

**Comprobador de
Protección Catódica Nivel 1 Guía de
Preparación para el Examen Teórico**

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	2
Introducción	3
Destinatarios	3
Requisitos	4
Siguiente nivel de certificación:	4
CP 1 - Áreas de conocimiento y habilidades evaluadas	5
Tipos de preguntas	11
Descripción de las preguntas	11
Ejemplos de preguntas	11
Respuestas	12
Preparación	12
Estándares	12
Calculadoras	13
Hoja de referencia	15

Introducción

El examen teórico de probador de protección catódica (CP 1) está diseñado para evaluar si un candidato tiene los conocimientos y habilidades requeridos que un probador de protección catódica mínimamente calificado debe poseer. El examen consta de 81 preguntas de opción múltiple que se basan en el de Protección Catódica de nivel básico (BOK), que es común en la industria de la protección catódica.

Nombre del examen	AMPP CP 1 - Probador de Protección Catódica - Examen Teórico
Código del examen	NACE-CP1-001
Duración	2.5 horas; Efectivo Nov 21, 2025: 3 horas*.
Número de preguntas	81; En vigor a partir del 21 de noviembre de 2025: 100 (19 adicionales sin puntuar)**
Formato	Examen por ordenador (CBT)

* El tiempo del examen incluye 4 minutos para el acuerdo de confidencialidad y 6 minutos para el tutorial del sistema.

** Las preguntas no puntuadas están siendo evaluadas para futuros exámenes.

Nota:

- Al final del examen se proporciona una calificación de aprobado/no aprobado.
- El manual del curso **NO** se proporciona durante el examen.
- El material de referencia se proporciona en formato PDF para las preguntas que requieren una ecuación, tabla de conversión u otra referencia.

Destinatarios

Los candidatos a Comprobador de Protección Catódica (CP1) deben tener conocimientos básicos de la teoría de la corrosión, los conceptos de la protección catódica, los tipos de sistemas de protección catódica de uso común y las técnicas y equipos básicos de medición sobre el terreno.

Los probadores de protección catódica suelen ser responsables de probar y registrar la eficacia de las operaciones del sistema de protección catódica y/o ayudar en la instalación de nuevos sistemas o componentes de protección catódica bajo la dirección de personal experimentado en protección catódica.

Requisitos

Probador de Protección Catódica (CP 1)

- Experiencia laboral + 2 exámenes básicos

Requisitos en materia de experiencia laboral
6 meses de experiencia profesional relacionada con CP
Requisitos de los exámenes troncales
Se requieren los siguientes 2 exámenes troncales:
Examen práctico de comprobador de protección catódica (CP 1) Examen teórico de comprobador de protección catódica (CP 1) (opción múltiple, no se permite consultar, con referencias pertinentes)

Una vez completados satisfactoriamente los requisitos, el candidato obtendrá la Certificación de Comprobador de Protección Catódica (CP 1).

Nota:

- La realización del curso no da derecho al candidato a la certificación.
- El Examen Práctico de Probador de Protección Catódica (CP 1) se realiza al finalizar el curso de Probador de Protección Catódica (CP 1).

Nivel siguiente de certificación: Técnico en Protección Catódica (CP 2)

CP 1 - Áreas de Conocimiento y Habilidades Examinadas

NOTA: Al final del examen CBT, el candidato recibirá un gráfico de barras de fortalezas y debilidades que corresponden a estos dominios.

1. Fundamentos de la corrosión (30-40%)

1.1 Fundamentos eléctricos

- 1.1.1 Comprender diversos términos eléctricos, como tensión, CA/CC, corriente, potencia y resistencia
- 1.1.2 Comprender la relación expresada por la Ley de Ohm
- 1.1.3 Comprender la relación expresada por las leyes de Kirchhoff
- 1.1.4 Comprender los circuitos básicos de CC, incluidos los circuitos en serie, en paralelo y en serie-paralelo

1.2 Fundamentos de electroquímica

- 1.2.1 Comprender los términos básicos de química y electroquímica utilizados en la teoría de la corrosión, como iones, acidez, alcalinidad, oxidación y reducción
- 1.2.2 Comprender la composición de una célula electroquímica básica y las reacciones electroquímicas que permiten que se produzca corrosión preferencial en el ánodo
- 1.2.3 Comprender cómo se forman las células de corrosión en objetos metálicos enterrados o sumergidos en un electrolito
- 1.2.4 Comprender cómo hacer un uso eficaz del control medioambiental para reducir la corrosividad en el metal expuesto
- 1.2.5 Comprender las causas de la corrosión natural
- 1.2.6 Comprender la relación expresada por la ley de Faraday
- 1.2.7 Reconocer los factores que afectan a la velocidad de corrosión

1.3 Teoría básica de la PC

- 1.3.1 Comprender el concepto de protección catódica y los dos métodos principales para aplicarla a objetos metálicos enterrados o sumergidos en un electrolito
- 1.3.2 Comprender las estructuras que pueden protegerse catódicamente
- 1.3.3 Comprender la finalidad de la fuente de alimentación de CC en el sistema de corriente impresa
- 1.3.4 Comprender la necesidad de aislamiento entre instalaciones

1.4 Componente CP

- 1.4.1 Enumerar los componentes de los sistemas de corriente galvánica e impresa
- 1.4.2 Comprender la finalidad de los componentes de protección catódica habituales
- 1.4.3 Enumerar los componentes de protección catódica habituales

1.5 Factores que influyen

- 1.5.1 Comprender la influencia del entorno, como el contenido de humedad, en la corrosión
- 1.5.2 Comprender cómo influye el entorno en la conductividad y la actividad química
- 1.5.3 Comprender cómo influye la selección de materiales en la corrosión
- 1.5.4 Comprender el efecto de los diferentes tipos de materiales de revestimiento y su calidad
- 1.5.5 Comprender el concepto de apantallamiento y cómo puede afectar a los objetos metálicos protegidos catódicamente
- 1.5.6 Comprender los distintos tipos de corrientes parásitas y cómo pueden afectar a la corrosión
- 1.5.7 Comprender los métodos más comunes utilizados para controlar la corriente parásita
- 1.5.8 Controlar la presencia de corriente parásita
- 1.5.9 Reconocer los componentes externos y de terceros que podrían influir en los sistemas de CP

2. Gestión de equipos y equipos (5-15%)

- 2.1.1 Comprender la verificación y las operaciones básicas de voltímetros, óhmetros, multímetros y hardware asociado
- 2.1.2 Comprender cómo utilizar un amperímetro, una pinza amperimétrica y una derivación de corriente
- 2.1.3 Comprender los principios básicos de los electrodos de referencia
- 2.1.4 Explicar la finalidad de los electrodos de referencia portátiles y fijos
- 2.1.5 Seleccionar la celda de referencia adecuada para las condiciones de trabajo (por ejemplo, sulfato de cobre, cloruro de plata)
- 2.1.6 Comprender la construcción y el funcionamiento de las celdas de referencia y mantenerlas de forma que proporcionen lecturas comparativas
- 2.1.7 Comprender los tipos de estaciones de prueba
- 2.1.8 Determinar las herramientas y equipos adecuados para el proyecto
- 2.1.9 Comprender la importancia de la preparación del equipo, el almacenamiento, los consumibles y los repuestos del equipo
- 2.1.10 Comprender la importancia de la documentación, comunicación y procedimientos relacionados con el equipo y la solución de problemas.

3. Instalación y Medición de Campo (40-50%)

3.1 Mediciones Potenciales

- 3.1.1 Comprender la importancia de una conexión adecuada mediante la eliminación de la corrosión o el revestimiento con herramientas (lima, etc.), y demostrar el proceso
- 3.1.2 Realización de estudios de potencial estructura-electrolito
- 3.1.3 Registrar las lecturas de las encuestas periódicas de acuerdo con los métodos de la empresa
- 3.1.4 Realizar mediciones de células de caída offshore
- 3.1.5 Comprender las fuentes de error en la medición del potencial
- 3.1.6 Comprender las indicaciones de medición y las posibles ubicaciones de las fuentes para identificar la corriente parásita
- 3.1.7 Reconocer las mediciones de potencial para obtener indicaciones de interferencias y niveles/criterios de protección
- 3.1.8 Determinar el efecto de una fuente de corriente en ubicaciones remotas utilizando interruptores de corriente
- 3.1.9 Comprender cómo utilizar cupones para comprobar la efectividad de la protección catódica
- 3.1.10 Instalar interruptores en rectificadores o bonos con el fin de tomar lecturas on/off

3.2 Mediciones de corriente

- 3.2.1 Comprender los métodos fundamentales de medición de corriente utilizados en los estudios de protección catódica
- 3.2.2 Comprender cómo se puede aplicar la medición de corriente en los estudios de protección catódica
- 3.2.3 Mida la caída de mV con un medidor y calcule la magnitud y la dirección de la corriente que fluye a través de derivaciones de distintos tamaños
- 3.2.4 Medir la magnitud y dirección de las corrientes a través de enlaces
- 3.2.5 Realizar y verificar lecturas de rectificadores con medidores internos y externos

3.3 Mediciones de electrolitos

- 3.3.1 Comprender los distintos tipos de métodos de medición de resistencia
- 3.3.2 Realizar una prueba de resistividad del suelo utilizando el método de prueba Wenner de cuatro clavijas
- 3.3.3 Realizar mediciones de resistividad del suelo utilizando una caja de suelo
- 3.3.4 Realizar lecturas de resistividad del suelo en un solo punto con una "varilla Collins"
- 3.3.5 Calcular la resistividad electrolítica

- 3.3.6 Comprender como recolectar muestras de electrolitos
- 3.3.7 Comprender las distintas formas de medir el pH electrolítico
- 3.3.8 Utilizar una semicelda de antimonio en comparación con una semicelda de cobre/sulfato de cobre para determinar el pH de los suelos

3.4 Pruebas de continuidad

- 3.4.1 Comprender cómo utilizar métodos conductivos e inductivos para localizar estructuras
- 3.4.2 Reconocer la importancia de la mitigación de CA y la protección contra sobretensiones
- 3.4.3 Determinar la ubicación de estructuras metálicas enterradas y accesorios
- 3.4.4 Verificar la eficacia del dispositivo de aislamiento mediante lecturas de estructura a electrolito
- 3.4.5 Verificar la eficacia del dispositivo de aislamiento utilizando un instrumento de aislamiento electrónico

3.5 Métodos de instalación

- 3.5.1 Comprender las fijaciones básicas a una estructura utilizando un kit de soldadura exotérmica y/o soldadura fuerte de pernos
- 3.5.2 Comprender cómo instalar los cables de prueba para las estaciones de prueba
- 3.5.3 Comprender cómo instalar la estación de prueba y garantizar su correcto funcionamiento, desde el punto de vista eléctrico, estructural y mecánico
- 3.5.4 Comprender cómo instalar puentes y cables de prueba a través de un dispositivo de aislamiento
- 3.5.5 Comprender cómo instalar cables de prueba para una configuración de caída de mV con el fin de medir el flujo de corriente en una tubería
- 3.5.6 Comprender cómo instalar cables de prueba para puentes y cruces de líneas externas
- 3.5.7 Comprender cómo instalar rectificadores y otras fuentes de alimentación
- 3.5.8 Comprender cómo instalar ánodos galvánicos, documentar la instalación y realizar pruebas para garantizar un funcionamiento correcto
- 3.5.9 Comprender cómo instalar celdas de referencia permanentes y comprobarlas periódicamente para asegurarse de que funcionan correctamente
- 3.5.10 Comprender cómo realizar reparaciones y/o empalmes en cables de enlace, cables de cabecera y cables de prueba

3.6 Resolución de problemas básicos

- 3.6.1 Verificar el funcionamiento del ánodo galvánico utilizando métodos de medición de corriente
- 3.6.2 Verificar el funcionamiento del ánodo galvánico utilizando el potencial de circuito abierto del ánodo
- 3.6.3 Verificación del funcionamiento del ánodo de corriente impresa mediante métodos de medición de corriente individuales
- 3.6.4 Comprender como localizar cortocircuitos en estructuras

- 3.6.5 Comprender como probar un corto metálico usando el potencial estructura-a-electrolito
- 3.6.6 Comprender cómo localizar un cortocircuito trazando el flujo de corriente
- 3.6.7 Verificar la operación del diodo

4. Prácticas/Requisitos de la Industria (1-10%)

- 4.1.1 Comprender y reconocer los criterios CP recomendados
- 4.1.2 Comprender las implicaciones legales de un registro ético y preciso
- 4.1.3 Comprender la importancia técnica de mantener registros exactos y precisos
- 4.1.4 Comprender la finalidad de mantener los registros exigidos por los organismos reguladores durante toda la vida útil de la instalación en cuestión
- 4.1.5 Llevar registros personales, diarios y notas
- 4.1.6 Comprender la importancia de los diversos requisitos de supervisión y los componentes de los datos que deben registrarse periódicamente
- 4.1.7 Interpretar las hojas de alineación, los mapas de la instalación y otros mapas del sistema para identificar con precisión las ubicaciones de las pruebas
- 4.1.8 Registrar la información sobre el emplazamiento (como fecha, hora, condiciones meteorológicas, croquis del emplazamiento, fotos, información sobre la ubicación) y las condiciones (como humedad del suelo, vegetación, peligro).
- 4.1.9 Documentar el nombre, el modelo y los números de serie de los instrumentos exactos utilizados para las lecturas
- 4.1.10 Registre las estaciones de prueba no estándar y cualquier otra condición o factor anormal que pueda afectar a los sistemas de CP

5. Seguridad (1-10%)

- 5.1.1 Saber dónde encontrar los procedimientos de seguridad de la empresa/cliente
- 5.1.2 Comprender el papel del responsable de seguridad
- 5.1.3 Saber identificar los peligros que se pueden encontrar en las pruebas e inspecciones de protección catódica
- 5.1.4 Saber qué precauciones deben tomarse para la seguridad durante la realización de mediciones de CP
- 5.1.5 Reconocer la importancia de parar el trabajo y aplicar medidas de protección contra riesgos climáticos y ambientales severos
- 5.1.6 Comprender la importancia de comunicar las condiciones médicas personales (por ejemplo, marcapasos).
- 5.1.7 Utilizar el EPP apropiado y el equipo de seguridad específico del lugar

- 5.1.8 Comprender la importancia de las tareas según la formación de seguridad específica del lugar (por ejemplo, plantas de carbón, entornos de H₂S, instalaciones de producción de gas, entornos explosivos, entornos radiactivos, espacios confinados/zanjas, alturas/protección contra caídas).
- 5.1.9 Adquirir el permiso y la autorización para trabajar
- 5.1.10 Identificar los materiales peligrosos
- 5.1.11 Seguir las recomendaciones de las FDS para la manipulación de materiales desechables
- 5.1.12 Comprender cómo se utiliza el bloqueo/etiquetado (LOTO) para garantizar la seguridad
- 5.1.13 Reconocer los riesgos laborales encontrados al trabajar con equipos eléctricos
- 5.1.14 Interpretar tuberías/suelos para detectar indicios de alta tensión de CA que puedan provocar corrosión o problemas de seguridad
- 5.1.15 Aplicar todas las directrices de seguridad cuando se viaja en un vehículo (por ejemplo, llevar puesto el cinturón de seguridad en un coche, llevar puesto el cinturón de seguridad y protección auditiva en un helicóptero).
- 5.1.16 Comprender el propósito de la certificación/formación adecuada para todos los equipos (por ejemplo, ATV/UTV/winch, carga/descarga).
- 5.1.17 Reconocer el equipo especial para protegerse de la fauna salvaje (por ejemplo, dispositivo de señalización, spray de pimienta), plantas peligrosas e insectos, y tomar las medidas preventivas adecuadas

Tipos de preguntas

Descripción de las preguntas

Este examen a libro cerrado consta de preguntas de opción múltiple en las que algunas preguntas pueden tener respuestas múltiples que requieren más de una opción de respuesta, así como elementos de emparejamiento. Las preguntas se basan en los conocimientos y habilidades requeridos en la industria de la protección catódica para un probador de protección catódica. Aunque el curso de formación es un excelente método de preparación, no es la única referencia utilizada en el desarrollo de las preguntas. Se pueden encontrar referencias adicionales en la sección de Referencias.

Ejemplos de preguntas

Las preguntas de muestra se incluyen para ilustrar los formatos y tipos de preguntas que habrá en el examen. Su rendimiento en las preguntas de ejemplo no debe considerarse como un indicador de su rendimiento en el examen real.

1. Cuál de los siguientes es el resultado de la polarización de un metal?
 - A. Corrosión
 - B. Reducción de la velocidad de corrosión
 - C. Aumento de la velocidad de corrosión
 - D. Aumento de la cantidad de corriente
2. Cuáles de las siguientes son ventajas de los sistemas de corriente impresa?
 - A. No requieren alimentación externa.
 - B. Las salidas de tensión y corriente son flexibles.
 - C. Son menos susceptibles a los daños causados por los rayos.
 - D. No requieren inspecciones rutinarias.
3. Cuál de los siguientes datos se utiliza para determinar si se ha alcanzado una protección catódica adecuada?
 - A. Tensión de salida del rectificador
 - B. Resistencia de los lechos de tierra de los ánodos de corriente impresa
 - C. Corriente de salida de los ánodos galvánicos
 - D. Potenciales estructura-electrolito
4. Cuál es la principal fuente de información sobre riesgos químicos?
 - A. Ficha técnica del producto
 - B. Código de normas federales
 - C. Ficha de datos de seguridad
 - D. Esquemas del equipo

Clave de respuestas

1. B
2. B
3. D
4. C

Preparación

Formación-Ninguna requerida

Curso AMPP Probador de Protección Catódica - CP 1 (Disponible)

Material de estudio recomendado

Libros

Peabody, A. W. (2001). *Peabody's Control of Pipeline Corrosion* (No. Ed. 2). NACE.

Material del curso AMPP Cathodic Protection Tester-CP 1

Normas

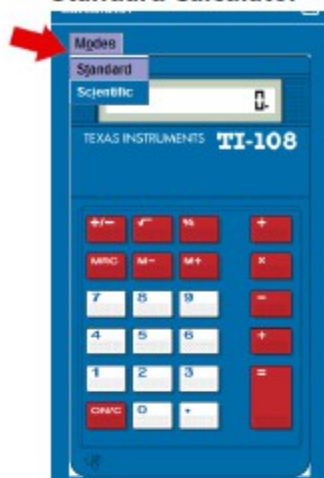
Deben utilizarse las últimas ediciones de todas las normas. Ciertos contenidos de estas normas están incorporados en los materiales del curso de Probador de Protección Catódica (CP 1) y algunos de ellos están incluidos en el manual del curso.

- NACE SP 0169 (2013). "Control de la corrosión externa en el subsuelo de sistemas de tuberías metálicas sumergidas".
- NACE SP 0176 (2007) SG. "Control de la Corrosión de Áreas Sumergidas de Estructuras de Acero en Alta Mar Instaladas Permanentemente Asociadas a la Producción de Petróleo".
- NACE SP 0177 (2014). "Mitigación de los Efectos de la Corriente Alterna y del Rayo en Estructuras Metálicas y Sistemas de Control de la Corrosión".
- NACE SP 0200 (2014). "Prácticas para tuberías con revestimiento de acero".

Calculadoras

Students will have access to either a TI Standard or TI Scientific calculator for use during the CBT Exam.

Standard Calculator



Standard Mode Functions

Add	$+$	
Subtract	$-$	
Multiply	\times	
Divide	\div	
Negative	$(-)$	
Percentage	$\%$	
Square Root	$\sqrt{\quad}$	Example: $4\sqrt{\quad}$
Reciprocal (Inverse)	x^{-1}	Example: $1\div 2\text{=}$
Store value to variable	$M+$	Example: $3\times 5\text{= }M+$
Access variable	MRC	Example: $7+MRC\text{=}$
Clear variable	$M- MRC$	

Scientific Calculator



Scientific Mode Functions

Add	$+$	
Subtract	$-$	
Multiply	\times	
Divide	\div	
Negative	$(-)$	
Percentage	2^{nd} $\%$	
Square Root	$\sqrt{\quad}$	Example: $2^{nd}\sqrt{\quad}4\text{enter}$
Reciprocal (Inverse)	x^{-1}	Example: $2x^{-1}\text{enter}$
Store value to variable	sto X^{y^z}	Example: $3\times 5\text{enter sto } X^{y^z}\text{enter}$
Access variable	X^{y^z} or 2^{nd} [recall]	Example: $7+2^{nd}[\text{recall}]\text{enter enter}$

Numeric Notation

Standard (Floating Decimal) Notation (digits to the left and right of decimal)	mode menu options NORM SCI ENG FLOAT 0 1 2 3 4 5 ...	e.g. 123456.78 e.g. 123456.7800
Scientific Notation (1 digit to the left of decimal and appropriate power of 10)	mode menu options NORM SCI ENG	e.g. 1.2345678*10 ⁵
Engineering Notation (number from 1 to 999 times 10 to an integer power that is a multiple of 3)	mode menu options NORM SCI ENG	e.g. 123.45678*10 ³

Fractions

Simple fractions	$\boxed{n/d}$
Mixed numbers	$\boxed{2nd} [Un/d]$
Conversion b/w simple fraction and mixed number	$\boxed{2nd} [n/d \blacktriangleleft \blacktriangleright Un/d]$
Conversion b/w fraction and decimal	$\boxed{2nd} [f \blacktriangleleft \blacktriangleright d]$

Powers, roots, and inverses

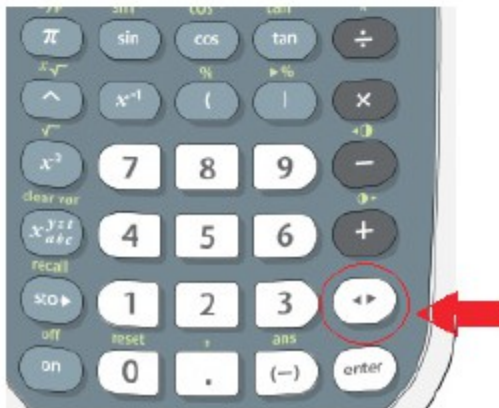
Square a value	$\boxed{x^2}$	
Cube a value	$\boxed{\wedge}$	
Raise value to specified power	$\boxed{\wedge}$	Example (2^4) $2 \boxed{\wedge} 4$
Square root	$\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}]$	Example ($\sqrt{16}$): $\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}] 16$
Reciprocal	$\boxed{x^{-1}}$	Example (n^{th} root): 5^{th} root of 8: $5 \boxed{2nd} [x^{\sqrt{\quad}}] 8$

Pi

PI (π)	$\boxed{\pi}$
--------------	---------------


Toggle

The scientific calculator might show the results of certain calculations as a fraction - possibly involving pi or a square root. To convert this kind of result to a single number with a decimal point, you will need to use the "toggle answer" button circled in the picture below. Pressing this button will change the display from a fractional to a decimal format.



Answer Toggle



Press the  key to toggle the display result between fraction and decimal answers, exact square root and decimal, and exact pi and decimal.

Example

Answer toggle	$\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}] 8 \text{ enter}$	$\sqrt{8}$ $2\sqrt{2}$
	$\boxed{\leftrightarrow}$	$\sqrt{8}$ $2\sqrt{2}$ 2.828427125

Nota: Si le resulta difícil utilizar esta calculadora en pantalla, levante la mano y pida al administrador del examen que le proporcione una calculadora de mano. **Si está disponible**, se le proporcionará una calculadora científica o no científica.

No se permite a los candidatos traer su propia calculadora a la sala de examen.

NOTA: Todas las referencias, incluidas las ecuaciones, se han tomado de fuentes originales y pueden diferir de las utilizadas en los manuales y presentaciones del curso.

EQUACIONES

RESISTIVIDAD (LEY DE POUILLET)

$$\rho = \frac{RA}{L} \quad \text{OR} \quad R = \frac{\rho L}{A}$$

Donde

ρ = resistividad en ohm-cm*
R = resistencia en ohmios
A = área de la sección transversal en cm²*
L = longitud en cm*

*la longitud y el área pueden estar en cualquier unidad, siempre que sean coherentes

ÁREA DE UNCÍRCULO

$$A = \pi r^2$$

Donde

π = aproximadamente 3,14
r = radio del círculo
A = área

RESISTIVIDAD DEL SUELO WENNER

$$\rho = 2\pi AR$$

Donde

ρ = resistividad del suelo en ohm-cm*.
A = distancia entre sondas en cm*
R = resistencia del suelo en ohmios {lectura del instrumento}

*La distancia entre pines puede expresarse en cualquier unidad, siempre que sea coherente con la resistividad

O

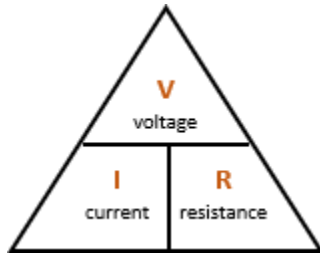
Donde

$$\rho = 191,5 AR$$

ρ = resistividad del suelo en ohm-cm
A = distancia entre sondas en pies
R = resistencia del suelo en ohmios {lectura del instrumento}

LEY DE OHM

$$V = IR \quad I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$



POTENCIA

$$P = EI$$
$$P = I^2R$$

Donde

P = potencia en vatios
R = resistencia en ohmios
E = tensión en voltios
I = corriente en amperios

CIRCUITO EN SERIE

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

CIRCUITO EN PARALELO

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

LEY DE FARADAY

$$W_t = KIT$$

Donde

W_t = pérdida de peso en kg*
K = equivalente electroquímico en kg / A-año
I = corriente en amperios
T = tiempo en años

*el peso puede estar en cualquier unidad, siempre que sean coherentes

TASA DE CONSUMO (K) DE VARIOS METALES

Metal	kg / A-año	lb / A-año
Carbono	1.3	2.86
Aluminio	3.0	6.5
Magnesio	4.0	8.8
Hierro / Acero	9.1	20.1
Hierro con alto contenido en silicio/cromo	0.5	1.0
Níquel	9.6	21.2
Cobre (monovalente)	20.8	45.8
Zinc	10.7	23.6
Estaño	19.4	42.8
Plomo	33.9	74.7

VALORES RELATIVOS DE LOS ELECTRODOS DE REFERENCIA TÍPICOS CON RESPECTO AL ELECTRODO DE REFERENCIA DE SULFATO DE COBRE-COBRE

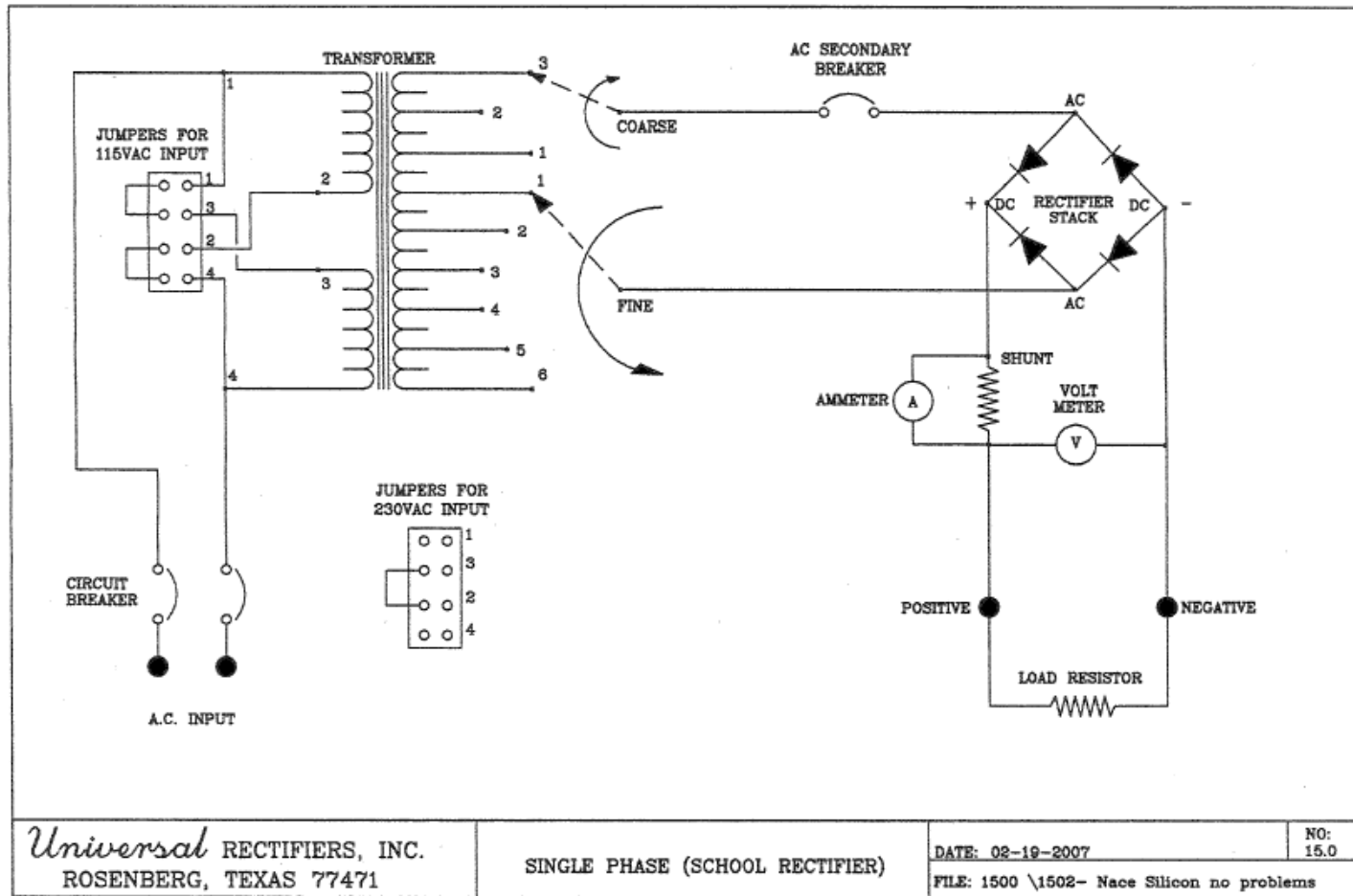
Electrodo (media celda)	Potencial (voltios)
Sulfato de cobre-cobre (saturado) (CSE)	0.000
Cloruro de plata-plata (3,5%) (SSC)	-0.060
Calomel saturado (SCE)	-0.072
Hidrógeno (SHE)	-0.316
Zinc puro (ZN)	-1.100

Basado en una resistividad del agua de mar de 20 ohm-cm

TIPOS Y VALORES DE DERIVACIÓN

	Valor de derivación		Derivación	Derivación
	Amperios	mV	ohmios	A / mV
Tipo Holloway				
RS	5	50	0.01	0.1
SS	25	25	0.001	1
SO	50	50	0.001	1
SW o CP	1	50	0.05	0.02
SW o CP	2	50	0.025	0.04
SW o CP	3	50	0.017	0.06
SW o CP	4	50	0.0125	0.08
SW o CP	5	50	0.01	0.1
SW o CP	10	50	0.005	0.2
SW	15	50	0.0033	0.3
SW	20	50	0.0025	0.4
SW	25	50	0.002	0.5
SW	30	50	0.0017	0.6
SW	50	50	0.001	1
SW	60	50	0.0008	1.2
SW	75	50	0.00067	1.5
SW	100	50	0.0005	2
Tipo J.B.				
Agra-Mesa	5	50	0.01	0.1
Cott o MCM				
Rojo	2	200	0.1	0.01
Amarillo	8	80	0.01	0.1
Naranja	25	25	0.001	1

CIRCUITO RECTIFICADOR



SERIES GALVÁNICAS PRÁCTICAS

Material	Potencial (V)*
Magnesio de alto potencial	-1.75
Aleación de magnesio	-1.60
Zinc	-1.10
Aleación de aluminio	-1.05
Acero al carbono limpio	-0,50 a -0,80
Acero al carbono oxidado	-0,20 a -0,50
Fundición / Hierro dúctil	-0.50
Plomo	-0.50
Acero en hormigón	-0.20
Cobre	-0.20
Hierro con alto contenido en silicio	-0.20
Carbono, grafito	+0.30

*Potenciales con respecto al electrodo saturado de Cu-CuSO₄

CALIBRACIÓN DE LA PRUEBA DE CORRIENTE DE LÍNEA DE 4 HILOS

$$K = \frac{I_{\text{test}}}{\Delta V_{\text{test}}}$$

Dónde

K = factor de calibración en amperios / mV

I_{test} = corriente de prueba aplicada a la sección de la tubería en amperios

ΔV_{test} = V_{test, corriente aplicada} - V_{test, sin corriente aplicada} en mV.

CORRIENTE EN LA TUBERÍA

$$I = KV$$

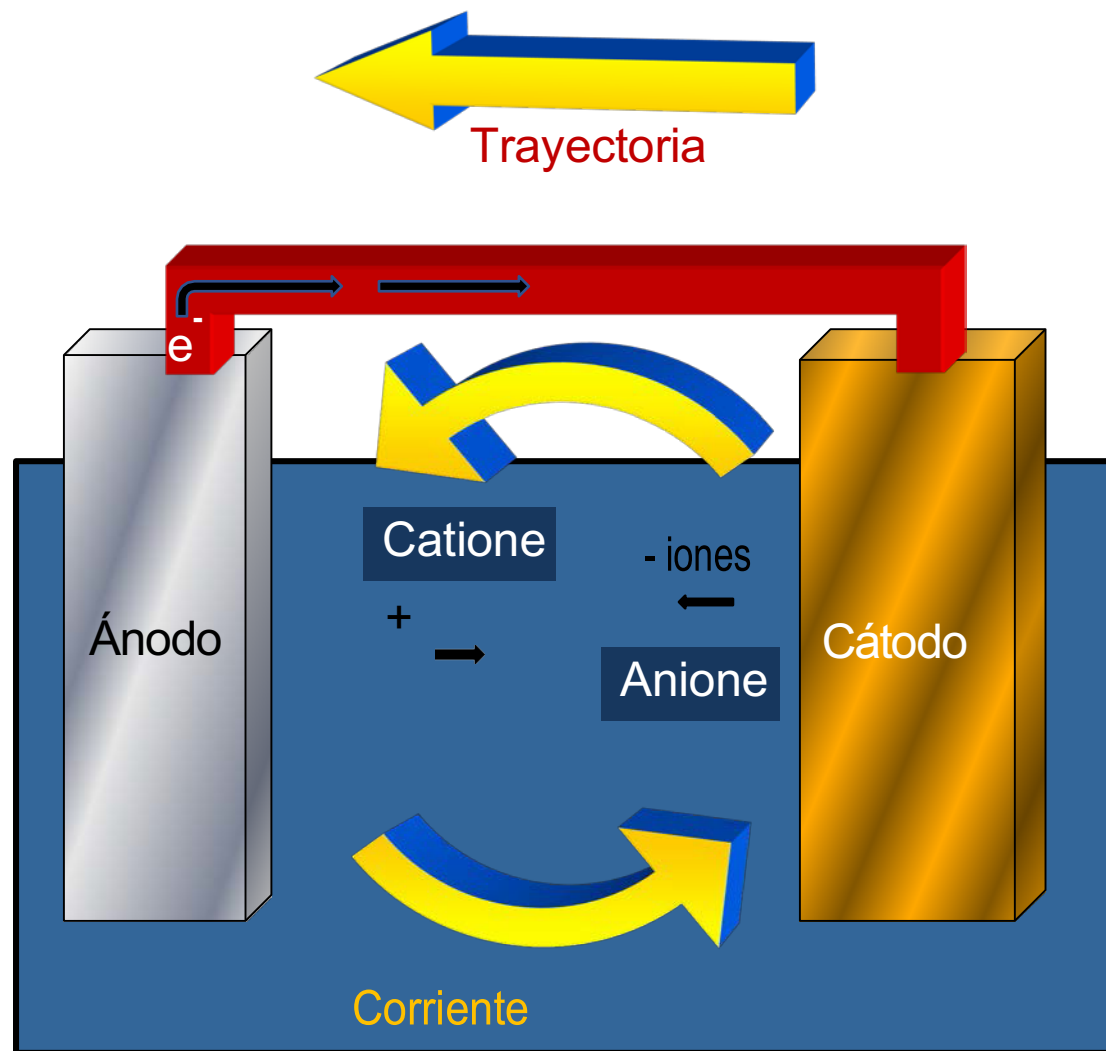
Dónde

I = corriente de la tubería en amperios

K = factor de calibración en amperios / mV

V = caída de tensión en la sección de la tubería en mV

CIRCUITOS ELECTROQUÍMICOS



CONVERSIONES

CEM	fuerza electromotriz - cualquier unidad de tensión
E o e	cualquier unidad de tensión
V	voltios
mV	milivoltios
μ V	microvoltios
I	cualquier unidad de amperaje
mA	miliamperios o miliamperios
μ A	microamperios o microamperios
R o Ω	Resistencia

1.000.000 voltios	= 1 megavoltio
1.000 voltios	= 1 kilovoltio
1,0 voltios	= 1000 milivoltios
0,100 voltios	= 100 milivoltios
0,010 voltios	= 10 milivoltios
0,001 voltios	= 1 milivoltio
0,000001 voltios	= 1 microvoltio

1.000.000 amperios	= 1 megaamperio
1.000 amperios	= 1 kiloamperio
1,0 amperio	= 1000 miliamperios
0,100 amperios	= 100 miliamperios
0,010 amperios	= 10 miliamperios
0,001 amperios	= 1 miliamperio
0,000001 amperios	= 1 microamperio

1.000.000 ohmios	= 1 megaohmio
1.000 ohmios	= 1 kilo-ohmio
1,0 ohmios	= 1000 miliohmios
0,100 ohm	= 100 miliohmios
0,010 ohm	= 10 miliohmios
0,001 ohm	= 1 miliohmio
0,000001 ohm	= 1 micro-ohmio

1 metro	= 100 cm
1 metro	= 1000 mm
1 pulgada	= 2,54 cm
1 pie	= 30,48 cm

U.S. Customary/Metric Conversion for Units of Measure Commonly Used in Corrosion-Related Publications

1 A/ft ²	= 10.76 A/m ²
1 acre	= 4,047 m ² = 0.4047 ha
1 Ah/lb	= 2.205 Ah/kg
1 bbl (oil, U.S.)	= 159 L = 0.159 m ³
1 bpd (oil)	= 159 L/d = 0.159 m ³ /d
1 Btu	= 1,055 J
1 Btu/ft ²	= 11,360 J/m ²
1 Btu/h	= 0.2931 W
1 Btu/h-ft ²	= 3.155 W/m ² (K-factor)
1 Btu/h-ft ² -°F	= 5.678 W/m ² K
1 Btu-in/h-ft ² -°F	= 0.1442 W/mK
1 cfm	= 28.32 L/min = 0.02832 m ³ /min = 40.78 m ³ /d
1 cup	= 236.6 mL = 0.2366 L
1 cycle/s	= 1 Hz
1 ft	= 0.3048 m
1 ft ²	= 0.0929 m ² = 929 cm ²
1 ft ³	= 0.02832 m ³ = 28.32 L
1 ft-lbf (energy)	= 1.356 J
1 ft-lbf (torque)	= 1.356 N-m
1 ft/s	= 0.3048 m/s
1 gal (Imp.)	= 4.546 L = 0.004546 m ³
1 gal (U.S.)	= 3.785 L = 0.003785 m ³
1 gal (U.S.)/min (gpm)	= 3.785 L/min = 0.2271 m ³ /h
1 gal/bag (U.S.)	= 89 mL/kg (water/cement ratio)
1 grain	= 0.06480 g = 64.80 mg
1 grain/ft ³	= 2.288 g/m ³
1 grain/100 ft ³	= 22.88 mg/m ³
1 hp	= 0.7457 kW
1 microinch (µin)	= 0.0254 µm = 25.4 nm
1 in	= 0.0254 m = 2.54 cm = 25.4 mm
1 in ²	= 6.452 cm ² = 645.2 mm ²
1 in ³	= 16.387 cm ³ = 0.01639 L
1 in-lbf (torque)	= 0.113 N-m
1 inHg	= 3.386 kPa

1 inH ₂ O	= 249.1 Pa
1 knot	= 0.5144 m/s
1 ksi	= 6.895 MPa
1 lb	= 453.6 g = 0.4536 kg
1 lbf/ft ²	= 47.88 Pa
1 lb/ft ³	= 16.02 kg/m ³
1 lb/100 gal (U.S.)	= 1.198 g/L
1 lb/1,000 bbl	= 2.853 mg/L
1 mA/in ²	= 0.155 mA/cm ²
1 mA/ft ²	= 10.76 mA/m ²
1 Mbbpd (oil)	= 159 kL/d = 159 m ³ /d
1 mile	= 1.609 km
1 square mile	= 2.590 km ²
1 mile (nautical)	= 1.852 km
1 mil	= 0.0254 mm = 25.4 µm
1 MMcfd	= 2.832 x 10 ⁴ m ³ /d
1 mph	= 1.609 km/h
1 mpy	= 0.0254 mm/y = 25.4 µm/y
1 oz	= 28.35 g
1 oz fluid (Imp.)	= 28.41 mL
1 oz fluid (U.S.)	= 29.57 mL
1 oz/ft ²	= 2.993 Pa
1 oz/gal (U.S.)	= 7.49 g/L
1 psi	= 0.006895 MPa = 6.895 kPa
1 qt (Imp.)	= 1.1365 L
1 qt (U.S.)	= 0.9464 L
1 tablespoon (tbs)	= 14.79 mL
1 teaspoon (tsp)	= 4.929 mL
1 ton (short)	= 907.2 kg
1 U.S. bag cement	= 42.63 kg (94 lb)
1 yd	= 0.9144 m
1 yd ²	= 0.8361 m ²
1 yd ³	= 0.7646 m ³

REFERENCIAS Y NORMAS UTILIZADAS PARA ELABORAR EL MATERIAL DE REFERENCIA

Peabody's Control of Pipeline Corrosion (No. Ed 2). Peabody, A.W. (2001). NACE International.

NACE Corrosion Engineers Reference Handbook, Baboian, 3ª edición (2002).

Electrical Engineering Principles and Applications-5ª Edición. Hambley, A. (2005). Prentice-Hall Publishing.

Core Engineering Concepts for Students and Professionals-1ª edición. Lindeburg, M. (2010). Professional Publications, Inc.

"Norma Nacional Americana para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI): The Modern Metric System" ASTM SI 10. (2002). ASTM.

Universal Rectifiers Website. www.universalrectifiers.com

NACE International SP 0169 (2013). "Control de la corrosión externa en el subsuelo de sistemas de tuberías metálicas sumergidas".

NACE International SP 0176 (2007) SG. "Control de la corrosión de zonas sumergidas de estructuras de acero permanentemente instaladas en alta mar asociadas a la producción de petróleo".

NACE International SP 0177 (2014). "Mitigación de los efectos de la corriente alterna y los rayos en estructuras metálicas y sistemas de control de la corrosión".

NACE International SP 0200 (2014). "Prácticas para tuberías con revestimiento de acero".