

RESUMEN

La densidad de descargas atmosféricas a tierra es un parámetro necesario (y más confiable que otros) para diseño de apantallamiento. Con el fin de obtener este parámetro se realizan una serie de mediciones con un contador prototipo, lográndose resultados satisfactorios. Se presenta una descripción del contador y un análisis de los resultados.

La velocidad del circuito es de 56 ± 1 operaciones por minuto, el voltaje de polarización es de 9 voltios, con un consumo de 8mA (cuando existe señal), en estado de alerta el consumo es nulo. Mayores detalles pueden encontrarse en la referencia 1.

CONTADOR DE RAYOS (1) (2)

DESCRIPCION: El contador empleado se basa en un diseño conocido, con ciertas adaptaciones con elementos que pueden adquirirse localmente (1). De esta forma los resultados pueden compararse con los de otras regiones que emplean contadores similares y controlarse el comportamiento del prototipo empleado.

En la figura 1, se presenta un diagrama de bloques del contador de rayos.

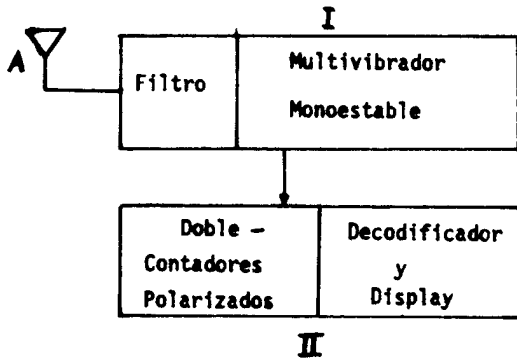


Figura N° 1

A: Antena; I: Circuito; II: Registrador digital

ANTENA

Una antena horizontal, con una altura de $5m \pm 0.2m$ sobre el nivel del suelo, detecta las variaciones en el campo electrostático ambiental producidas por descargas atmosféricas. La antena está conformada por seis (6) hilos de alambre de cobre desnudo # 10 A.W.G., de 14 metros de longitud, espaciados 15 cm, y conectados en paralelo; este arreglo da una capacitancia parásita a tierra de aproximadamente $220\mu F$.

CONTADOR DE RAYOS

El contador de rayos es un circuito transistorizado que tiene como entrada un filtro RC que produce la respuesta de frecuencia y atenuación adecuadas; esta señal atenuada es enviada a un multivibrador monoestable para producir un pulso de salida.

REGISTRADOR DIGITAL

El registrador es un circuito digital con circuitos integrados de la serie CMOS, doble-contadores de modelo 10 y decodificadores, un "Display" de cátodo común de 4 dígitos. Como fuente de polarización se utiliza una batería de 6 voltios; el registrador está seccionado en dos partes, la primera compuesta por los doble-contadores que están constantemente polarizados manteniéndose en alerta de la señal, el consumo de corriente en este estado es cero y de $10\mu A$ cuando existe señal del circuito contador. La otra sección del contador la conforman los decodificadores y el "Display" que son polarizados en el momento que se requiere realizar la lectura del número de descargas atmosféricas detectadas. Una descripción más detallada se encuentra en la referencia 2.

Especificaciones generales finales del sistema detector.

Voltaje de polarización: 9 voltios
 Voltaje de alimentación: 2.7 voltios
 Mínimo voltaje de operación: 6.5 voltios
 Repetición de frecuencia: 56 ± 1 operaciones/minuto.
 Ancho de pulso de operación: 0.92 segundos
 Período de operación por pulso: 1.8 segundos

REQUERIMIENTOS PARA EL SITIO DE INSTALACION

Para la instalación de la antena se requiere de un sitio razonable plano libre de objetos elevados como árboles, edificios, etc., a una distancia mínima igual a tres veces la altura del objeto y a una distancia de 1 metro por KV de líneas de transmisión y en cuadratura con éstas. (1)

EXPERIENCIAS DE OPERACION

El comportamiento del contador se ha verificado mediante pruebas de laboratorio y una cercana observación del prototipo durante tormentas.

En el laboratorio se simulan descargas atmosféricas con un generador de impulsos de Alto Voltaje, de onda $1.2/50\mu s$, obteniéndose un conteo de todos los pulsos (2).

El contador fue instalado en los terrenos del INIAP junto a la S/E de Sta. Rosa. El sitio fue escogido principalmente por ser una zona de muchas tormentas, característi

ca apropiada para realizar observaciones de campo.

Para comprobar la bondad del equipo se realizan las siguientes pruebas (2):

1.- Con el objeto de comprobar la selectividad del contador; esto es, que no responda a variaciones de campo producidos en su vecindad por arranque de motores, circulación de vehículos, paso de aviones, etc., se realizaron ob-

servaciones durante un período sin tormentas eléctricas obteniéndose como resultado una ausencia de conteos.

2.- En el sitio de instalación y en el momento mismo de ocurrencia de la tormenta y en el instante en que "cae" un rayo (visto pero no siempre escuchado) se anota y controla el número registrado en el contador. La prueba fue realizada en tres ocasiones; los resultados se dan en la tabla 1.

TABLA N° 1

PRUEBA N°	FECHA	RELAMPAGO VISTO	TRUENO ESCUCHADO	REGISTRO CONTADOR	DIFERENCIA CONT-TRUENO VISTO
1	9/10/81	15	12	15	0
2	14/10/81	35	28	38	+ 3
3	16/10/81	4	4	4	0

RADIO (Rg) DE ALCANCE DEL CONTADOR

No es posible determinar de manera precisa el radio de detección debido al carácter aleatorio de las descargas, tanto en la ocurrencia como en la magnitud de sus parámetros. Por esta razón el radio es estimado por observaciones visuales y auditivas.

Las pruebas N° 1 y 2 de la Tabla 1, permiten concluir (si se desechan conteos espúreos) que el alcance efectivo del contador es mayor que el rango audible del trueno - que difícilmente puede ser escuchado sobre una distancia de 25 Km, según estimaciones de campo.

Para el contador instalado se estima un radio de detección de 35 a 40 Km; esta estimación se basa en el hecho de que una tormenta ocurrida en las faldas de los Illinizas, ubicadas aproximadamente a unos 40 Km de distancia, fué detectada por el contador (2). En la tabla (2) se dan algunos valores del radio de alcance Rg reportados (3). Existe una adecuada coincidencia entre los valores estimados en el presente trabajo y los reportados.

TABLA N° 2

PAIS	Rg (Km)
Australia	30
Alemania	17
Ecuador	35 - 40
México	36 - 87
Experimento	35 - 40

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE DESCARGAS A TIERRA (Ng)

El contador responde a descargas producidas en las nubes, que deben ser consideradas en los análisis de los registros.

La ecuación (3) $Ng = \frac{KY}{\pi Rg^2}$

en donde:

- K = Número de conteos registrados por mes o año
- Rg = Radio efectivo de detección, Km
- Y = Factor que considera las descargas entre nubes
- = 0.813

permite la determinación de la densidad de descargas a tierra. Para Rg = 37 Km, K = 1691 conteos/mes el valor de Ng es de 0.32 rayos/Km²/mes.

Este primer resultado corresponde a apenas 45 días de observación que aunque están dentro de la época de invierno no dan resultados concluyentes; el valor de K deberá entonces ser confirmado en el futuro por observaciones de duración adecuada.

El factor Y, debe ser determinado localmente, pues la literatura (4) indica valores muy diversos, de 0.14 ó 0.33 para Australia y 0.67 para Sudáfrica.

Una verificación de Ng usando valores de nivel ceraúnico (T) tampoco es confiable, pues la relación considerada lineal (Ng=cT) tiene grandes variaciones de la constante de proporcionalidad (c) reportada, además los valores de T locales son de dudosa validez.

COMENTARIO DE LOS RESULTADOS

Una comparación de los resultados de la Tabla 1, permite esperar un adecuado funcionamiento del contador. La coincidencia entre rayos vistos y registrados aparece como adecuada. La diferencia en el segundo caso (35 vistos vs. 38 registrados) puede deberse a descargas no detectadas visiblemente por el observador, ya sea por su debilidad, por la distancia de ocurrencia, por interposición de objetos o por una combinación de estas causas. Pueden existir conteos espúreos debidos al arranque de grandes motores (que se descarta en el presente caso por no haberlos en las cercanías del detector) o por sobrevoltajes en líneas de transmisión cercanas ya sea originados por rayos en ei-

tios lejanos que afectan a las líneas o por maniobras en sus sistemas asociados. Esta posibilidad se mantiene, siendo su efecto - incrementar los resultados registrados.

La determinación de la densidad de descargas a tierra, obligada a observaciones y mediciones más prolongadas, a determinación de factores locales de descargas entre nubes y posiblemente a una determinación de la magnitud de las descargas a tierra para una confirmación del radio efectivo de tección del contador.

Si bien los valores obtenidos no son todavía concluyentes, la corta experiencia permite ser optimista en cuanto a la funcionalidad del prototipo de contador probado, así como a continuar las investigaciones en el campo, con mejoras intrínsecas al contador, verificaciones de su duración y ampliación de las estaciones de observación. Este último aspecto escapa el alcance de la Escuela Politécnica Nacional, debiéndose esperar por la colaboración Interinstitucional.

REFERENCIAS

1. VILLACIS H. Prototipo de un contador de Rayos, Tesis de Grado E.P.N. 1980
2. NASPUD R. Contador de Rayos, Tesis de Grado E.P.N. 1981
3. PRENTICE S.A. The Cigre Lightning flash counter Australia experience, Cigre Vol II 1974
4. CARRARA Obervoltages on Insulation Coordination Electra N° 37 Decembre 1974

AYORA, PAUL. Nació en Azogues en 1946. Se graduó de Ingeniero Eléctrico en la E.P.N. en 1973 su tesis versó sobre el tema: "Pruebas en cables subterráneos de Alta Tensión". Obtuvo su título de M.Sc. en la Universidad de Manchester-Inglaterra en 1977. Actualmente es Profesor de la Escuela Politécnica Nacional en el Area de Alto Voltaje.

BARBA, MARIO. Nació en Machchi el 21 de Noviembre de 1946, obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico, en la E.P.N. en Diciembre de 1975. Su Tesis versó sobre "Diseño de un Generador Electroestático de Van der Graff para un millón de voltios". Actualmente es Profesor en la Escuela Politécnica Nacional.