

OSCILADOR BASEADO EM RESSOADOR DE ANEL DIVIDIDO COMPLEMENTAR PARA GERAÇÃO DE RADIOFREQUÊNCIA EM 3,6 GHz

Henrique Orlando Régis de Castro¹; José Osvaldo Rossi²; Joaquim José Barroso³; Lauro Paulo da Silva Neto⁴;

¹INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – henrique.castro@inpe.br

²INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – jose.rossi@inpe.br

³INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – jose.barroso@inpe.br

⁴INPE - Universidade Federal de São Paulo – lauro.paulo@unifesp.br

Resumo: Os ressoadores em anel dividido (Split Ring Resonators – SRR) e suas estruturas complementares (Complementary Split Ring Resonators – CSRR) destacam-se em aplicações de micro-ondas devido à elevada seletividade em frequência, alto fator de qualidade (Q), miniaturização e controle preciso do comportamento eletromagnético. Tais características tornam essas estruturas particularmente atrativas para a implementação de osciladores de radiofrequência compactos e de alto desempenho, empregados em sistemas de comunicações, radares e aplicações espaciais. Este trabalho apresenta um oscilador baseado em CSRR para operar na faixa de frequência da 3,56 GHz. O layout da placa foi desenvolvido de forma a ter as menores perdas parasitas e maior estabilidade em frequência. As etapas de projeto e validação foram conduzidas por meio de simulações eletromagnéticas no software CST Studio Suite, assegurando a análise detalhada das distribuições de campo, do fator de qualidade e da resposta em frequência antes da implementação física. Neste trabalho, foram introduzidas melhorias no circuito de polarização e nos filtros do tipo stub em microfita, visando aprimorar o isolamento da alimentação e reduzir interferências indesejadas. Também foi reduzido o comprimento das trilhas entre o Coletor do transistor e a saída de RF e a área do GND do lado do circuito, diminuindo as perdas por distância e de acoplamento com o Terra. Foram removidos cantos de 90° que fez com que reduzisse as descontinuidades de impedância, minimizasse as reflexões e radiação parasita, melhorando a integridade do sinal. O circuito foi implementado em placa de circuito impresso com substrato de baixa perda dielétrica, contribuindo para a estabilidade térmica e redução de perdas. Como resultado dessas otimizações, observou-se redução significativa do ruído de fase, evidenciando maior pureza espectral do sinal gerado. Adicionalmente, verificou-se melhoria do ruído de fase -90dBc/Hz e fator de mérito (FOM) da ordem de -137 dBc/Hz, refletindo o equilíbrio entre frequência de operação, potência de saída e ruído de fase. Os ensaios experimentais confirmaram a geração estável de sinal em 3,56 GHz, com potência de pico de saída na ordem de 9,4 dBm e comportamento espectral compatível com aplicações em micro-ondas de alta exigência. Os resultados demonstram que a arquitetura baseada em CSRR, quando devidamente otimizada, constitui uma alternativa promissora aos osciladores convencionais, oferecendo vantagens como miniaturização, eficiência energética e superior controle espectral. O presente trabalho demonstra o desenvolvimento de osciladores compactos e de alto desempenho para sistemas de comunicações, radares e aplicações espaciais.



Palavras-chave: Ressonador em Anel Dividido Complementar; Oscilador de RF; Banda S; Satélite; Radar; Micro-ondas; Telecomunicações.