Práctica 6: Caracterización de las reflexiones en el suelo

Objetivo

Evaluar el impacto que produce en un radioenlace la reflexión especular en el suelo.

Material

Generador RF, detector de potencia lineal, dos antenas idénticas, cableado y adaptadores, ordenador con MATLAB y toolbox de antenas.

Base teórica

La Figura 1 muestra un esquema en el que se puede ver un radioenlace con antenas idénticas perturbado por la influencia de las reflexiones en el suelo. En general, en incidencia oblicua el módulo del coeficiente de reflexión $\Gamma = |\Gamma|e^{j\varphi}$ dependerá del ángulo de incidencia θ y de la polarización de la antena con respecto al plano de tierra. No obstante, para simplificar el modelo asumiremos que se han establecido unas condiciones de medida en donde se trabajará a una polarización fija, y en donde la dependencia de Γ con θ es despreciable. De este modo haremos de la aproximación de que Γ es independiente de la altura de las antenas respecto al suelo. En general, la tensión en circuito abierto inducida por la onda de espacio en la antena receptora puede determinarse como la suma de las tensiones en circuito abierto inducidas por la onda directa y la onda reflejada. Para las condiciones establecidas esta suma adopta una expresión matemática sencilla,

$$V_{ca}(\theta) = V_{ca}^{d} + V_{ca}^{r}(\theta) \propto D(0°)\frac{e^{jkR_1}}{R_1} + D(\theta)\Gamma\frac{e^{jkR_2(\theta)}}{R_2(\theta)}$$
$$= D(0°)\frac{e^{jkR_1}}{R_1}\left[1 + \frac{R_1}{D(0°)}D(\theta)\Gamma\frac{e^{j[k(R_2(\theta)-R_1)]}}{R_2(\theta)}\right]$$

Llamaremos K_{DR} al factor $K_{DR}(\theta) := R_1 D(\theta)/D(0°)R_2(\theta)$

Incluyendo este factor se obtiene $V_{ca}(\theta)/V_{ca}^{d} = 1 + K_{DR}(\theta)\Gamma e^{j[k(R_2(\theta)-R_1)]}$

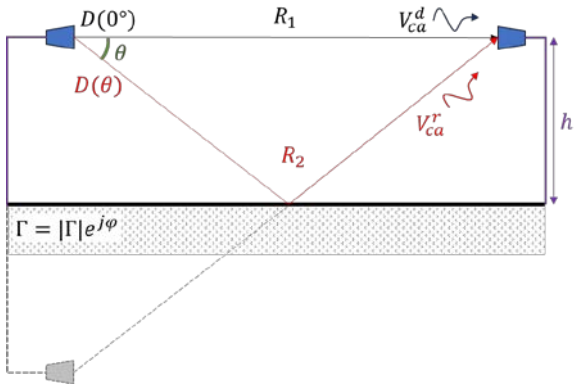


Figura 1. Efecto de las reflexiones en el suelo sobre la transmisión en un radioenlace

Consideremos ahora el caso particular de una antena con una directividad independiente del ángulo θ. En este caso se simplificaría el cálculo de $K_{DR}(\theta)$: $K_{DR}(\theta) \approx R_1/R_2(\theta)$. En estas circunstancias el cociente $V_{ca}(\theta)/V_{ca}^d$ se hace independiente de la directividad de las antenas.

Utilizando detectores de potencia lineales, la relación de voltajes obtenida se puede expresar en términos de la relación de potencias medidas como

$$V_{ca}(\theta)/V_{ca}^d = (P_{ca}(\theta) - P_{ca}^d)\Big|_{dB} = P_{ca}(\theta)\Big|_{dBm} - P_{ca}^d\Big|_{dBm} \approx 1 + \Gamma\frac{R_1 e^{jk[R_2(\theta)-R_1]}}{R_2(\theta)}$$

Tareas a realizar

1. Realizar el montaje de la Figura 1 con las antenas suministradas y medir la distancia entre las mismas. Retirar la base reflectora. Medir el valor de la potencia de referencia correspondiente a V_{ca}^d .

   Medidas realizadas:

2. Instalar la base reflectora y realizar las medidas de la potencia de referencia para $V_{ca}(\theta)$ en el rango de alturas que indicará el profesor. Calcular el factor $V_{ca}(\theta)/V_{ca}^d$ suponiendo que $\Gamma = -1$ y representar gráficamente el módulo de este factor en función de la altura (valor calculado y valor medido en la misma gráfica).

   Adjuntar gráfica obtenida:

3. Analizar las posibles discrepancias de las medidas con la expresión teórica de $V_{ca}(\theta)/V_{ca}^d$, comentando las fuentes de error que se consideren más importantes.

   Respuesta:

4. Determinar mediante un script de MATLAB cuanto debería valer el coeficiente de reflexión para minimizar las discrepancias entre la simulación y la medida.

   Adjuntar script, valor optimizado de Γ en módulo y fase, y gráfica donde se realice la comparación entre simulación y medida con el nuevo valor de Γ: