

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	3
2.1. Travelling-wave kinetic inductance parametric amplifier	3
2.2. Amplificación paramétrica	3
2.2.1. Mezclador de cuatro ondas	4
2.2.2. Efecto Kerr	5
2.2 Efecto Kerr Óptico	5
2.2.3. Cancelación de bombeo	10
2.3. Teoría de superconductores	10
2.3.1. Inductancia cinética	11
2.4. Filtros en microondas	14
2.4.1. Guía de onda coplanar	16
2.4.2. Microstrip	19
2.4.3. Impedancia superficial en líneas superconductoras	21
2.5. Línea microstrip en HFSS	23
2.6. Resumen capítulo	26
3. Implementación	27
3.1. Relación de dispersión	27
3.1.1. Diseño filtro periódico en microstrip	31
3.2. Ecuaciones de acoplamiento	33
3.3. Diseño de línea superconductora en HFSS	36
3.3.1. Replicación de resultados	36
3.3.2. Pérdidas en una línea superconductora	38
3.3.3. Microstrip invertida a $50[\Omega]$	43
3.4. Resumen del capítulo	44
4. Conclusiones	45
4.1. Objetivos generales y específicos	45
4.2. Problemas durante el trabajo	45
5. Bibliografía	47

Índice de figuras

2.1.	El péndulo oscila a una frecuencia natural ω , mientras que la cuerda oscila a una frecuencia 2ω , esto produce el efecto de amplificación paramétrica [4].	4
2.2.	Esquema de entradas con frecuencias f_{pump} , f_{signal} y salidas f_{pump} , f_{signal} y f_{idler} para el mezclador de cuatro ondas [5].	4
2.3.	Esquema ilustrativo del efecto de la línea periódica, este representa la diferencia de la constante de propagación de la línea y la dispersión lineal k_0 , donde la frecuencia ω_p se encuentra en en una banda de propagación, mientras que la frecuencia $3\omega_p$ es bloqueada [2].	9
2.4.	Filtro periódico de líneas de transmisión con entradas V_n y I_n , y salidas V_{n+1} y I_{n+1} , donde los Z_j representan la matriz de impedancias de la línea j	14
2.5.	Esquema de una línea de onda coplanar, donde h_1 y h_2 son las alturas de los sustratos de permitividad relativa ϵ_{r1} y ϵ_{r2} respectivamente, h_3 y h_4 son las distancias entre los sustratos y las cubiertas metálicas, W es la distancia entre la tierra y la pista conductora y S es el ancho de esta. [16].	17
2.6.	Figura de una línea en microstrip, el cual tiene una línea conductora de largo L , ancho W y espesor d . Un sustrato de altura H con una permitividad relativa ϵ_r y una tangente de pérdidas de ángulo δ y en la capa inferior un plano de tierra [17].	20
2.7.	Menú de la opción Impedance, utilizando el comando pwl para definir una impedancia superficial [24].	24
2.8.	Menú donde se muestran las propiedades necesarias para caracterizar el material [25].	25
3.1.	Filtro utilizando un modelo de líneas de transmisión, donde las características de las líneas están representadas por el subíndice u o <i>unloaded</i> y las perturbaciones por el subíndice l o <i>loaded</i>	28
3.2.	Relación de dispersión del filtro periódico obtenida utilizando los parámetros de la tabla 3.2.	29
3.3.	Relación de dispersión del filtro periódico en AWR usando las medidas de la tabla 3.2.	30
3.4.	Modelo 2D del filtro microstrip en AWR.	31
3.5.	Relación de dispersión del filtro periódico en <i>Wolfram Mathematica</i> usando microstrip con los parámetros de la tabla 3.3.	32

3.6. Relación de dispersión del filtro periódico en AWR usando microstrip con los parámetros de la tabla 3.3.	32
3.7. Amplitudes de las señales pump A_p , signal A_s e idle A_i a lo largo de un resonador de 4[mm] para una frecuencia de 5[GHz], una ganancia de 19[dB] y $\Delta\theta = 4.7$ [rads].	34
3.8. (Izquierda:) Ganancias para distintos valores de $\Delta\theta$ sin dispersión ($\Delta\beta = 0$). (Derecha:) Ganancia para distintos valores de dispersión con $\Delta\theta = 3$ [rads] [9].	34
3.9. Ganancia obtenida usando las ecuaciones (2.26), (2.27) y (2.28), con $\Delta\beta = k_s + k_i - 2k_c$ (Izquierda:) Utilizando $k_c = k_p$, con f_p la frecuencia de corte de la relación de dispersión de k_s . (Derecha:) Usando $k_c = k'_p$, donde f'_p es la frecuencia de corte de k_i [2].	35
3.10. Modelo en HFSS de una SML, utilizando una línea de cuatro caras, cada una con una impedancia superficial obtenida en mediante la ecuación (3.6) [21]. .	36
3.11. Comparación con los resultados del SML con un sustrato SiO_2 para la figura 6 (izquierda) y 11 (derecha) de V. Belitsky [21].	37
3.12. Impedancia de la línea en microstrip utilizando los datos de la tabla 3.6. . . .	37
3.13. Transmisión $S(2, 1)$ usando un sustrato aSi para largos entre 50 a 400[μ m] y frecuencias de 5, 10, 15 y 20[GHz], con $\tan \delta$ de 200×10^{-6} y 1000×10^{-6} . . .	39
3.14. Impedancia de la línea superconductor en microstrip con SiN y utilizando los parámetros de la tabla 3.6.	40
3.15. Transmisión $S(2, 1)$ usando un sustrato SiN para largos entre 50 a 400[μ m] y frecuencias de 5, 10, 15 y 20[GHz], con $\tan \delta$ de 200×10^{-6} y 1000×10^{-6} , el resto de las medidas se encuentra en la tabla 3.6.	41
3.16. Pérdidas por metro para distintas tangentes de pérdidas para una microstrip invertida en sustrato aSi y SiN, para el resto de los parámetros se utilizó la tabla 3.6.	42
3.17. Modelo de la microstrip invertida de línea superconductor utilizada [28]. . .	42
3.18. Microstrip invertida superconductor utilizando los datos de la tabla 3.7 para obtener una impedancia de 50[Ω].	43

Índice de tablas

2.1. Condiciones de borde más importantes para el modelo de líneas microstrip en HFSS.	24
3.1. Medidas dependientes del filtro en microstrip.	29
3.2. Medidas para la relación de dispersión con frecuencia de corte $f_p = 7,44[GHz]$	29
3.3. Medidas del filtro utilizando línea en microstrip.	31
3.4. Medidas del filtro usando las ecuaciones de Schneider, Hammerstad y Jensen.	31
3.5. Medidas del filtro utilizando línea en microstrip utilizando la herramienta TXLine.	31
3.6. Medidas de la microstrip para el aSi y el SiN.	37
3.7. Medidas de la microstrip invertida con impedancia característica de $50[\Omega]$	43