

WWI PROCAT, S.L.

LA CORROSIÓN Y LA PROTECCIÓN CATÓDICA EN TUBERÍAS DE AGUA CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Fco. Javier Miranda González de Echávarri

Licenciado en Ciencias Químicas

*Director de WWI PROCAT, S.L. empresa especializada en protección
catódica*

*Certificación nº 9391 de NACE Internacional como especialista en
protección catódica nivel 4 (CP SPECIALIST)*

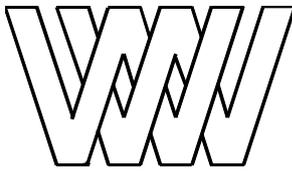
FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA

La protección catódica es un sistema de protección contra la corrosión ampliamente difundido hoy día tanto en el campo naval como en el de la industria.

Este procedimiento consiste en la polarización a potencial más negativo de una superficie metálica hasta alcanzar un grado de polarización, en el cual se acepta que dicha superficie metálica es inmune a la corrosión con una posible pérdida de espesor máxima de 10 μm al año.

La polarización se debe a la formación, en la superficie catódica de una película fina con acumulación de iones catódicos (cationes) procedentes del electrolito (agua o tierra) que dificultan la salida de los iones de hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}) del metal al electrolito.





WWI PROCAT, S.L.

Cu/CuSO₄ saturado (CSE).

- b) Que el potencial medido sea al menos 300 mV más negativo que el medido antes de funcionar el sistema de protección catódica. Este criterio no es válido cuando se aplica a estructuras que están sujetas a pares galvánicos por contacto de metales distintos.
- c) Una polarización mínima con incremento de -100 mV. Este potencial de polarización puede determinarse interrumpiendo la corriente de protección y midiendo la caída del potencial. Cuando se interrumpe la corriente de protección el potencial tiene una caída inmediata debida a la desaparición de la llamada caída IR. Cuando desaparece esta caída IR el potencial que queda es el real de polarización.
- d) Curvas de Tafel. Que el potencial medido sea al menos tan negativo como el establecido en el principio del segmento de la curva semi-logarítmica E-Log I.

Cuando se mide el potencial de una estructura sometida a la corriente de protección de un sistema de protección catódica una parte del valor obtenido no pertenece al valor de potencial de polarización. La diferencia es debida a la caída de tensión producida en el terreno por las líneas de la corriente de protección y la resistencia eléctrica del suelo por donde pasan, entre la posición del electrodo de referencia y la superficie de la estructura, en este caso la tubería.

Para medir el potencial real de polarización, suprimiendo o reduciendo el error por la caída IR, hay dos métodos, uno colocando electrodos probeta en las proximidades de la tubería enterrada y el otro interrumpiendo la corriente de protección y midiendo el potencial de polarización que queda una vez cortada dicha corriente, y en el que ya no hay caída IR por no haber corriente de protección. Al no haber corriente de protección es lógico que el potencial de polarización real sea algo más positivo que el real, y debido a ello se tiene que adoptar una solución de compromiso, que puede ser el criterio enunciado en el punto c, es decir que el incremento entre el potencial entre la tubería totalmente desprotegida y después de cortar la corriente de protección sea al menos de -100 mV. No obstante, la tendencia más generalizada es adoptar el criterio de polarización a -850 mV/Cu/CuSO₄ medido después del corte de la corriente de protección.

PROTECCIÓN CATÓDICA POR ÁNODOS DE SACRIFICIO

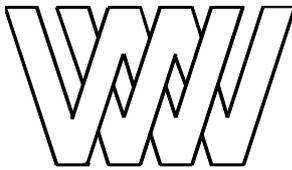
Consiste en conectar al metal que se desea proteger a otro más anódico según la serie galvánica de los metales, formándose un pila como las de corrosión, y en la cual llamamos cátodo al metal protegido y ánodo al otro, que a su vez sufre corrosión y se consume. Este ánodo se llama de sacrificio, galvánico o bien activo. El metal más anódico es el más negativo, y al ser conectado al que hace de cátodo se establece un flujo de corriente, que en el electrolito tienen el sentido ánodo → cátodo, alcanzando un equilibrio, por el que el ánodo se polariza positivamente (su potencial se hace menos negativo) y el cátodo se polariza negativamente (su potencial se hace más negativo).

Como ánodos de sacrificio se emplean aleaciones de Magnesio, Aluminio y Zinc.

Las aleaciones que habitualmente se utilizan son las siguientes:

- Mg.....aleado con Al y Zn o buen casi puro con un pequeño contenido en Manganeso
- AL.....aleado con In y Zn
- ZN.....aleado con Cd y Al

Estas aleaciones tienen las siguientes características:



WWI PROCAT, S.L.

<u>ALEACIÓN</u>	<u>Rdto</u>	<u>Potencial (Cu/CuSO₄)</u>
Mg (AZ63)	50 %	-1.550 mV.
MG HP	50 %	-1.750 "
Al	92 %	-1.200 "
Zn	95 %	-1.100 "

En tierra suele emplearse el magnesio (aleaciones AZ63 y HP) por dar más corriente que el resto (mayor diferencia de potencial en la pila ánodo-cátodo).

La corriente que dan los ánodos es la diferencia de potencial entre ellos y el cátodo (metal protegido) dividida por la resistencia de la pila.

El potencial del cátodo es aquel al que se encuentra una vez polarizado por la corriente de protección. En los ánodos enterrados, los cables que suelen utilizarse son de sección 1 x 6 mm² con revestimiento de 0,6/1 KV bien de XLPE-PVC.

Las conexiones a la tubería pueden hacerse por soldadura aluminotérmica, por estaño, o por soldadura eléctrica de una pletina de acero que lleve soldada el cable con aluminotérmica.

PROTECCIÓN CATÓDICA POR CORRIENTE IMPRESA

La expresión "Corriente Impresa" (del inglés impressed current).

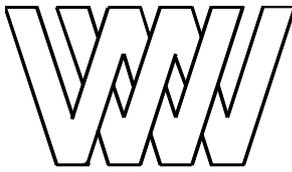
Este sistema consiste en instalar una fuente de corriente continua, normalmente de una corriente alterna que ha sido transformada y rectificadas previamente, y conectar su polo negativo al cátodo o elemento a proteger, mientras que el positivo se conecta al electrodo que hará de ánodo y que suele llamarse también dispersor de corriente.

La corriente continua puede tomarse también de la luz solar o de cualquier otro medio que nos facilite una corriente continua que se pueda controlar y que pueda garantizar cierta seguridad en su suministro (debe funcionar las 24 horas del día).

Como ánodos suelen utilizarse los siguientes:

<u>MATERIAL</u>	<u>CONSUMO MEDIO</u> kg/A*año	<u>HABITUAL</u> kg/A*año
Ferrosilicio-Cromo (Fe/Si/Cr)	0,1-0,9	0,4
Grafito	0,2 - 0,9	0,5
Pb/Ag	0,05-0,2	0,1
Ti/Pt	0,01	0,01
Ti/MMO	0,01	0,01

Estos ánodos suelen llamarse permanentes debido a que su consumo es, para la misma cantidad de corriente, sensiblemente menor que el de los ánodos de sacrificio (un ánodo de Mg viene a tener un consumo medio de unos 7 kg/A x año).



WWI PROCAT, S.L.

En el caso de los ánodos enterrados, pueden colocarse verticalmente u horizontalmente, dependiendo de las características del terreno y de otros factores como la distancia a la tubería. La profundidad suele oscilar entre uno y tres metros.

Normalmente alrededor de cada ánodo se rellena con algún material que mejore el contacto al terreno y que sea buen conductor es decir que tenga una resistividad baja.

El relleno habitual en ánodos de corriente impresa es el coque de petróleo calcinado, grafito o coque metalúrgico (dependen del tipo de lecho de ánodos).

El transfo-rectificador puede ser de funcionamiento manual o automático, según la manera de ajustar la corriente de salida.

Un transfo-rectificador automático es aquel que en su funcionamiento da la salida de corriente necesaria para mantener el potencial de la estructura protegida al nivel prefijado. Estos equipos se diseñan para trabajar permanentemente con un alto nivel de fiabilidad, tratándose de equipos robustos y bien sobredimensionados.

Las conexiones a la tubería son de gran importancia y suelen realizarse con soldaduras aluminotérmicas.