

Cálculos para Memoria Técnica

Antena Diamond modelo CP-6S

Diego Doncel, EA1CN

doctorohmio@gmail.com

En este artículo se va a describir cómo serían los cálculos para la memoria de una antena de HF multibanda y vertical marca Diamond modelo CP-6S.

Se trata de una instalación de ejemplo, en cada caso pueden variar algunos condicionantes, como el voladizo del mástil o la separación entre los soportes del mismo. En este artículo se pretende explicar cómo se realizan los cálculos, de forma que en cada caso particular puedan ser modificados y obtener los resultados adecuados. Así, si se pretende, por ejemplo, una mayor longitud en voladizo del mástil, a la vista de los posibles resultados, se obtendrán conclusiones que harán tomar decisiones al respecto.

Descripción de la instalación

Se pretende instalar una antena multibanda de HF, marca Diamond, modelo CP-6S en un mástil de 45 mm de diámetro y 2 mm de pared, con un voladizo de 0,50 metros. El mástil estará soportado por dos garras de muro (que se detallarán) separadas entre sí 1 m y de longitud, cada una, 30 cm, que permiten un ensamblado con el mástil en 20 cm de separación de la pared. Para realizar los cálculos pertinentes de resistencia de los materiales, se parte de los datos del fabricante, que son:

Datos del fabricante:

Altura: 4,6 m

Peso: 4.9 Kg

Radiales: 1,8 metros

Velocidad del viento admisible: 40 m/seg

Datos necesarios para los cálculos

- Superficie de la antena, en la parte vertical
- Superficie de la antena, en los radiales
- Superficie del mástil en voladizo
- Resistencia de los soportes

Superficie del radiante vertical

Las 3 trampas situadas en el radiante tienen una longitud aproximada de 0,48 m y un ancho aproximado de 0,03 m, así pues su superficie total será:

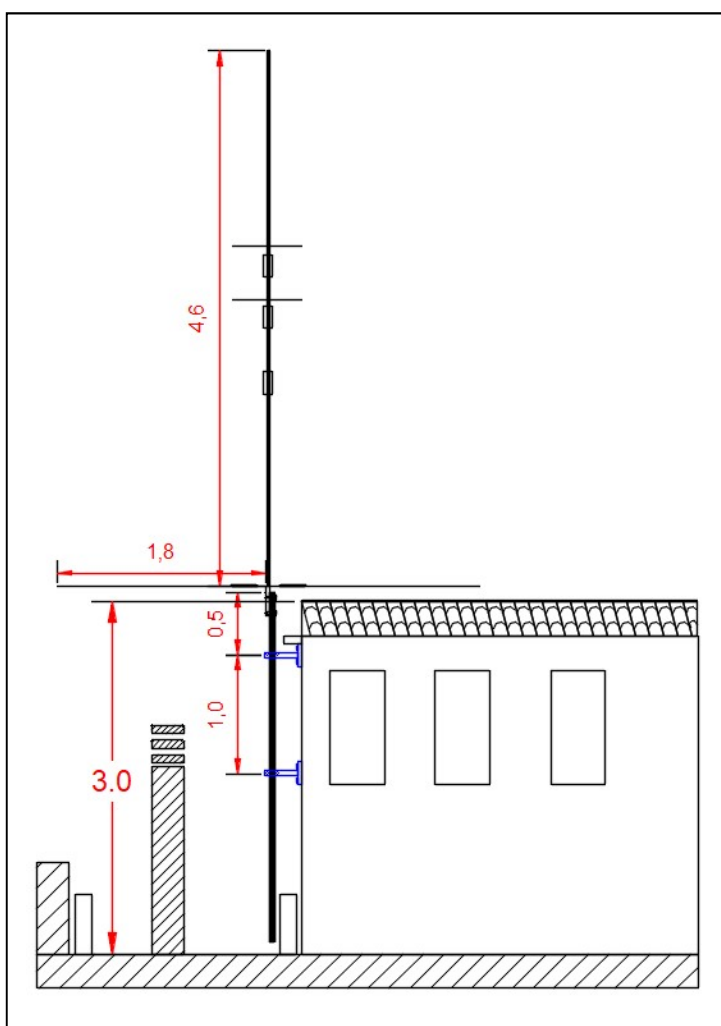
$$0,48 \text{ m} \times 0,03 \text{ m} \times 3 = 0,043 \text{ m}^2$$

Como la longitud total del radiante es de 4,6 m, si suprimimos las longitudes de dichas cargas, la restante será, aproximadamente:

$4,6 \text{ m} - 3 \times 0,48 \text{ m} = 3,16 \text{ m}$ que, con un diámetro de 2 cm suponen una superficie de:

$$3,16 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} = 0,06 \text{ m}^2$$

Sumando ambas superficies, nos da un total, para el



radiante vertical de:

$$\text{Sup. radiante vertical} = 0,043 \text{ m}^2 + 0,06 \text{ m}^2 = 0,105 \text{ m}^2$$

Superficie de los radiales

Como tienen diversos tipos de trampas, según los radiales que sean, tomaremos un diámetro medio entre las trampas y el propio radial, que consideraremos de 0,25 mm

$$\text{Superficie de los radiales: } 4 \times 1,8 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} = 0,180 \text{ m}^2$$

Superficie del mástil en voladizo:

$$\text{Sup. mástil en voladizo: } 0,045 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,023 \text{ m}^2$$

Resistencia al viento del conjunto antena y mástil en voladizo:

La presión del viento a la velocidad establecida por el fabricante, que es 40 m/seg es de 980 N/m^2 , pero no obstante considero más seguro realizar los cálculos a la presión del viento (P_v) de 1060 N/m^2 que corresponde con una velocidad de 150 Km/h. Si bien puede ser posible que a esta velocidad la antena no mantenga sus características físicas.

CÁLCULO DE LA PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO.

La presión dinámica del viento viene dada por la expresión:

$$P_v = \frac{\delta v^2}{2} \text{ N/m}^2$$

Donde:

P_v es la presión del viento

δ = densidad media del aire: $1,225 \text{ kg/m}^3$

v = velocidad del viento m/s.

Para 150 km/h, $v = 41,66 \text{ m/seg}$

Sustituyendo en la expresión,

$$\mathbf{P_v = 1060 \text{ N/m}^2}$$

Se utilizará un coeficiente eólico de 0,7 y una componente de seguridad en el momento flector del 50%

Cálculos:

¿Qué hay que calcular?

En este caso sencillo hay que calcular el momento flector del mástil en voladizo debido al empuje del viento en la antena y, además, el momento flector en el soporte superior debido al peso de la antena y del mástil, determinando la fuerza que trataría de arrancar el soporte de su sujeción, según sea ésta y tensiones a las que están sometidos los soportes del mástil.

Carga vertical de la antena:

$Q_v = \text{Superficie} \times \text{Presión del viento} \times \text{Coeficiente eólico}$

$$Q_v = 0,105 \text{ m}^2 \times 1060 \text{ N/m}^2 \times 0,7 = 77,9 \text{ N}$$

Carga de los radiales de la antena:

$$Q_r = 0,180 \text{ m}^2 \times 1060 \text{ N/m}^2 \times 0,7 = 133,56 \text{ N}$$

Carga del mástil en voladizo

$$Q_m = 0,023 \text{ m}^2 \times 1060 \text{ N/m}^2 \times 0,7 = 17 \text{ N}$$

Momento flector en el soporte superior del mástil

$$MF = 77,9 \text{ N} \times 2,3 \text{ m} + 133,56 \text{ N} \times 0,5 \text{ m} + 17 \text{ N} \times 0,25 \text{ m} = 250,2 \text{ Nm}$$

Explicación:

Los 2,3 m resultan de la aplicación de la fuerza del viento en el vertical de la antena que, como es una carga distribuida, su punto de aplicación, vamos a considerar en este caso, es el punto medio del vertical. Lo mismo para el mástil en voladizo (0,25m).

Nota: Cuando una antena, en su parte vertical no lleva bobinas de carga, sino que se trata de una antena de cierta longitud y de diámetro cada vez menor, el punto de aplicación de dicha fuerza es, aproximadamente, a 1/3 de la base de la antena por ser considerada su superficie enfrentada al viento similar a un alto triángulo isósceles.

Suponiendo un margen de seguridad del 50%, nos daría un Momento Flector máximo de:

$$250,2 \text{ Nm} \times 1,5 = \mathbf{375,3 \text{ Nm}}$$

Que, para un mástil de 3000x45x2 mm de acero galvanizado, cuyo momento flector máximo es de 656 Nm, puede establecerse que el mástil **CUMPLE**.

Esfuerzos en los soportes del mástil

Llamemos Ra a la reacción en el soporte superior y Rb a la reacción en el soporte inferior. La suma de momentos en dichos soportes debe igualarse, así pues:

$$250,2 \text{ Nm} = R_b \text{ N} \times 1 \text{ m}, \text{ de donde } R_b = 250,2 \text{ N}$$

Así pues, en el soporte superior habrá una reacción de:

$$R_a = 77,9 \text{ N} + 133,56 \text{ N} + 17 \text{ N} + 250,2 \text{ N} = 478,6 \text{ N}$$

Si ambos soportes están realizados con anclajes sujetos a paramento vertical con anclajes HILTI, usando taco químico o anclaje metálico (ver cuadro), quedan garantizadas las sujeciones del mástil.

Fuerza vertical que se produce en los soportes:

Peso del material: Peso de la antena + peso del mástil

Peso del material: 5 kg + 2,5 kg = 7,5 kg, así que, aproximadamente habrá un peso en cada soporte de unos 4 Kg.

Justificación de los soportes del mástil.

Los soportes del mástil están formados por dos unidades marca Televés, modelo 2401, en "L", con 4 tornillos expansivos de 10 mm y penetración 6 mm en taco químico HILTI, tienen una resistencia, según fabricante de 1 kN cada uno, o más, según sea la instalación utilizando estos productos.



HILTI				
ANCLAJE QUÍMICO		Valores en kN		
		N _{Rd}	V _{Rd}	
LADRILLO HUECO + HIT-HY20	HIT - AN	1,0	1,0	
	HIT - IG	1,0	1,0	
ANCLAJE METÁLICO				
LADRILLO MACIZO	HLC - H	M6	1,0	1,8
HORMIGÓN		M8	1,5	3,2
PIEDRA NATURAL		M10	2,0	5,2
ANCLAJE METÁLICO DE SEGURIDAD				
HORMIGÓN	HSL-3 --> M12 X 97 mm		11,1	17,8



Comentarios a la presentación de la memoria técnica

En la lista de materiales hay que relacionar cada componente con marca y modelo. No es necesario diagramas de radiación, de atenuación de la línea ni nada de eso. Si quieres poner fotos de los soportes (de los catálogos), vale. Hay que detallar la instalación de la Línea de Alimentación de la antena, es decir, cómo se sujeta al mástil, cómo discurre por la ubicación de la antena y por donde transcurre hasta la ubicación de la estación.

Poner la portada de información de la antena del fabricante, donde pone las dimensiones, nada más debe ser necesario.

Decir que el mástil estará conectado a la toma de tierra del edificio con un cable de malla de 35 mm² conectado a la toma de tierra del edificio más próxima (pero yo no conectaría la malla del coaxial a la TT del edificio ni de la vivienda, ni por asomo).

El mástil debe estar tapado por arriba para evitar resonancias sonoras.

Decir que la línea de alimentación está constituida por xx metros de cable coaxial tipo RG213 o similar, sujeta con bridas anti UV al mástil y entrará a la vivienda discuriendo por el patio interior.

En el plano de planta, poner que la antena de TV está, al menos a 5,3 metros de la antena.

Si se ponen riostras, de cuerda Dyneema, luego, al terminar, tienen que estar marcadas con algún objeto visible (plásticos o algún elemento reflectante y visible) por si pueden pasar personas cerca.

Nota Importante: No me hago responsable del uso de esta información. Estos cálculos son únicamente informativos, no son válidos para ser considerados oficiales, ni profesionales, ni de otra índole. Diego, EA1CN

Agradecimientos:

Luis Ignacio, EA4DTP

Bibliografía:

Catálogos de Televés, Hilti, Mastrant