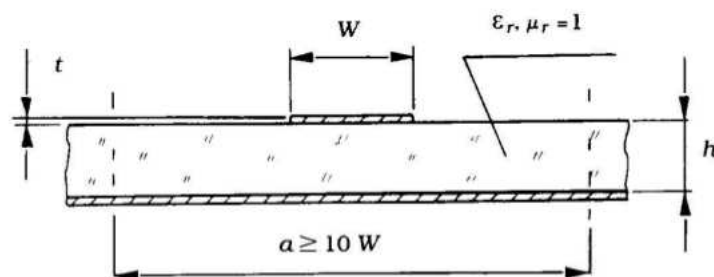


1. Zadanie 6

1.1. Treść

Zaprojektować niesymetryczną linię paskową, rys 1.1, o impedancji charakterystycznej $Z_0 = 50 \Omega$. Podłoże linii stanowi dielektryk o $\epsilon_r = 2.56$, $\mu_r = 1$ i grubości $h = 1.4 \text{ mm}$. Obliczenia wykonać, przy założeniu, że grubość przewodu wewnętrznego $t = 0.0035 \text{ mm}$. Obliczyć długość fali w tak zaprojektowanej linii wiedząc, że jej częstotliwość $f = 1.5 \text{ GHz}$.



Rysunek 1.1: Niesymetryczna linia paskowa

1.2. Rozwiązanie

1.2.1. Szerokość linii

Niesymetryczna linia paskowa, ze względu na niezwykle łatwe i tanie wytwarzanie, jest jedną z najpopularniejszych przewodnic falowych. Pomimo swojej popularności ciągle nie są znane analityczne zależności projektowe. Dlatego na potrzeby projektu posłużono się wzorami zawartymi w [?].

Rozwiązanie zadania polega na znalezieniu szerokości paska, jaki będzie tworzył linie o wymaganej impedancji. W tym celu należy numerycznie rozwiązać równanie:

$$Z_0(u, f) - Z_0 = 0 \quad (1.1)$$

gdzie:

Z_0 - wymagana impedancja

$u = \frac{W}{h}$ - stosunek od którego zależy impedancja

f - częstotliwość pracy

Impedancje linii oblicza się wzorem:

$$Z_0(u, f) = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{ef}(f)}} \ln \left[\frac{f(u)}{u} + \sqrt{1 + \left(\frac{2}{u} \right)^2} \right] \quad (1.2)$$

Pomocnicze równania niezbędne do obliczenia impedancji zawarte są w [?].

Należy zwrócić uwagę na to, że wzór 1.2 jest słuszny w przypadku gdy przewód wewnętrzny jest nieskończenie cienki $t = 0$. Gdy chcemy uwzględnić grubość paska należy od u dla którego równanie 1.1 jest spełnione odjąć poprawkę:

$$\Delta u = \frac{t}{2\pi h} \ln \left(1 + \frac{4eh}{t \operatorname{cth}^2 \sqrt{6.517u}} \right) \left(1 + \frac{1}{\operatorname{ch} \sqrt{\epsilon_r - 1}} \right) \quad (1.3)$$

Uwzględniając to wszystko zadanie rozwiązano korzystając z algorytmu Newtona-Raphsona napisanego dla poprzednich zadań. Wartość szerokości paska w dla którego impedancja wynosi 50Ω wynosi $w = 3.90022750273 \text{ mm}$.

1.2.2. Długość fali

Pole elektromagnetyczne w niesymetrycznej linii paskowej rozchodzi się, częściowo poprzez dielektryk a częściowo w powietrzu. Dlatego należy obliczyć efektywną przenikalność dielektryczną:

$$\epsilon_{eff}(u, f) = \frac{\epsilon_{eff}(u, 0) + \epsilon_r p(u, f)}{1 + p(u, f)} \quad (1.4)$$

$$\epsilon_{eff}(u, 0) = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{10}{u} \right)^{-a(u) \times b(\epsilon_r)} \quad (1.5)$$

Mając obliczoną efektywną przenikalność elektryczną można obliczyć długość fali rozchodzącej się w linii.

$$\lambda = \frac{c_{osr}}{f} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{eff}} \times f} \quad (1.6)$$

Dla wartości określonych w treści zadania długość fali rozchodzącej się w zaprojektowanej linii wynosi: $\lambda = 13.6746810073 \text{ cm}$.