

DISEÑO POR COMPUTADOR DE UN SISTEMA DE PROTECCION CATODICA CON ANODOS DE SACRIFICIO DE ZINC PARA TUBERIAS ENTERRADAS

LUIS ORLANDO AGUIRRE R.
Ingeniero metalúrgico.
Profesor Titular UIS
Centro de Investigaciones en Corrosión UIS

RESUMEN

El presente trabajo elabora un programa de computador PROTEC, para diseñar sistemas de protección catódica con ánodos de sacrificio para tuberías enterradas.

El programa trabaja con ánodos de sacrificio de Magnesio estándar y alto potencial de 9, 12, 17, 32, 50 y 60 libras de peso; de zinc de 15, 18, 24, 30, 60 y 150 libras de peso y cables de conexión números 4, 6, 8, 10 y 12 A.W.G.

El diseño fue verificado contra un sistema instalado en el gasoducto Provenza-Bucarica para la empresa Metrogas S. A., produciendo resultados altamente confiables.

OBJETIVOS

El objetivo principal fue el de utilizar las técnicas de computación en el diseño de sistemas de protección catódica con ánodos de sacrificio, haciendo énfasis en su aplicación a tuberías enterradas.

El programa involucra los siguientes aspectos:

- Cálculo de área total a proteger
- Cálculo de las corrientes de protección
- Cálculo del peso del material anódico
- Escogencia del tipo de ánodos
- Distribución de los ánodos
- Ubicación de las estaciones de prueba
- Verificación del diseño por medio de computación de datos de un sistema instalado.

DELIMITACION DEL DISEÑO

El programa supone que la resistividad del electrólito que rodea la tubería es constante a través de toda la línea, se pueden realizar cálculos con Backfills de diferentes

resistividad, diseña camas anódicas igualmente espaciadas con igual número de ánodos y separación entre ellos de 5, 10, 15, 20 y 25 pies, supone una longitud de cable conector entre la estructura y el primer ánodo de la cama anódica de 30 pies (incluye la conexión con la estación de prueba), y realiza la escogencia de los ánodos y los requerimientos de corriente.

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

El Diagrama de Flujo del programa PROTEC se puede observar en la Figura 1.

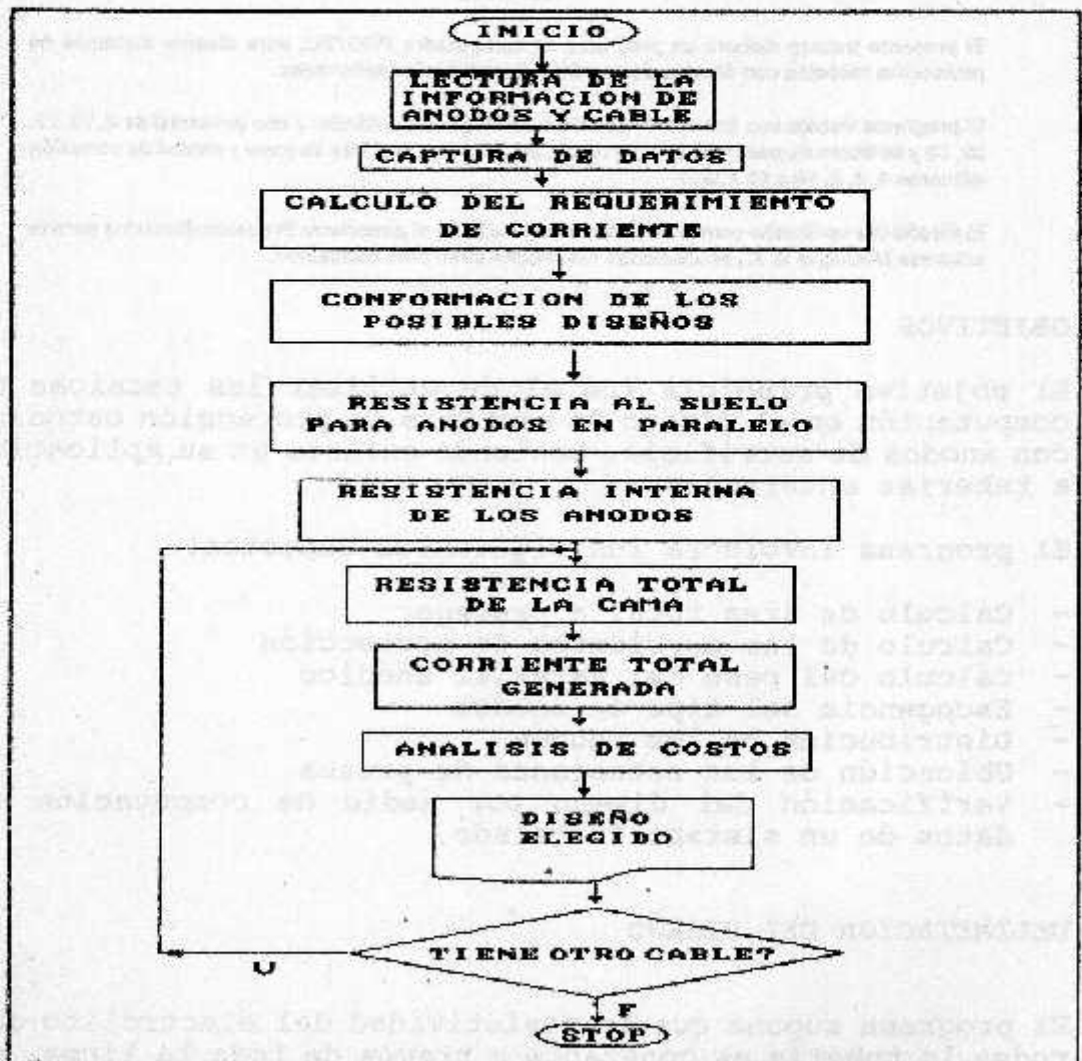


Figura 1. Diagrama de secciones programa PROTEC.

Los datos de entrada necesarios para realizar el diseño fueron :

- Diámetro de la tubería, en pulgadas
- Longitud de la tubería, en metros
- Resistividad del suelo, en ohm-cm
- Resistividad del backfill, en ohm-cm
- Tiempo de protección, en años
- Corriente de protección, en amperios
- Densidad de corriente de protección, en amp/pie²
- Estado del recubrimiento
- Costo de material anódico, en \$/libra
- Costo del cable conector, en \$/pie de longitud

La escogencia de las camas se hace de acuerdo con los requerimientos de corriente. Se realiza comparando la corriente de protección, calculada en las pruebas de campo, con la salida total de corriente del sistema diseñado.

Conocido el costo por libra de material anódico y el costo por pie de longitud de cable conector, se seleccionará el diseño más económico, que cumpla con los requerimientos de corriente.

El programa arroja los siguientes resultados de diseño:

- Tipo de ánodo
- Peso del ánodo
- Número de ánodos por cama
- Espaciamientos entre ánodos
- Número de camas
- Número del cable
- Corriente total (requerida)
- Corriente generada por el diseño
- Costo

VERIFICACION DEL DISEÑO

El gasoducto Provenza-Bucarica de la empresa Metrogas tiene en la actualidad instalado un sistema de protección catódica con ánodos de sacrificio. El sistema fue diseñado suponiendo que todo el gasoducto tiene 6 pulgadas de diámetro y 5,5 Km de longitud.

Los principales datos de este diseño fueron los siguientes:

- Tipo de ánodo : Magnesio alto potencial
- Peso del ánodo: 32 libras
- Número de ánodos por cama : 1

- Espaciamientos entre ánodos :0
- Número de camas :10
- Distancia entre camas :variable
- Número del cable : 10 A.W.G.
- Peso total de material anódico utilizado: 320 libras
- Longitud total de tubería: 5.500 m

Los datos arrojados por el computador, para el diseño de protección catódica con ánodos de sacrificio para el mismo gasoducto y utilizando el mismo tipo de cable fueron los siguientes:

- Primer tramo : Tubería de 4 Pulgadas de diámetro
- Longitud: 2.832 m
- Tipo de ánodo : Magnesio alto potencial
- Peso del ánodo: 9 libras
- Número de ánodos por cama : 7
- Espaciamientos entre ánodos : 15 pies
- Número de camas : 2
- Distancia entre camas : 1.416
- Número del cable : 10 A.W.G.
- Peso total de material anódico utilizado: 126 libras
- Segundo tramo : Tubería de 6 Pulgadas de diámetro
- Longitud: 2.550 m
- Tipo de ánodo : Magnesio alto potencial
- Peso del ánodo: 9 libras
- Número de ánodos por cama : 6
- Espaciamientos entre ánodos : 25 pies
- Número de camas : 3
- Distancia entre camas : 850
- Número del cable : 10 A.W.G.
- Peso total de material anódico utilizado: 162 libras
- Peso total de material anódico : 288 libras
- Longitud total de tubería : 5,382 metros

La diferencia fundamental entre los dos diseños fué la siguiente:

- La longitud utilizada para realizar el diseño que actualmente está instalado es de 5.500 m. En el diseño realizado en el computador la longitud total es de 5.382 m, ya que no se tiene en cuenta la longitud de tubería que no se encuentra enterrada y aflora en las estaciones reguladoras y medidoras.

- El peso total de material anódico actualmente utilizado es de 320 libras. En el diseño realizado en el computador

el peso total de material anódico es de 288 libras, lo que da una diferencia de 32 libras, atribuibles a la diferencia de longitud de tubería, a la resistividad del backfill utilizado para realizar el diseño, o al margen de sobre protección que este diseño puede tener.

CONCLUSIONES

- El reconocimiento visual de la estructura y la recopilación de los datos disponibles sobre ella, así como la planeación de las pruebas de campo, seleccionando las herramientas adecuadas para una situación específica, disminuirá en forma significativa los costos del diseño de sistemas de protección catódica.
- La metodología aplicada para realizar diseños de protección catódica con ánodos de sacrificio para tuberías enterradas utilizando el computador, es bastante manejable y de fácil comprensión, además el programa diseñado tiene en cuenta las resistencias al paso de corriente más significativas para este tipo de diseño, haciéndolo más confiable.
- Con el programa propuesto se puede observar la influencia de la resistividad tanto del suelo como del relleno de los ánodos en el diseño de sistemas de protección catódica con ánodos de sacrificio. Además se alcanzan los datos de diseño con mayor rapidez y eficacia con la consiguiente economía en el tiempo y costo.
- Se tiene la oportunidad de observar en pantalla los resultados de corrientes obtenidos para otras combinaciones y otros pesos de ánodos, lo que constituye una gran ayuda para el diseñador ya que éste puede realizar la escogencia de otro diseño que también cumplan con los requerimientos de corriente aún cuando su costo no sea el más bajo.

BIBLIOGRAFIA

1. BARNES, H. E Electrical Survey detects underground rock. Rev pipe line industry. abril, 1959.

2. BERNARD, Husock. Use or pipe-to-soil potential in analyzing underground corrosion problem. Avanced corrosion course. Nace. 1984.
3. BOTIA, J. S. Ingeniería de corrosión. Inacero, 1985.
4. DIAZ, J. Y. Criterios de diseño del groundbed en un sistema de protección catódica colocando en posición vertical e interconectados en paralelo. Rev. Colombia Metalúgica. Agosto, 1982.
5. FISHER, T. C. Basic meter hookpus. Basic corrosion caourse. Nace, 1984.
6. FONTANA, M. G. corrosion engeneering. ASTM, 1969.
7. GALVELLE, J. Corrosion OCA. 1979.
8. MOORE, J. L. Galvanic cathodic protection system desing: Avanced corrosion course. Nace, 1984.
9. NACE RP-01-69. Control of external corrosión of underground of sumerged metalic systems. Revisada en 1984. Sección 6.
10. PARKER, M. E. and PEATTIE, E. G. Pipeline corrosion and cathodic protection. Gulf publisching company, 1984.
11. PEABODY, A. W. Control of pipiline corrosion. Sons. Jonh Wiley, 1968.
12. ROMANOFF, M. Underground corrosion. Circular 57, Nace, 1957.
13. SANCHES, C. and DE LA CAMPA, SAFIYKIN, A. Protección catódica para estructuras metálicas utilizando ánodos de sacrificio. Rev Tecnológica. vol 2, No 2, marzo-abril. 1974.
14. STALNAKER, F.C. Magnesio anode installation. Intermediate corrosion course. Nace, 1984.
15. UHLIG, H. H. Corrosion and corrosion control. Sons. Jhon Wiley, 1950.
16. WYATT, B. S. Cathodic protection of offshore estructures. Rev. Anti-corrosión. vol 24, abril, 1977.