

INFORME 516-4

INTENSIDAD DE CAMPO RESULTANTE DE DOS O MÁS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

(Cuestión 44/10, Programa de Estudios 44A/10)

(1970-1978-1982-1986-1990)

Se han realizado en Italia [CCIR, 1966-69] y en la República Popular Húngara [CCIR, 1978-82] algunos trabajos destinados a estudiar la composición de varios campos electromagnéticos estables en un mismo punto.

1. Intensidad de campo resultante de dos campos electromagnéticos estables

Si en un punto del espacio se consideran los dos campos E_1 y E_2 , de frecuencias diferentes:

$$E_1 = A \cos \omega t \quad (1)$$

$$E_2 = B \cos [(\omega + \Delta\omega)t + \varphi] \quad (2)$$

donde A , B , ω , $\Delta\omega$ y φ son constantes en el tiempo, y si además se suponen los dos campos polarizados en la misma dirección, la amplitud instantánea del vector que representa el campo resultante es:

$$E = \sqrt{A^2 + B^2 + 2 AB \cos (\Delta\omega t + \varphi)} \quad (3)$$

El valor medio de E en el periodo $T = 2 \pi/\Delta\omega$ es:

$$E_R = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0 + T} E(t) dt = Af (A/B) \quad (4)$$

La componente de frecuencia $\Delta\omega$ de E para el mismo periodo es:

$$E_{\Delta\omega} = \left(\frac{2}{T}\right) \int_{t_0}^{t_0 + T} E(t) \cos(\Delta\omega t + \varphi) dt \quad (5)$$

Si se designan por E_1 , E_2 , $(E_1 + \Delta R)$ y $(E_2 + \Delta E)$ los valores de, respectivamente, A , B , E_R y $E_{\Delta\omega}$ expresados en $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$, y suponiendo $E_1 \geq E_2$, puede representarse gráficamente, en función de $(E_1 - E_2)$, los valores de ΔR , tal y como se observa en un medidor de intensidad de campo, y los de ΔE . Se obtienen así las curvas de la fig. 1 (de trazo continuo) y de la fig. 2.

La curva de trazo interrumpido de la fig. 1 se obtiene calculando el valor eficaz de las amplitudes de los dos campos:

$$E_R = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (6)$$

Por tanto, para cada valor de $(E_1 - E_2)$ los valores de la primera curva (de trazo continuo) son inferiores siempre a los de la segunda curva. La diferencia máxima es de 0,9 dB para $E_1 = E_2$.

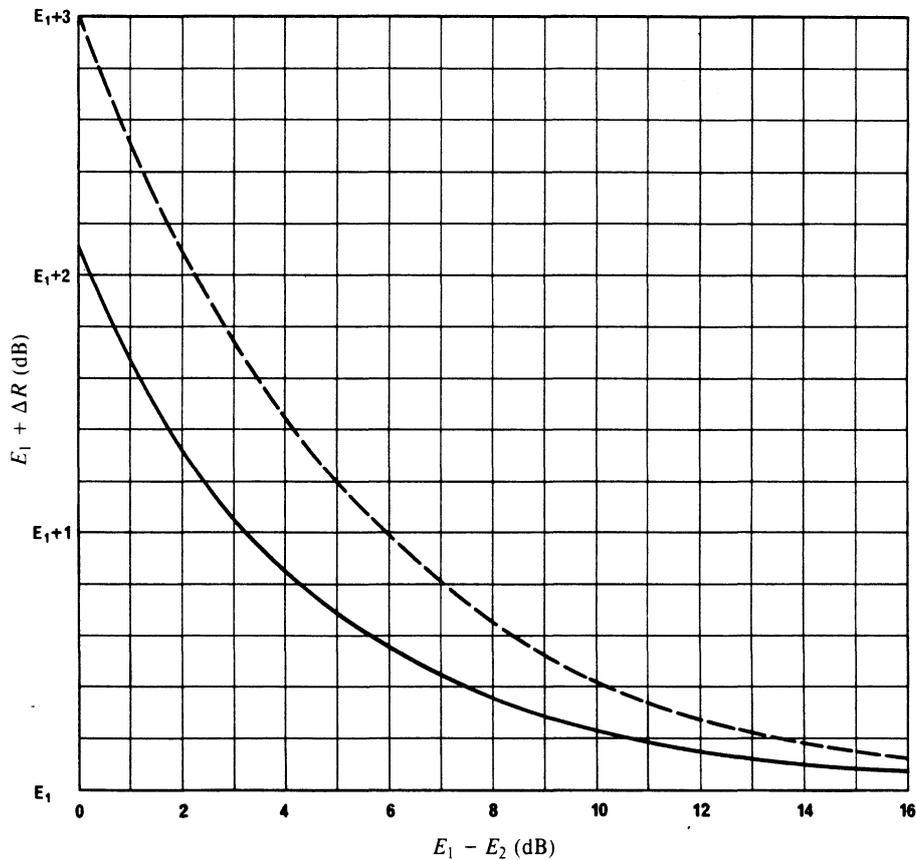


FIGURA 1 - Resultante ($E_1 + \Delta R$) de dos campos electromagnéticos estables ($E_1 > E_2$)

- : Valor indicado por un medidor de campo
- - - : Valor calculado sumando las potencias de las dos señales



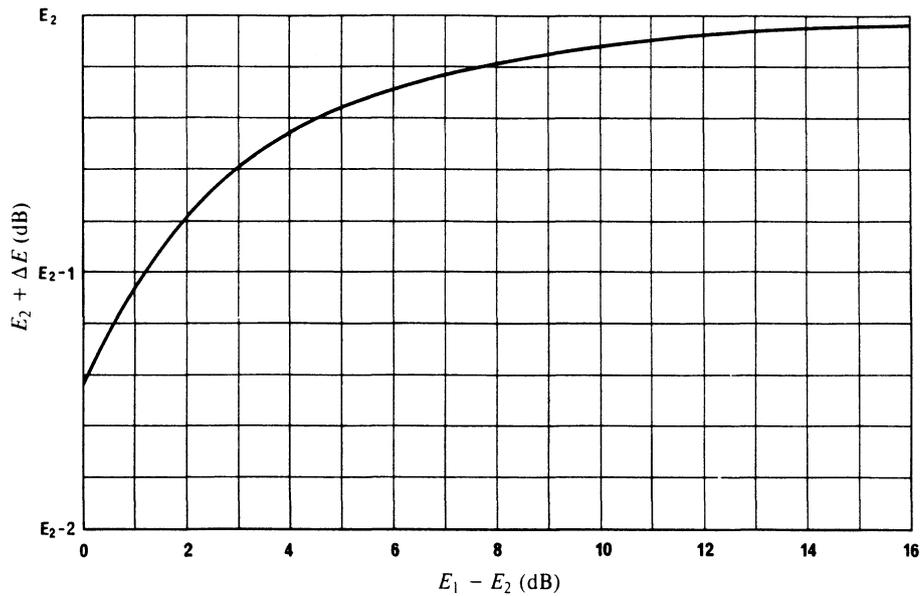


FIGURA 2 - Componente $(E_2 + \Delta E)$ de la resultante de dos campos electromagnéticos estables ($E_1 > E_2$)

2. Campo resultante de tres campos estables

Sean:

$$E_1 = A \cos \omega t$$

$$E_2 = B \cos [(\omega + \Delta\omega_1)t + \phi_1]$$

$$E_3 = C \cos [(\omega + \Delta\omega_2)t + \phi_2]$$

tres campos (con hipótesis análogas a las del caso precedente).

Si se designan por E_1 , E_2 , E_3 , $(E_1 + \Delta R)$, $(E_2 + \Delta E_1)$ y $(E_3 + \Delta E_2)$, respectivamente, los valores de A , B , C , el valor medio y la amplitud de las componentes $\Delta\omega_2$ del vector que representa la resultante, expresados en $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$, y suponiendo $E_1 \geq E_2$ y $E_1 \geq E_3$, pueden representarse gráficamente las curvas que dan los valores de ΔR y de ΔE_1 , ΔE_2 , en función de $(E_1 - E_2)$ y de $(E_1 - E_3)$.

Los resultados obtenidos se indican en las figs. 3 y 4.

Se ve, por ejemplo, que cuando $E_1 = 63$ dB, $E_2 = 62$ dB y $E_3 = 60$ dB, se tiene: $\Delta R = 2,8$ dB, $\Delta E_1 = 3,7$ dB y $\Delta E_2 = 3$ dB.

Para más información sobre las mediciones de ΔE , ΔE_1 y ΔE_2 véase el Informe 273.

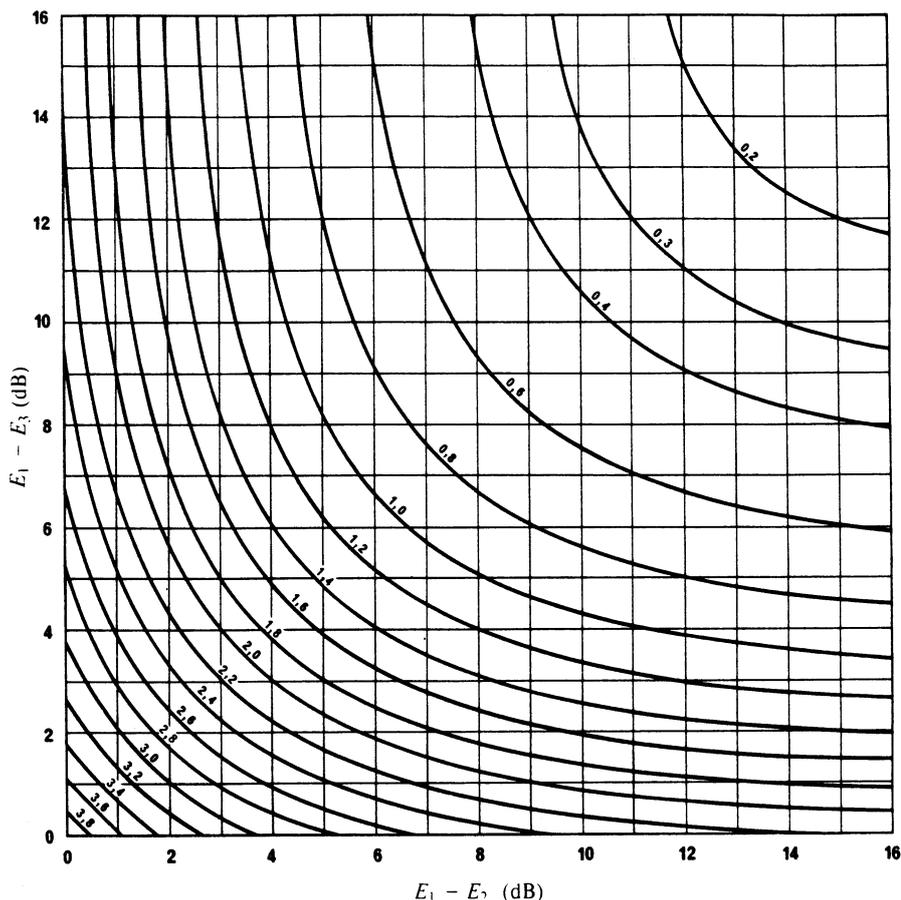


FIGURA 3 - Familia de curvas ($E_1 + \Delta R$) resultante de tres campos electromagnéticos estables ($E_1 > E_2, E_1 > E_3$)

3. Valores medios de la intensidad de campo resultante de transmisores sincronizados en ondas decamétricas

Según investigaciones realizadas en la URSS [CCIR, 1986-90] a fin de determinar la relación señal/interferencia con fines de planificación cuando se operan sincronizadamente dos estaciones de radio que arrojan unos valores medianos de la intensidad de campo E_1 y E_2 en el punto de recepción, la media de la señal sumá puede obtenerse sumando a la más intensa de las señales E_1 y E_2 , los valores de ΔE_S que se indican en el cuadro siguiente:

Valor absoluto de la diferencia	0	1	2	3	4	5	6	7
$ E_1 - E_2 $, dB								
ΔE_S , dB	4	3,7	3,3	2,8	2,2	1,8	1,4	1,1

Para un valor de $|E_1 - E_2| \geq 8$ dB, el incremento real es menor de 1 dB y equivale, prácticamente, a la suma aritmética de las potencias de las señales entrantes. Los valores de ΔE_S que se indican corresponden a la desviación típica total para desvanecimientos lentos, es decir, de -6 dB.

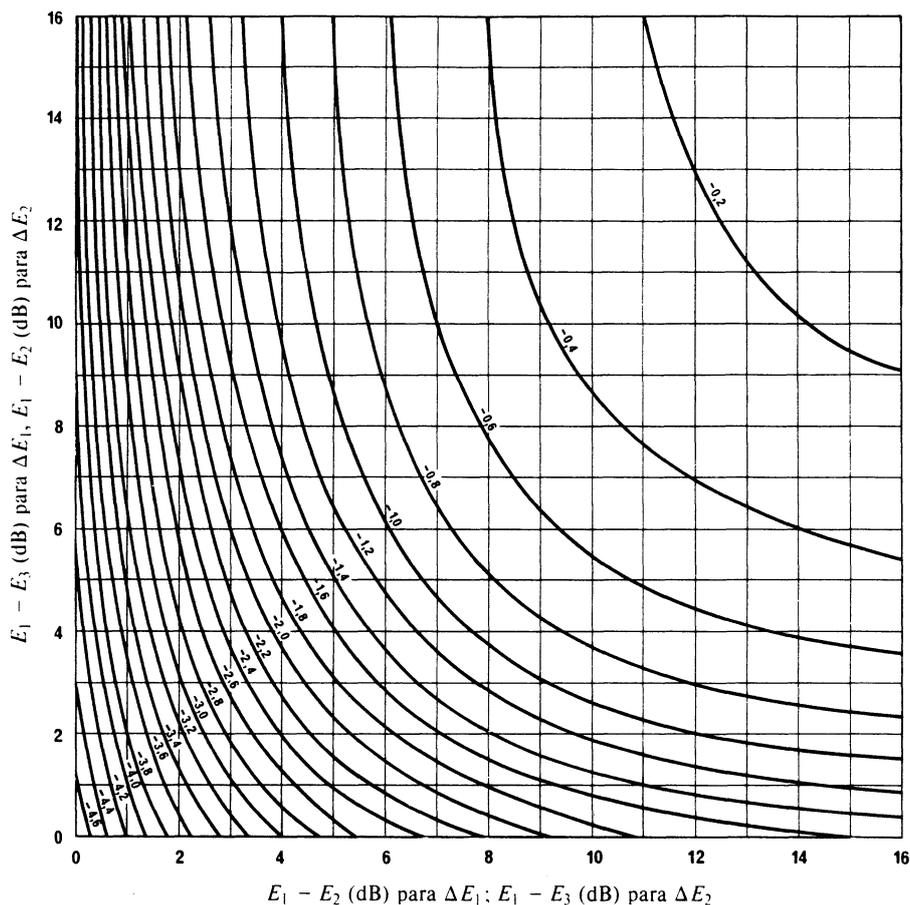


FIGURA 4 - Familia de curvas $(E_2 + \Delta E_1)$ y $(E_3 + \Delta E_2)$ de la resultante de tres campos electromagnéticos estables

4. Resultados experimentales

Diversas mediciones de intensidad de campo efectuadas en el Centro de Comprobación Técnica de la RAI, en Monza y en la estación húngara de comprobación técnica en Tárnok permiten deducir lo siguiente:

- si se considera el caso de dos o tres transmisiones cocanal en ondas hectométricas con modulación de amplitud,
- si se supone que la diferencia entre las frecuencias de las portadoras es como mínimo de algunos Hz,
- si las señales en el punto de recepción son estables,

se puede admitir que el valor medido del campo resultante es, con una aproximación de 0,2 dB, el que se deduce de las curvas de trazo continuo de las figs. 1 a 4, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1966-69]: X/56 (Italia).

[1978-82]: 1/143, 10/198 (Húngara (República Popular)).

[1986-90]: 10/253 (URSS).

BIBLIOGRAFÍA

FENTON L.F. [1960]. The sum of log-normal probability distributions in scatter transmission systems, IRE Trans, CS-8.