPO EN EP, MENOR PENETRACIÓN Y MÁS LIMPIEZA.
  - MÁS TIEMPO EN EN, MAYOR PENETRACIÓN Y VELOCIDAD DE AVANCE.

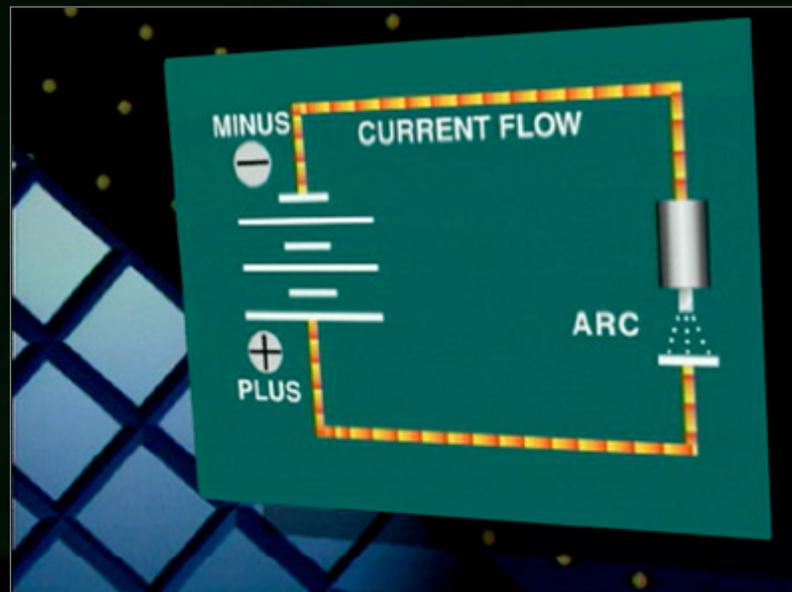


# PROPORCIÓN DE POLARIDAD

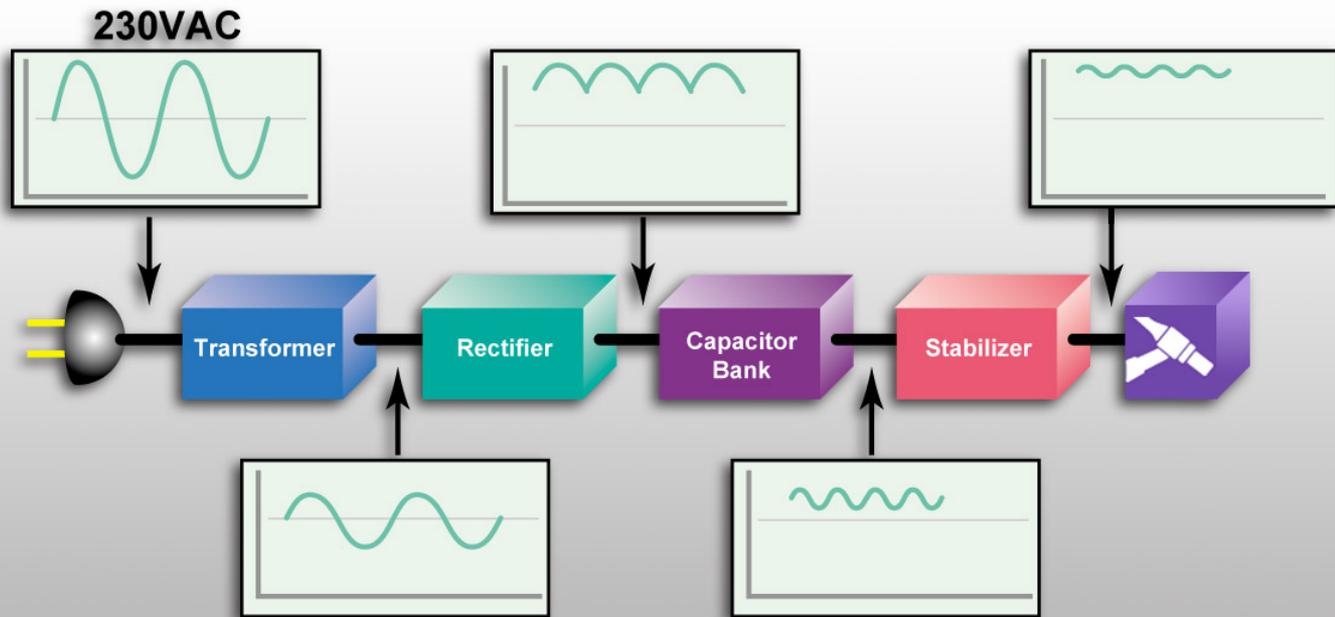
Balance Control Waveform Examples		
<p>Balanced</p> 	<p>50% Electrode Positive</p> <p>50% Electrode Negative</p> 	
<p>More Penetration</p> 	<p>10% Electrode Positive</p> <p>90% Electrode Negative</p> 	
<p>More Cleaning</p> 	<p>70% Electrode Positive</p> <p>30% Electrode Negative</p> 	

# CORRIENTE DIRECTA

- SI SE TUVIERA UNA GRAN BATERÍA...
  - SE TENDRÍA LA CORRIENTE CONTINUA QUE SE NECESITA Y QUE PROPORCIONA UN ARCO ESTABLE, PERO NO SE TENDRÍA CONTROL SOBRE EL ARCO.

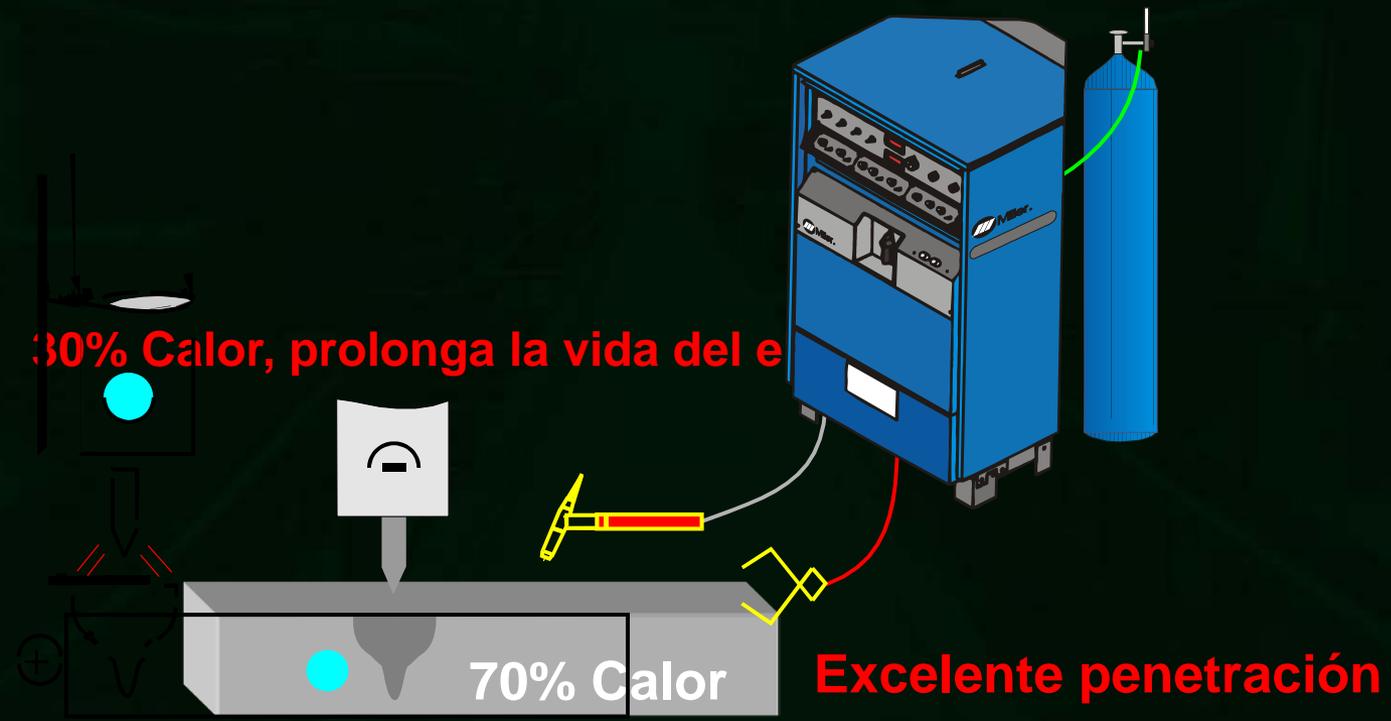


# CORRIENTE DIRECTA





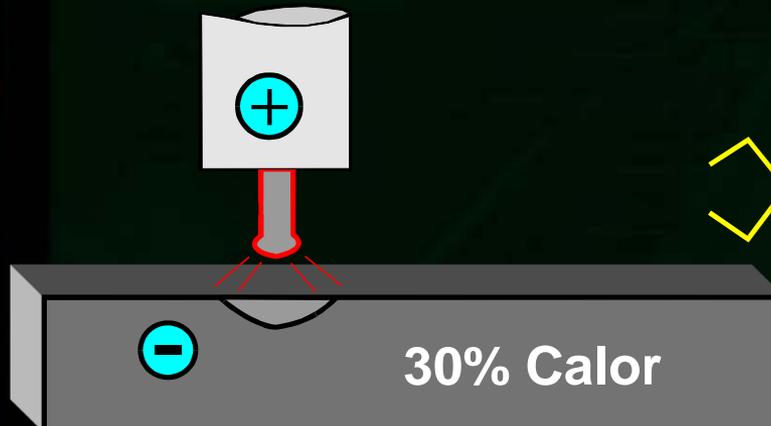
# POLARIDAD DIRECTA (DC-)



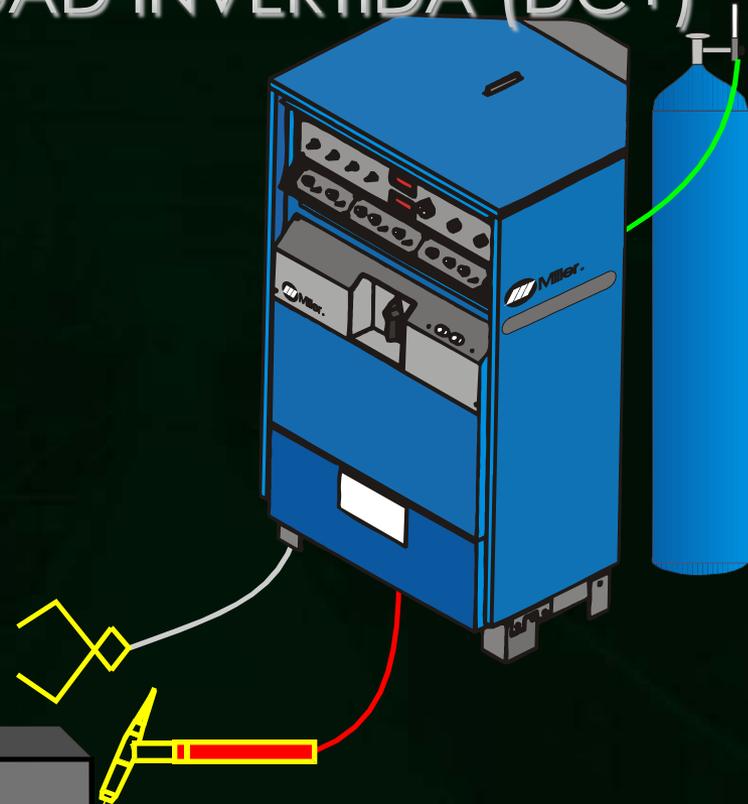


# POLARIDAD INVERTIDA (DC+)

**70% Calor, limitada vida útil del electrodo**



**Pobre penetración  
Excelente limpieza**



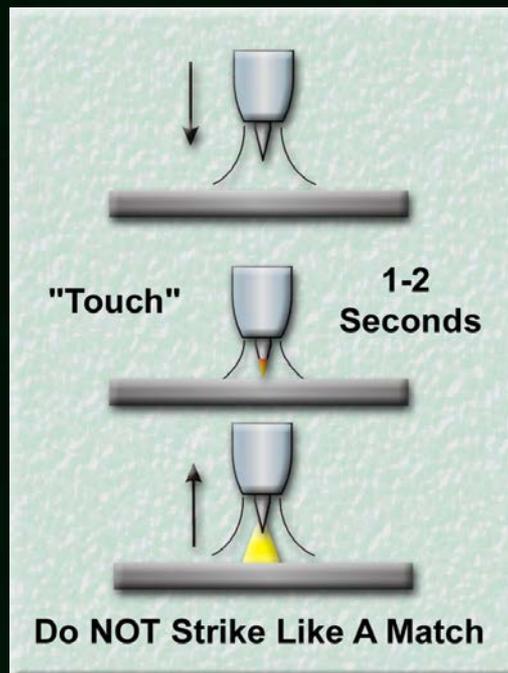
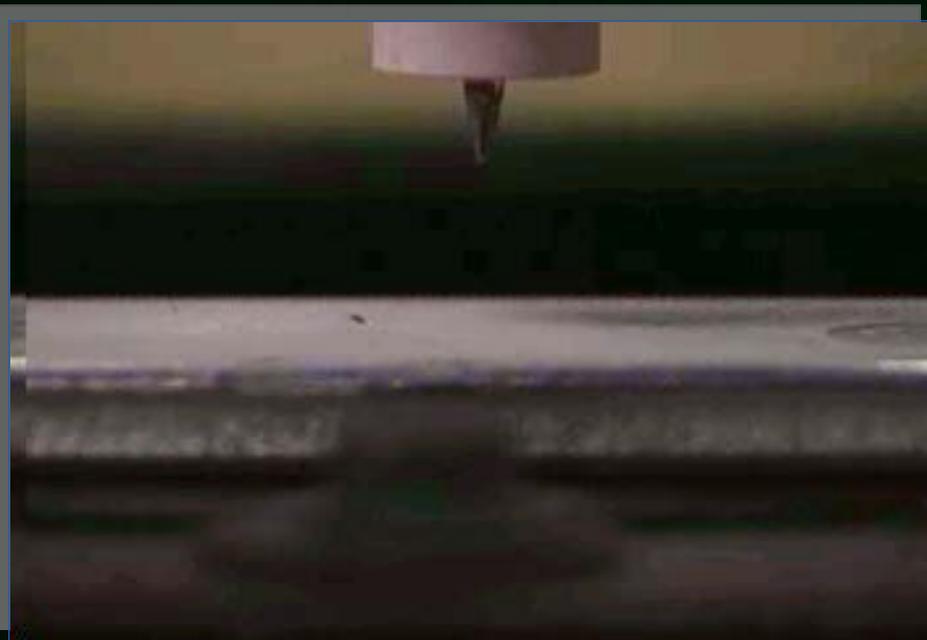


## LIFT-ARC™

- ES UN MÉTODO ALTERNO PARA ENCEDIDO DE ARCO SIN USAR ALTA FRECUENCIA.
  - PERMITE QUE SE PUEDA ENCENDER EL ARCO TOCANDO EL ELECTRODO Y LA PIEZA, SIN CAUSAR DAÑO AL ELECTRODO O CONTAMINAR LA PIEZA DE TRABAJO.
  - EL AMPERAJE Y VOLTAJE SE LIMITAN AL INICIO Y UNA VEZ ENCENDIDO EL ARCO, ESTOS VALORES ALCANZAN LOS PREFIJADOS.

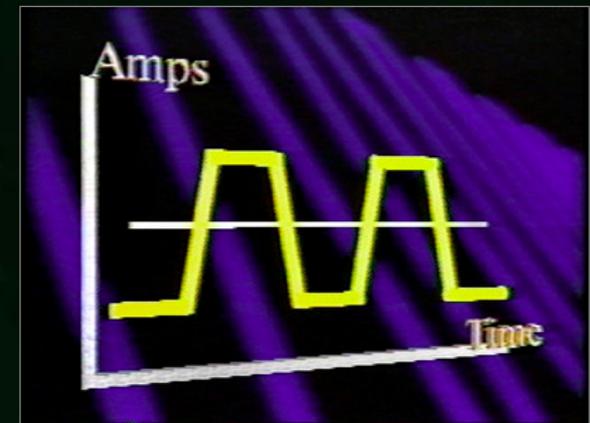


# LIFT-ARC™



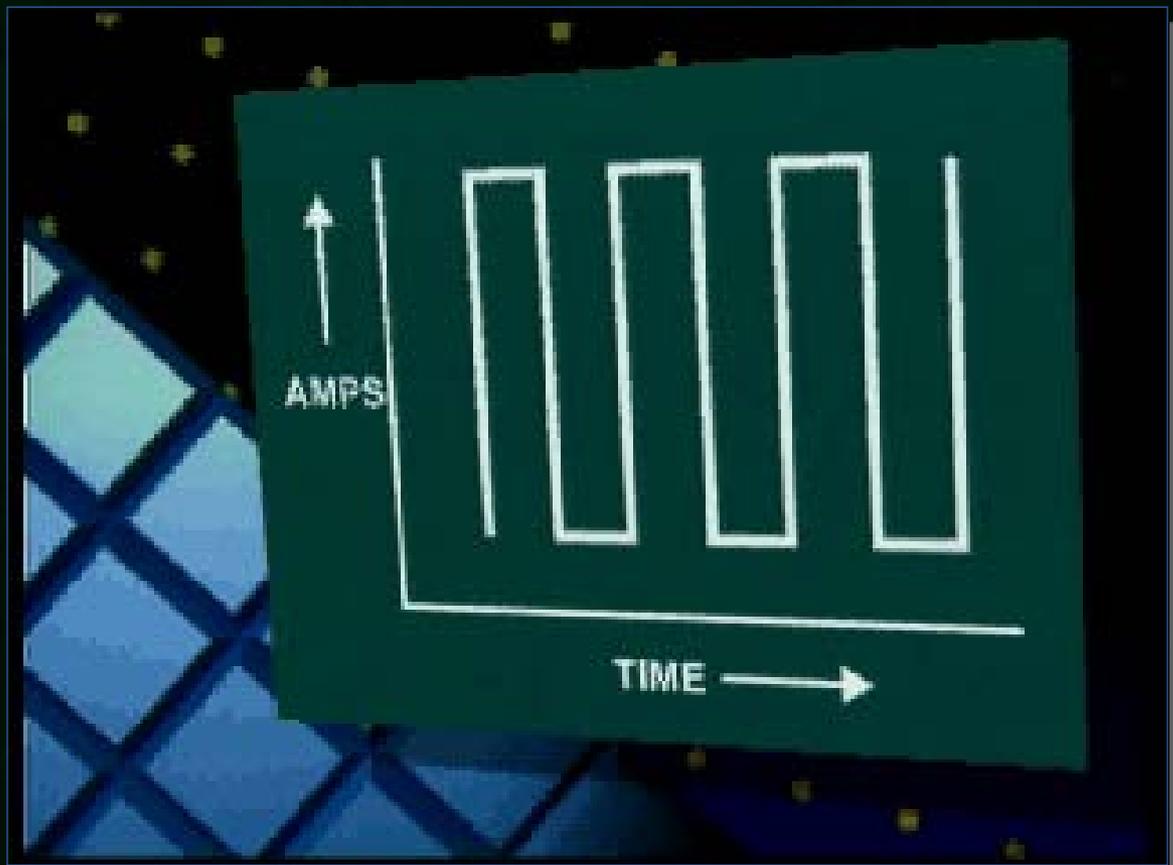
## DC PULSADO

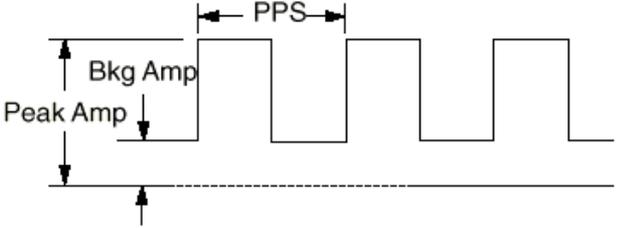
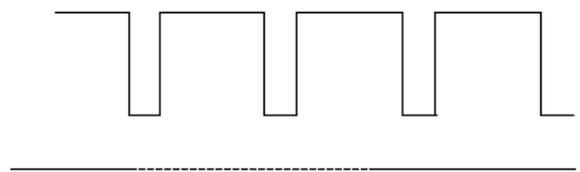
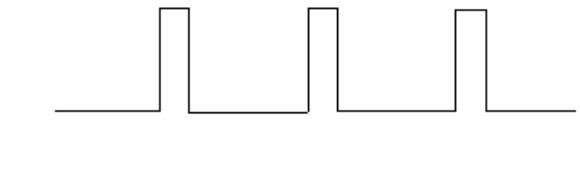
- ENTRE LAS VENTAJAS DE PULSAR CON PROCESO TIG SE ENCUENTRAN:
  - BUENA PENETRACIÓN CON MENOR CALOR APLICADO.
  - MENOR DISTORSIÓN.
  - EXCELENTE CONTROL DEL ARCO EN APLICACIONES EN FUERA DE POSICIÓN.
  - FACILIDAD DE SOLDAR MATERIALES DELGADOS.



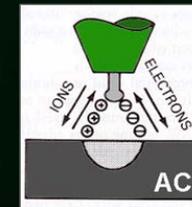
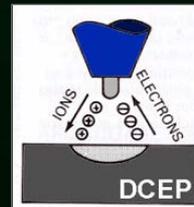
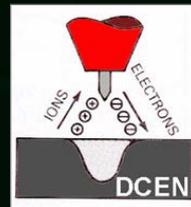


# DC PULSADO



Percent (%) Peak Time Control Setting	Pulsed Output Waveforms
Balanced (50%) 	
More Time At Peak Amperage (80%) 	
More Time At Background Amperage (20%) 	

# EFFECTO DEL TIPO DE CORRIENTE



*Acción de limpieza de óxido*

No

Si

Si;  
Cada mitad del ciclo

*Balance de calor en el arco (aprox)*

70% en la pieza  
30% en el electrodo

30% en la pieza  
70% en el electrodo

50% en la pieza  
50% en el electrodo

*Penetración*

Profunda;  
Angosta

Ligera;  
Ancha

Media

*Capacidad del electrodo*

Excelente  
1/8" (3.2 mm)  
400 A

Pobre  
1/4" (6.4 mm)  
120 A

Buena  
1/8" (3.2 mm)  
225 A



# EQUIPO

Fuente de poder

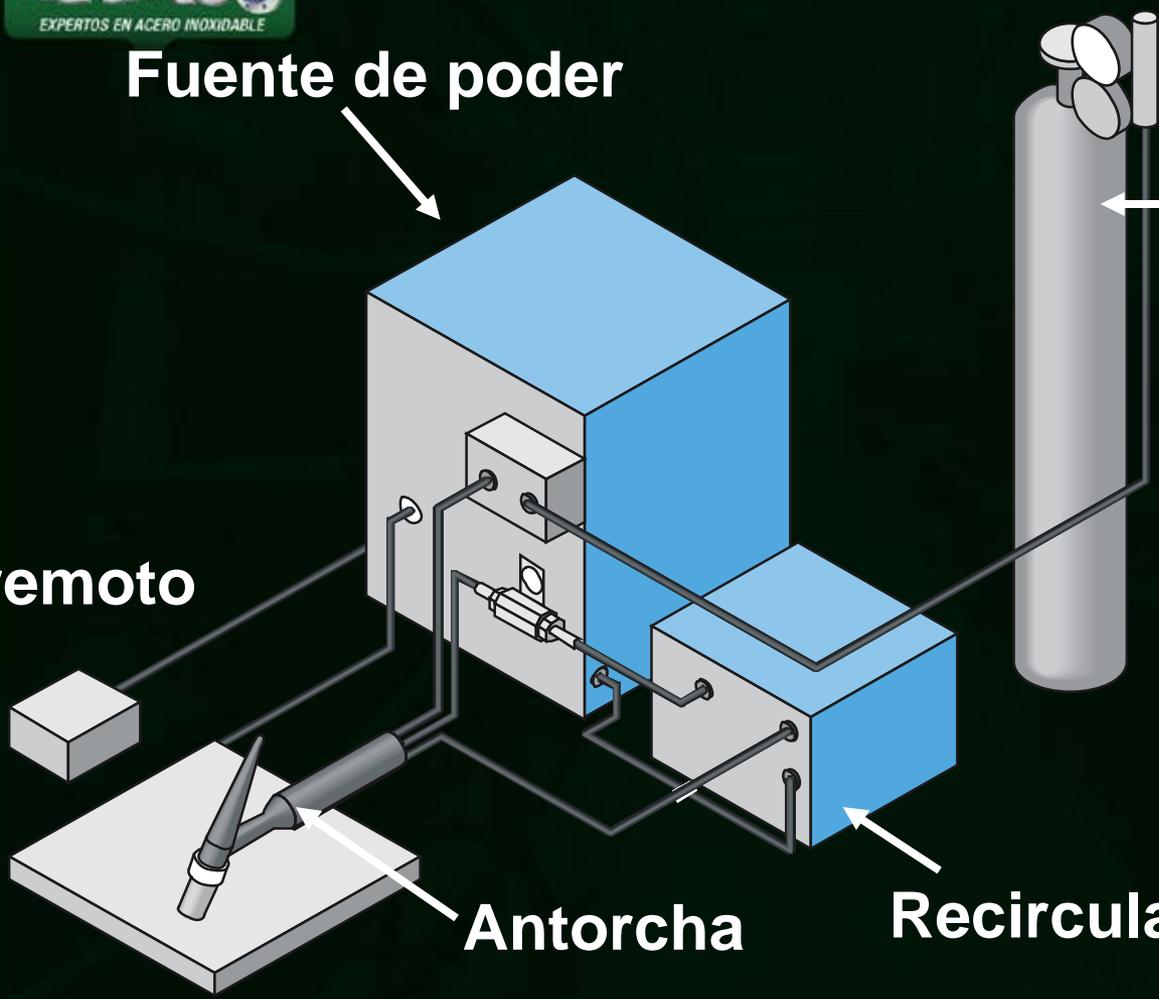
Cilindro de Gas de Protección

Control remoto

Antorcha

Recirculador de agua

f @ /MAINCO





## FUENTE DE PODER

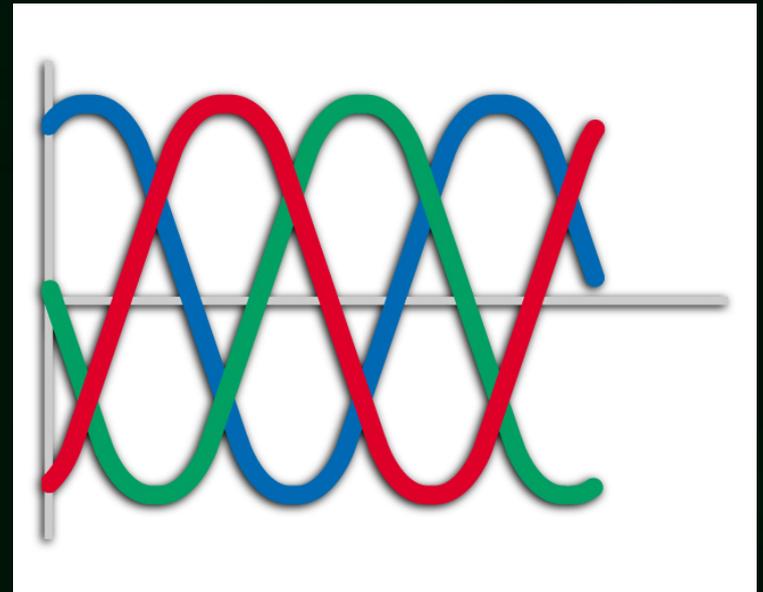
- LA GRAN MAYORÍA SON DE DISEÑO TRANSFORMADO RES-RECTIFICADORES CON SALIDA DE CORRIENTE CONSTANTE.



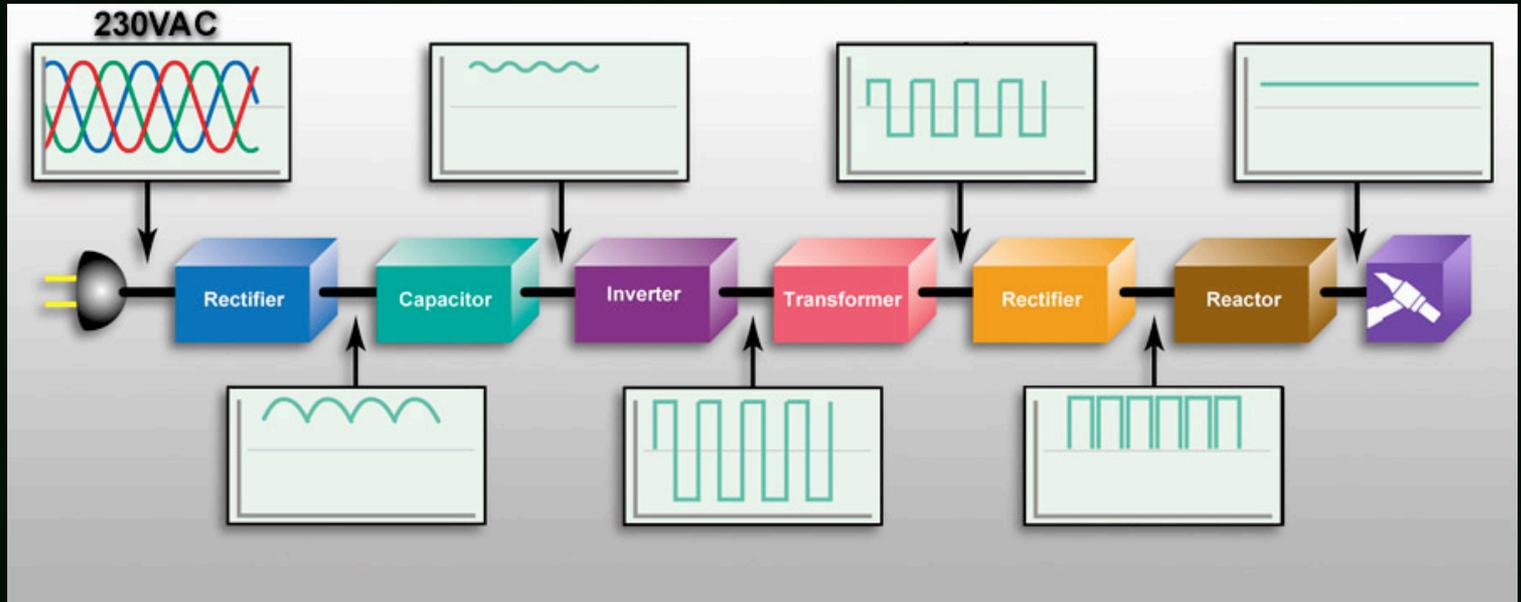


## FUENTE DE PODER

- MONOFÁSICAS, CON ALTA FRECUENCIA INTEGRADA PARA SOLDADURA AC.
- TRIFÁSICAS, PARA SOLDADURA DC.



# INVERSOR





# INVERSORES

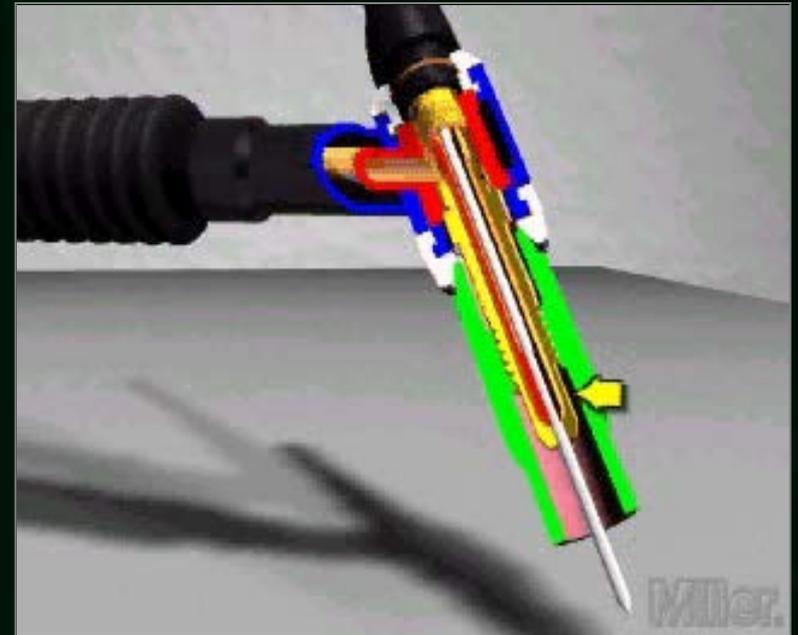
- VENTAJAS:
  - CONTROL MÁS PRECISO DEL ARCO.
  - MAYOR VELOCIDAD DE RESPUESTA PARA MEJORES ENCENDIDOS DE ARCO.
  - MÁS PEQUEÑOS Y LIGEROS.
  - MAYOR EFICIENCIA ELÉCTRICA.





# ANTORCHA

- TIENE LA FUNCIÓN DE CONDUCIR:
  - LA CORRIENTE ELÉCTRICA.
  - EL GAS DE PROTECCIÓN.



Miller

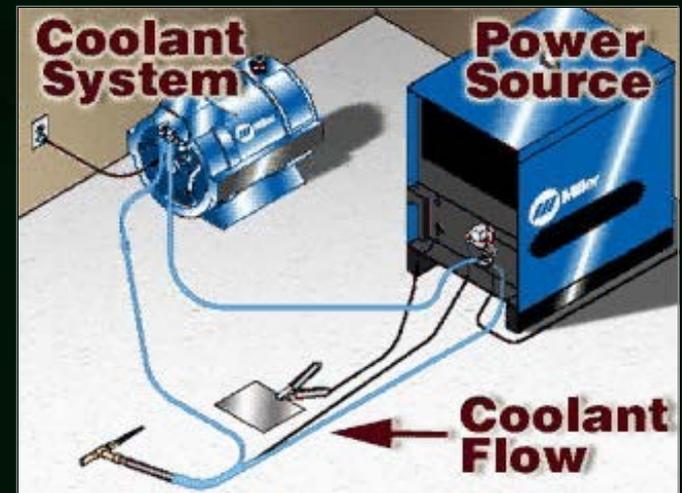
# CONTROL REMOTO

- PERMITEN MODIFICAR EL AMPERAJE DESDE UNA POSICIÓN EXTERNA AL PANEL DE LA FUENTE DE PODER, PUEDEN SER CONTROLADOS POR LA MANO Ó EL PIE.



# RECIRCULADOR DE AGUA

- SE UTILIZAN EN COMBINACIÓN CON ANTORCHAS ENFRIADAS POR AGUA, EN APLICACIONES DE MÁS DE 200 A.
- SE PRODUCEN EN DIFERENTES MODELOS, DONDE SE ESPECÍFICA LA CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA DE CALOR (BTU/HR).





# ELECTRODO DE TUNGSTENO

- ES UNA DE LAS TERMINALES ELÉCTRICAS QUE FORMAN EL ARCO.
- ELECTRODO NO CONSUMIBLE, EL PUNTO DE FUSIÓN DEL TUNGSTENO PURO ES DE 6,170 °F (3,410 °C).
- A TEMPERATURAS CERCANAS AL PUNTO DE FUSIÓN, EL TUNGSTENO SE VUELVE TERMOIÓNICO, ES DECIR, UNA FUENTE DE EMISIÓN DE ELECTRONES.

# ELECTRODOS

El electrodo empleado en la soldadura TIG, se diferencia de los empleados en otros procesos de soldadura por arco eléctrico, porque no se funde con el calor generado por el arco eléctrico y por lo tanto no aporta material a la soldadura. Sin embargo, si se selecciona un electrodo incorrecto o se aplica un amperaje demasiado alto, partículas del electrodo pueden transferirse a través del arco.

El electrodo de tungsteno o wolframio, empleado en la soldadura TIG, es muy duro y altamente refractario, cuyo punto de fusión esta a 3,400°C. Estos electrodos se fabrican en diámetros desde 0.020" hasta 1/4" y pueden ser de tungsteno puro o aleado. A continuación se presenta una tabla mostrando las corrientes empleadas según el diámetro del electrodo

Diámetro del electrodo		Diámetro tobera pulgadas	Amperaje	
Pulgadas	mm		CDEN	CDEP
0,01	0,254	1/4	Hasta 15	No aplica
0,02	0,508		5 a 20	
0,04	1,016	15 a 80		
1/16	1,588	3/8	70 a 150	10 a 20
3/32	2,381		150 a 250	15 a 30
1/8	3,175	1/2	250 a 400	25 a 40
5/32	3,969		400 a 500	40 a 55
3/16	4,763	5/8	500 a 750	55 a 80
1/4	6,350	3/4	750 a 1100	80 a 125

<b>ISO</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>ALEACIÓN</b>
<b>WP</b>	<b>AC</b>	<b>tungsteno puro</b>
<b>WL20</b>	<b>AC / DC</b>	<b>2% lantano</b>
<b>WT20</b>	<b>AC / DC</b>	<b>2% torio</b>
<b>WS2</b>	<b>AC / DC</b>	<b>tierras raras</b>
<b>WL10</b>	<b>AC / DC</b>	<b>1% lantano</b>
<b>WL15</b>	<b>AC / DC</b>	<b>1,5% lantano</b>
<b>WZ8</b>	<b>AC</b>	<b>0,8% zirconio</b>
<b>WZ3</b>	<b>AC</b>	<b>0,3% zirconio</b>
<b>WC20</b>	<b>AC / DC</b>	<b>2% cerio</b>

# CLASIFICACIÓN ANSI-AWS A5.12

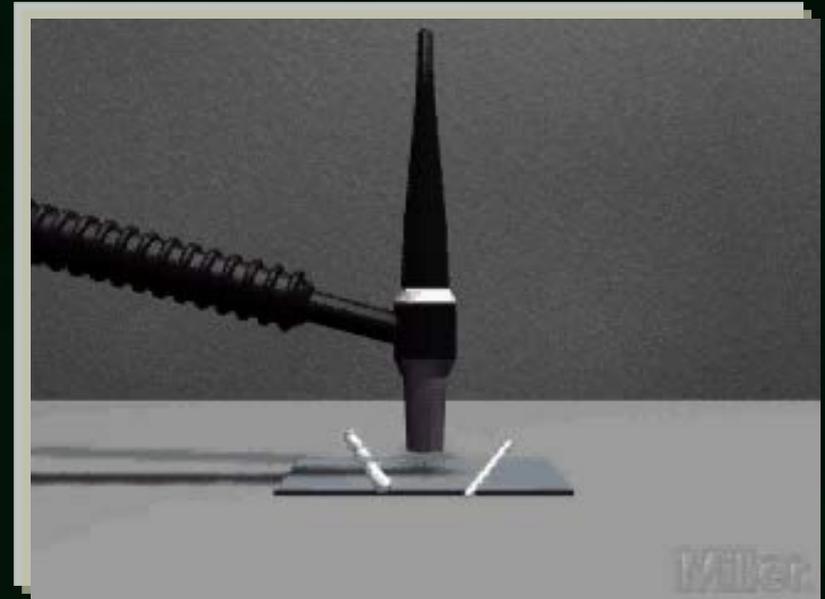
Clasificación AWS	Color <sup>(a)</sup>	Elemento de Aleación	Oxido Aleante	% Nominal de Oxido
EWP	Verde	-----	-----	-----
EWCe-2	Naranja	Cerio	CeO <sub>2</sub>	2
EWL <sub>a</sub> -1	Negro	Lantano	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1
EWTh-1	Amarillo	Torio	ThO <sub>2</sub>	1
EWTh-2	Rojo	Torio	ThO <sub>2</sub>	2
EWZr-1	Café	Zirconio	ZrO <sub>2</sub>	0.25
EWG	Gris	<sup>(b)</sup> No especificado	-----	-----

(a) El color puede ser aplicado en forma de bandas o punto sobre la superficie del electrodo.

(b) El fabricante debe especificar el tipo y contenido nominal del óxido aleante.

# DIÁMETRO DEL ELECTRODO

- EL DIÁMETRO DETERMINA LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE.
  - BAJO NIVEL DE CORRIENTE PARA EL DIÁMETRO EMPLEADO CAUSA INESTABILIDAD DEL ARCO.



# DIÁMETRO DEL ELECTRODO

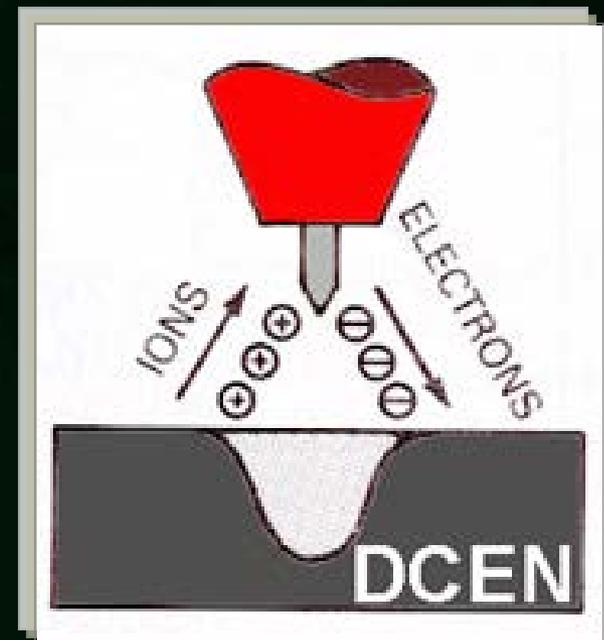
- UN EXCESO DE CORRIENTE PARA EL DIÁMETRO EMPLEADO CAUSA PUEDE CAUSAR:
  - EROSIÓN Y FUSIÓN DE LA PUNTA DEL ELECTRODO.
  - INCLUSIONES DE TUNGSTENO EN EL METAL SOLDADO.



Miller.

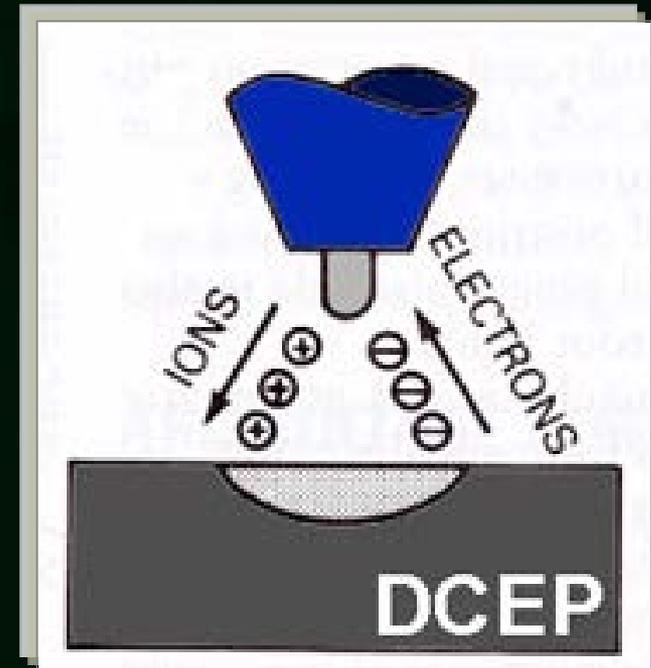
# DIÁMETRO DEL ELECTRODO

- CON CORRIENTE DIRECTA ELECTRODO NEGATIVO (DCEN) LOS ELECTRODOS TIENEN SU MÁXIMA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE.



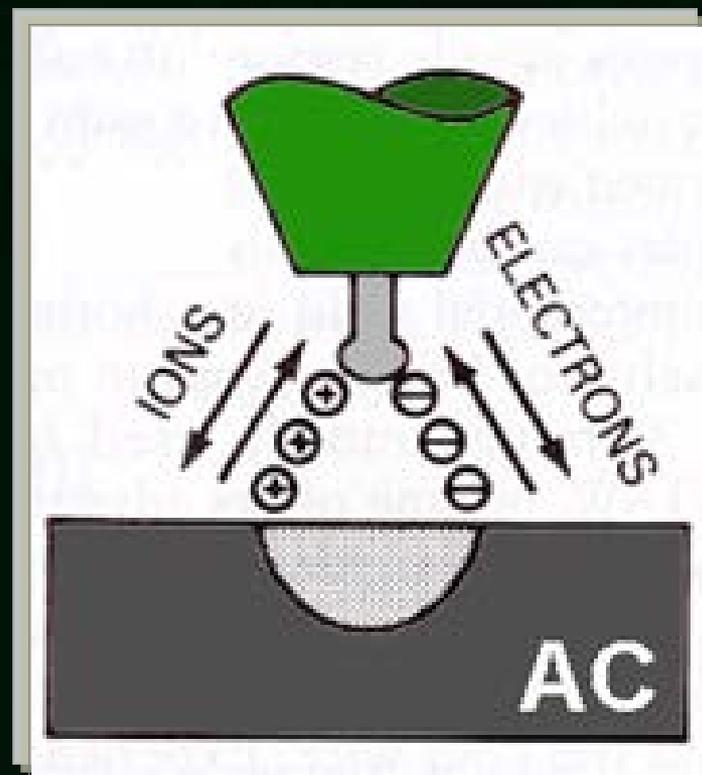
# DIÁMETRO DEL ELECTRODO

- CON CORRIENTE DIRECTA ELECTRODO POSITIVO (DCEP) SÓLO SE PUEDE CONDUCIR 10% DE LA CANTIDAD QUE SE TIENE CON DCEN.



# DIÁMETRO DEL ELECTRODO

- CON CORRIENTE ALTERNA (AC) SE TIENE APROXIMADAMENTE UN 50% DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE.





# DIÁMETRO DEL ELECTRODO

Diámetro del Electrodo (pulgadas)	Diámetro interior de la Copa (pulgadas)	Corriente Directa		Corriente Alterna	
		DCEN	DCEP	No Balanceada	Balanceada
0.010	1/4	→ 15		→ 15	→ 15
0.020	1/4	5 - 20		5 - 15	10 - 20
0.040	3/8	15 - 80		10 - 60	20 - 30
1/16	3/8	70 - 150	10 - 20	50 - 100	30 - 80
3/32	1/2	150 - 250	15 - 30	100 - 160	60 - 130
1/8	1/2	250 - 400	25 - 40	150 - 210	100 - 180
5/32	1/2	400 - 500	40 - 55	200 - 275	160 - 240
3/16	5/8	500 - 750	55 - 80	250 - 350	190 - 300
1/4	3/4	750 - 1100	80 - 125	325 - 450	325 - 450



## ELECTRODOS EWP

- ELECTRODOS DE TUNGSTENO PURO (99.5 % MÍNIMO).
  - SIN ELEMENTOS DE ALEACIÓN ADICIONADOS INTENCIONALMENTE.
- MENOR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE QUE LOS ELECTRODOS ALEADOS.
- SE EMPLEAN PRINCIPALMENTE PARA LA SOLDADURA DE ALUMINIO Y MAGNESIO (AC).



# ELECTRODOS EWP

- LA PUNTA SE MANTIENE LIMPIA, CONSERVA LA FORMA ESFÉRICA Y TIENE UNA BUENA ESTABILIDAD DE ARCO.
- SE PUEDE EMPLEAR CON (DC), PERO NO PROPORCIONA LA MISMA CALIDAD DE ENCENDIDO Y ESTABILIDAD DE ARCO DE LOS ELECTRODOS ALEADOS.



## ELECTRODOS EWTH

- LA CAPACIDAD TERMOIÓNICA DEL TUNGSTENO SE INCREMENTA CON LA ADICIÓN DE ELEMENTOS DE ALEACIÓN.
  - POR LO QUE SE INCREMENTA LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE, APROXIMADAMENTE 20% MÁS QUE LOS EWP.
- MAYOR VIDA ÚTIL DEL ELECTRODO.
- MAYOR RESISTENCIA A LA CONTAMINACIÓN DEL CORDÓN DE SOLDADURA.



## ELECTRODOS EWTH

- MAYOR FACILIDAD DE ENCENDIDO Y MEJOR ESTABILIDAD DE ARCO QUE LOS ELECTRODOS EWP Y EWZR.
- DISEÑADOS PARA APLICACIONES CON DCEN, YA QUE MANTIENEN EL FILO DE LA PUNTA.
- NO SE RECOMIENDA SU USO CON AC, YA QUE ES DIFÍCIL QUE PUEDAN CONSERVAR LA FORMA ESFÉRICA.
- EL TORIO ES UN ELEMENTO RADIATIVO, PERO EL NIVEL EMPLEADO NO CAUSA RIESGOS A LA SALUD.



# ELECTRODOS EWCE

- LOS ELECTRODOS EWCE SE INTRODUCIERON AL MERCADO COMO POSIBLES SUBSTITUTOS DE LOS EWTH.
  - EL CERIO NO ES UN ELEMENTO RADIATIVO.
- LOS ELECTRODOS EWCE PRESENTAN MENOR RAPIDEZ DE VAPORIZACIÓN EN COMPARACIÓN CON LOS EWTH.
- SE PUEDEN EMPLEAR CON DC Ó AC.



# ELECTRODOS EWLA

- LOS ELECTRODOS EWLA SE INTRODUJERON AL MERCADO COMO POSIBLES SUBSTITUTOS DE LOS EWTh.
  - EL LANTANO NO ES UN ELEMENTO RADIATIVO.
- LOS ELECTRODOS EWLA PRESENTAN MENOR RAPIDEZ DE VAPORIZACIÓN EN COMPARACIÓN CON LOS EWTh.
- SE PUEDEN EMPLEAR CON DC Ó AC.



## ELECTRODOS EWZR

- LOS ELECTRODOS EWZR TIENEN CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA QUE SE PUEDEN CLASIFICAR ENTRE LAS PROPORCIONADAS POR LOS EWP Y LOS EWTH.
  - SE PUEDE EMPLEAR CON AC, YA QUE PROPORCIONA BUENA ESTABILIDAD DE ARCO Y CONSERVA LA FORMA ESFÉRICA DE LA PUNTA.
  - TIENEN LA MISMA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE Y FACILIDAD DE ENCENDIDO DE ARCO DE LOS ELECTRODOS EWTH.
  - PROPORCIONAN UNA MAYOR RESISTENCIA A LA CONTAMINACIÓN DE LOS CORDONES POR INCLUSIONES DE TUNGSTENO.



## ELECTRODOS EWG

- DENTRO DE LOS ELECTRODOS EWG SE ENCUENTRAN AQUELLOS QUE CONTIENEN ELEMENTOS DE ALEACIÓN QUE NO ESTÁN CUBIERTOS POR LAS ESPECIFICACIONES ANTERIORES.
- LA FUNCIÓN DE ELEMENTOS DE ALEACIÓN ES MODIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL ARCO.
- EL FABRICANTE DEBE INDICAR EL ÓXIDO Y LA PROPORCIÓN EMPLEADOS EN SU MANUFACTURA.



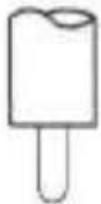
# PUNTA DEL ELECTRODO

- LA CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE LA PUNTA AFECTA:
  - LA PENETRACIÓN DEL CORDÓN.
  - EL PERFIL DEL CORDÓN.
  - LA DIMENSIONES GENERALES DEL CORDÓN.
- ES IMPORTANTE QUE ESTÁ SE CONSERVE DURANTE UNA OPERACIÓN.
- LA CONFIGURACIÓN DE LA PUNTA DEBE SER PARTE DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.

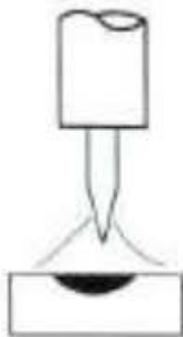
# AFILADO DE LOS ELECTRODOS

Las recomendaciones para realizar el afilado de los electrodos se muestran a continuación:

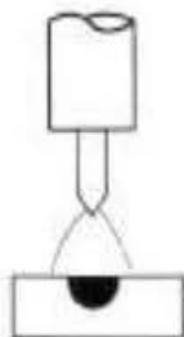
Afilado para corriente alterna



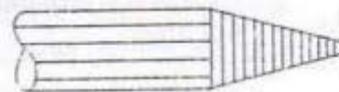
Afilado para corriente directa con diferente ángulo



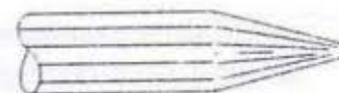
Ángulo de  $30^{\circ}$



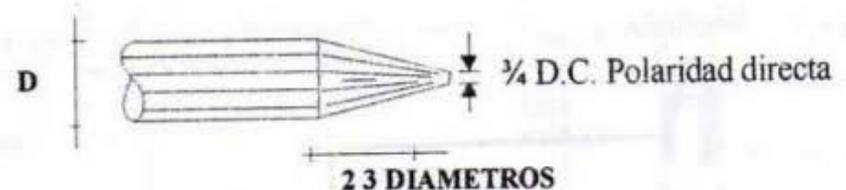
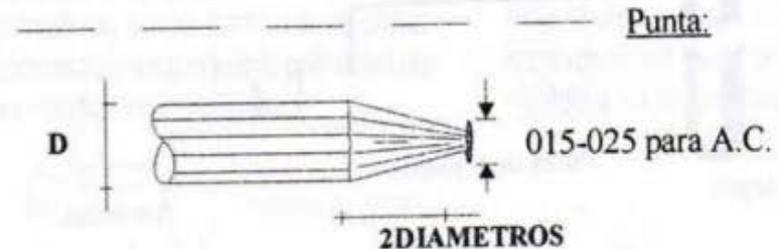
Ángulo de  $75^{\circ}$



Incorrecta.  
Restringe paso de corriente



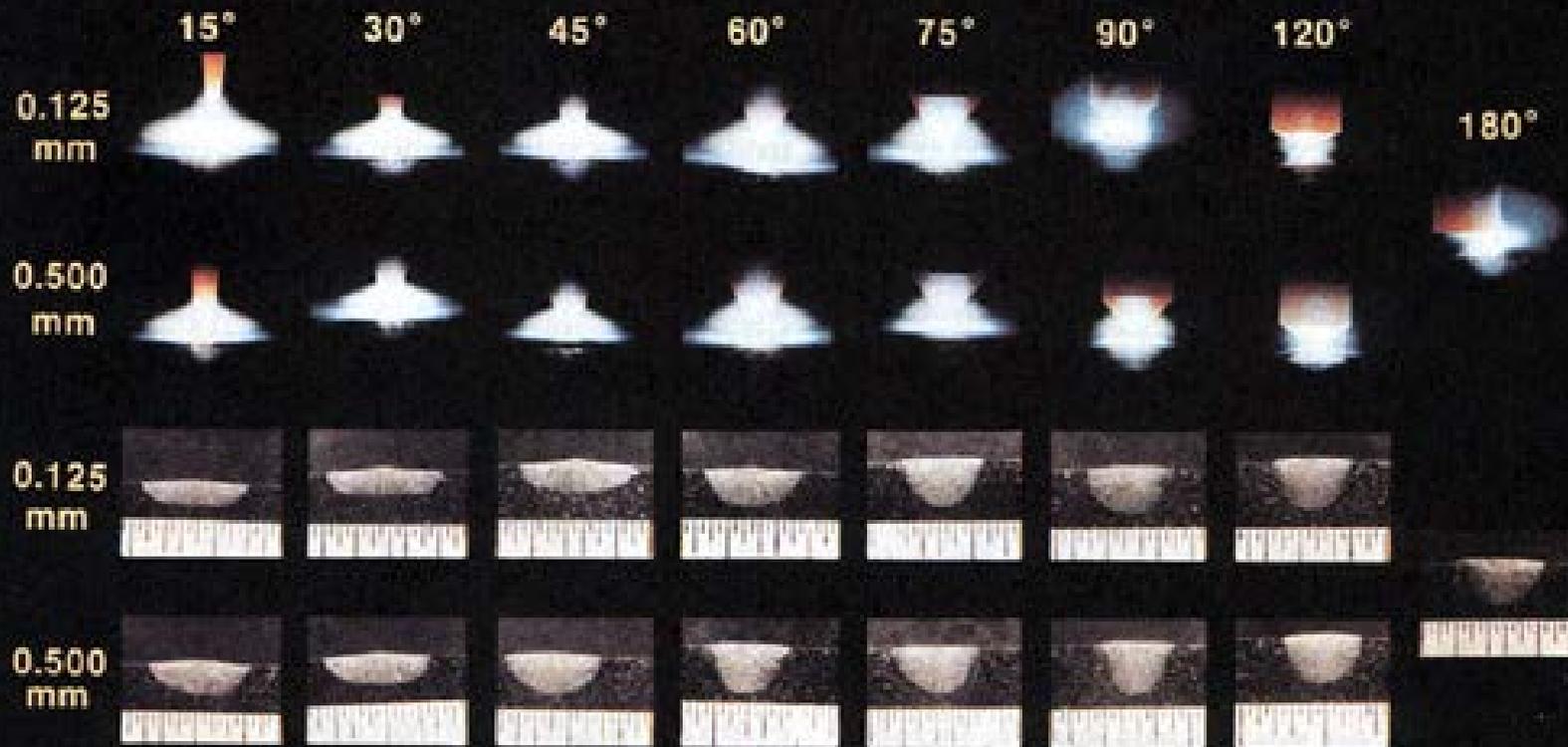
Correcta.



# Spot-On-Plate

150 Amp, 2 Sec, 100% Ar

Vertex angle





## PUNTA DEL ELECTRODO

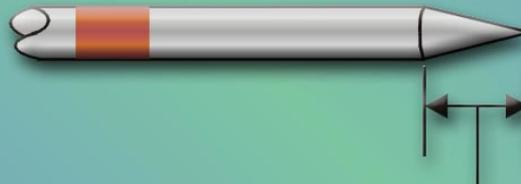


- PARA SOLDAR CON AC SE PREFERE UN ACABADO DE TIPO ESFÉRICO.



## PUNTA DEL ELECTRODO

- PARA SOLDAR CON DCEN SE PREFIERE UN ACABADO CÓNICO.



2-1/2 Times  
Electrode Diameter

# PUNTA DEL ELECTRODO



**Ideal Tungsten Preparation-  
Stable Arc**



**Wrong Tungsten Preparation-  
Wandering Arc**

• PREPA



# ARGÓN

- POTENCIAL DE IONIZACIÓN ES DE 15.7 V.
- ACCIÓN DE LIMPIEZA SOBRE MATERIALES COMO ALUMINIO Y MAGNESIO.
- BAJA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.
- PRODUCE UN ARCO COMPACTO DE ALTA CONCENTRACIÓN DE ENERGÍA.
- MÁS PESADO QUE EL AIRE.



# HELIO

- POTENCIAL DE IONIZACIÓN 24.5 V, MAYOR DIFICULTAD PARA ENCENDER EL ARCO A BAJOS AMPERAJES.
- ALTA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, CONO DE ARCO DE MAYOR AMPLITUD.
- MÁS SENSIBLE A LA LONGITUD DE ARCO.
- MÁS LIGERO QUE EL AIRE, DE 2 A 3 VECES MAYOR FLUJO QUE EL ARGÓN.

# ESQUEMAS PARA ILUSTRAR EL PROCESO DE SOLDADURA TIG CON MATERIAL DE APORTE

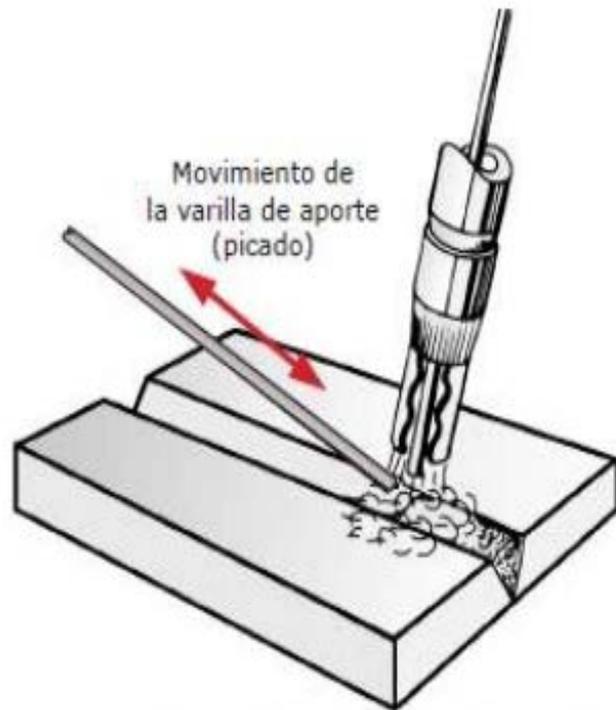


Fig. 3.5 Esquema ilustrando la ubicación de la varilla de aporte

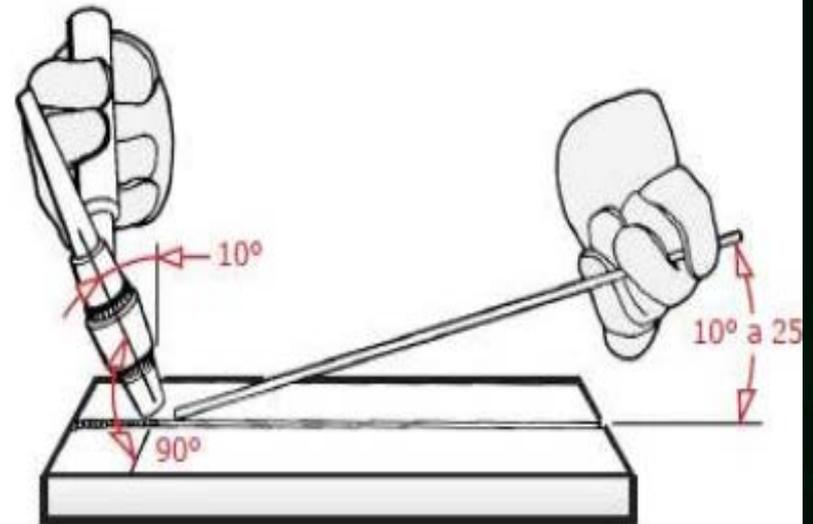


Fig. 3.6 Ángulos de la varilla de aporte y del soplete



# EVALUACIÓN

Marque una **F** entre los paréntesis situados al final de cada proposición, si esta es falsa, o una **V** si es verdadera. Compare sus respuestas con el contenido de la unidad.

1. Con soldadura TIG, usted puede soldar todo tipo metal . . . . . ( )
2. Son gases inertes aquellos que tienen una reacción química con cualquier metal . . . ( )
3. El mínimo contenido de cromo en un acero inoxidable es el 11% . . . . . ( )
4. Para soldar acero inoxidable con soldadura TIG se utiliza CO<sub>2</sub> como gas protector . . ( )
5. El color de identificación del electrodo de tungsteno puro es el verde . . . . . ( )
6. Para soldar aluminio se utiliza tungsteno toriado . . . . . ( )
7. En espacios cerrados se aconseja soldar con corriente alterna . . . . . ( )
8. La corriente continua es la que fluye en un solo sentido . . . . . ( )
9. El afilado de la punta del electrodo debe ser igual a dos veces el diámetro electrodo . . ( )
10. El electrodo de tungsteno se consume cada vez que se utiliza . . . . . ( )