



Editorial

O Jornal da AMRAD procura ser mais um meio de comunicação entre os sócios desta associação. O Jornal tem uma periodicidade trimestral e tem por objetivo dar a conhecer os trabalhos

desenvolvidos por associados da AMRAD ou por convidados externos, na sua atividade profissional, ou outra.

A Direcção da AMRAD

Notícias AMRAD

Destacam-se, aqui, alguns dos envolvimento da AMRAD ocorridos no segundo trimestre de 2013:

- 5/4 – É divulgado o “Flyer” do ISTnanosat.
- 8/4 – Cerca de 100 alunos das Escolas das Taipas e da Quinta do Marquês visitaram o CSSCEP onde participaram nas experiências de ARDF, *wireless energy* e comunicações por satélite.
- 13/4 – A Direcção da AMRAD, representada pelo Presidente e Vice-Presidente, aceitou o convite oficial da CMO para estar presente na inauguração do *Skate Park* de Oeiras.
- 15/4 – Direcção da AMRAD aprova regulamento das Actividades Temáticas de apoio à Direcção, propostos pelos coordenadores dessas actividades.
- 30/4 – A Direcção da AMRAD delega nos colegas Rui Rocha e Mariano Gonçalves a presença numa entrevista da TSF sobre o ISTnanosat, incluído nas actividades da AMSAT-CT.
- 14/5 – Rui Rocha e Mariano Gonçalves são entrevistados pela TSF sobre o projecto ISTnanosat.
- 23/5 – Cerca de 50 antigos alunos do IST, que agora são notáveis figuras da sociedade, jantaram nas instalações do IST Taguspark e visitaram o CSSCEP deixando manifestações de apreço pelo nível da estação.
- 6/6 – O Presidente da Direcção participa na reunião de coordenadores realizada na estação CS5REO, na Outurela. Entre os presentes gera-se o consenso sobre a participação benéfica da AMRAD nos eventos Ciência Viva e Verão na Técnica.
- 7/6 – O coordenador Geral das Actividades, Mariano Gonçalves, comunica à Direcção que a AMRAD não deve participar nos eventos Ciência Viva e Verão na Técnica.
- 17/6 – A Direcção decide participar no programa Ciência Viva, INCISTA, organizado pelo INESC-ID, que se realiza na semana de 1 a 5 de Julho, nas instalações do IST Taguspark, ao abrigo dos protocolos celebrados com o IST e com o INESC-ID.
- 17/6 – A AMRAD decide participar no programa Semana Técnica, que trará ao IST Taguspark cerca de 400 alunos do ensino secundário de todo o país, sendo responsável por um dos 10 módulos sendo a AMRAD responsável pela leccionação de 90 horas durante 2 semanas.

Destaque

Antenas invisíveis

Neste número do Jornal da AMRAD, apresenta-se uma solução encontrada pelo nosso colega Fernando Roque, CT7ABI para resolver o problema, muito frequente, de colocação das antenas necessárias ao funcionamento regular de uma estação de radioamador, sem degradar os aspetos paisagísticos e ambientais a que as antenas por vezes obrigam.

Este colega consegue um desempenho notável com as antenas colocadas debaixo do telhado, ficando, assim, invisíveis sem, contudo, degradar muito o seu desempenho radioelétrico nas bandas de frequência em que opera.

O colega CT7ABI é um aficionado da radiastronomia e, neste caso, pode afirmar-se que tem as antenas apontadas para o telhado, que sendo transparente às ondas de rádio, estão também apontadas aos astros, e consegue desempenhos notáveis.

Para um aficionado radioamador criativo há sempre uma solução para resolver os obstáculos encontrados como é exemplificado neste trabalho do colega Fernando Roque.

Atividade e Passividade

Estamos habituados a componentes eléctricos passivos como sendo os componentes que só consomem energia e não têm possibilidade de gerar energia ativa disponível. Um circuito construído só com componentes passivos será, obviamente, um circuito passivo e, na prática, não tem possibilidade de produzir ganhos de potência entre uma entrada e uma saída do circuito. Se um circuito não é passivo, tem hipótese de gerar ganhos de potência, chama-se circuito ativo. Este conceito diz respeito a ganhos de potência e não de corrente ou de tensão. Por exemplo, o transformador eléctrico ideal (sem perdas) pode amplificar a tensão mas reduz a corrente na mesma proporção, mantendo a potência transmitida e, por isso, é um componente passivo. Um transistor ou um diodo túnel ou um diodo “gun” podem ter regiões de funcionamento em que apresentam ganhos de potência entre a entrada e a saída e, por isso designam-se por componentes ativos. Um circuito construído com componentes passivos e com um elemento ativo é um circuito ativo e, de um modo geral, usa uma fonte de alimentação de energia para a transformar em potência de saída e obter ganhos de potência no circuito. Com elementos passivos e lineares, que armazenam energia, como uma bobina magnética ou um condensador eléctrico, constroem-se circuitos passivos (filtros) que podem amplificar muito as correntes ou tensões no circuito, mas nunca originam ganhos de potência e, por isso estes circuitos são considerados passivos. Na prática, quer os condensadores quer as bobinas exibem sempre alguma não linearidade com a corrente ou com a tensão e, neste caso pode conseguir-se obter circuitos com ganho de potência entre uma entrada e uma saída do circuito. Neste caso, os ditos componentes passarão a ser ativos. Transformam a energia de uma fonte de energia alternada sinusoidal “pumping power”, que lhe provoca a não linearidade, num ganho de potência entre a entrada e a saída do circuito. Estão nestes casos os amplificadores paramétricos que existem nos domínios magnéticos e eléctrico.

Neste número do jornal da AMRAD apresenta-se um exemplo, notável, de um amplificador paramétrico baseado num “varactor” ou “varicap” realizado em *chip* CMOS pelos nossos associados Prof. João Gões e Prof. João Oliveira.

Moisés Piedade

Índice

Editorial, Destaque e Notícias
Radioamador com antenas invisíveis
Amplificação paramétrica em circuitos de rádio
integrados em tecnologia CMOS

Pag.

1
Fernando Roque 2
João Oliveira e João Gões 3

Radioamador com antenas invisíveis

Fernando Roque¹

Longe vão os tempos em que o radioamador não precisava de pedir autorização aos vizinhos para a instalação das suas antenas no telhado ou terraço. São cada vez mais os radioamadores desafortunados que desistem da atividade, por variadíssimos motivos, tais como o da não autorização de instalação de antenas no seu prédio. Com este artigo, pretendo de alguma forma, apresentar uma solução muito viável para todos aqueles que sentem na pele esta infelicidade.



Fig.1-Antena 40 - 6 m "bigodes de gato".

Esta é a antena de HF 40-6 metros "bigodes de gato", uma antena multibanda de fabrico caseiro instalada num sótão com 10 m por 8 m de um prédio com apenas 3 andares. A antena está montada a 2 m do chão (placa de betão armado, teto do 3º andar) e está fixada nas traves de madeira que sustentam o peso do telhado constituído por telhas de barro.

É constituída por 5 elementos de dipolo com diâmetro de 6 mm de cobre multifilar de baixo teor de oxigénio, dos quais 4 elementos são de meia onda reais respectivamente nas bandas dos 20, 17, 15 e 10 metros. O elemento dipolo da banda dos 40 metros não é de meia onda física mas sim eléctrica através da construção de duas bobinas reductoras instaladas em cada um dos dois elementos do dipolo. Neste caso, teve que ser com bobina reductora, pois meia onda física da banda dos 40 metros são 20 metros de dipolo, 2 elementos de 10 metros cada (elemento ativo e terra), o que seria em termos práticos de instalação impossível, já que a largura máxima deste sótão não excede os 10 metros. O tamanho físico portanto deste elemento é de 9,7 metros, elemento ativo e terra de 4,85 metros cada, mais 15 cm de cada bobina totalizando 30 cm, que somados aos 9,7 metros dão 10 metros de elemento dipolo para a banda dos 40 metros.



Fig.2 Balun 1:1

A bobina (fig.4) constitui-se por 29 espiras de fio de cobre esmaltado de 2 mm enroladas sobre tubo de PVC de 4 cm de diâmetro. Todos os elementos físicos deste dipolo constituem-se como de alta eficiência, mas de baixo ganho. O aumento de ruído não é superior a 2 unidades de S-meter, significando, a 50 Ohms, um aumento de 3 unidades S-meter (0,8 microvolts aos terminais de antena) para 5 unidades S-meter (3,2 microvolts aos terminais de antena).



Fig.4-Pormenor da bobina de carga

O balun é de 1:1 caseiro feito com cobre esmaltado de 2mm enrolado num núcleo de ferrite capaz de operar desde 160 m aos 6 metros.

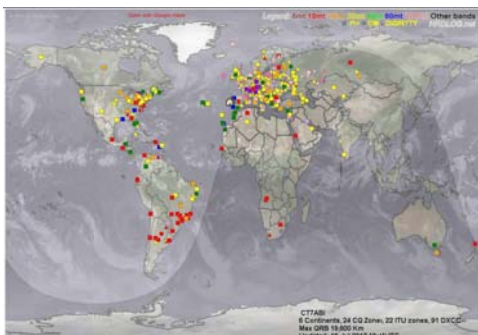


Fig.5 - Mapa HRDlog.net de QSO's DX realizados com a antena instalada no sótão.

	Res no sótão Mhz	Res em TX Mhz	SWR	largura de banda SWR=1.5:1	largura de banda SWR=2.0:1	Largura de banda SWR=1.5:1	Largura de banda SWR=3.0:1
40 Metros	7.102	7.151	1.7:1	--	--	7.096 - 7.208	7.058 - 7.240
20 Metros	14.238	14.300	1:1	14.025 - 14.629	13.790 - 14.850	--	--
17 Metros	18.120	18.090	1.3:1	17.899 - 18.469	--	--	--
15 Metros	21.225	21.186	1.5:1	--	21.031 - 21.379	20.929 - 21.530	--
10 Metros	28.378	28.439	1.4:1	28.369 - 28.491	28.250 - 28.629	28.161 - 28.762	28.000 - 29.931

Fig.6 - Teste VSWR e ressonância da antena.

CTTABI is on air
14,017,390 CW
TS-2000
My last 15 QSO

CALL	DX	TIME	BAND	MODE	RSTs	RSTr
CTTABI	RA27DE	2013-07-16 19:43	20m	CW	599	599
CTTABI	UW4ZM	2013-07-12 22:15	40m	CW	599	599
CTTABI	RT27WW	2013-07-12 17:52	20m	CW	599	599
CTTABI	LU7HN	2013-07-09 19:25	10m	CW	599	599
CTTABI	ZP6CW	2013-07-09 18:50	12m	CW	599	599
CTTABI	EN102SUB	2013-07-09 17:33	15m	CW	599	599
CTTABI	Z37HMX	2013-07-08 22:21	20m	CW	599	599
CTTABI	Z320G	2013-07-08 21:09	20m	CW	599	599
CTTABI	K2J	2013-07-08 22:30	20m	CW	599	599
CTTABI	425LU	2013-07-07 14:53	20m	CW	599	599
CTTABI	K2F	2013-07-07 00:36	20m	CW	599	599
CTTABI	C31CT	2013-07-04 18:25	30m	CW	599	599
CTTABI	LY1NM	2013-07-04 17:57	15m	CW	599	599
CTTABI	WI1HBR	2013-07-03 22:13	20m	CW	599	599
CTTABI	EI7JK	2013-07-03 20:37	30m	CW	599	599

Fig.7 - Relatório em TX e RX com a antena "Bigodes de Gato" em CW.

Os relatórios vindos de todo o mundo 59+ em telefonia são frequentes, e em telefonia RST de 599 ver (Fig. 5 e 7).



Fig.8 - Parede do prédio em tijolo e cimento.

Esta antena foi medida e analisada com o MFJ-269 (resultados na Fig. 6), quanto à ressonância, largura de banda e VSWR.

Obtém-se baixos valores de VSWR e ressonância em todas as bandas de HF.

Esta antena é capaz de operar em todas as bandas WARC (17 metros com dipolo físico e 12 m e 30 m com partilha de ressonância com os modos harmónicos dos elementos vizinhos, (é necessário um sintonizador de antena para WARC de 12 e 30 metros) sendo um ótimo exemplo a operação de TX na banda dos 6 m com o 3º modo ressonante do elemento físico dos 17 metros com sintonizador de antena. Uma característica forte deste tipo de geometria de antena está na sua boa relação sinal ruído, característica comum às "wire" antenas ainda que não tão excelentes como as "delta loop" ou as antenas loop magnéticas, essas sim capazes de "rejeitar" parte do campo eléctrico tão responsável pelo ruído captado, especialmente em meios urbanos densamente povoados, onde o R.F.I. e QRM se revelam tão comuns. Esta característica desta antena é essencial na radioastronomia, sendo esta uma surpresa revelada na recepção de sinais fracos (na ordem dos 1 a 5 mW) após estes sinais viajarem milhões de quilómetros ainda que com milhões de kW na origem, mas que ao atravessarem o imenso espaço se perdem uma enorme parte da sua potência, resultando nestes escassos miliwatts.

É o caso da detecção de S-Bursts e L-Bursts da magnetosfera de Júpiter.

Normalmente, usa-se para este tipo de detecção, duas ou mais antenas dipolos horizontais (com diferentes polaridades) perfeitamente ressonantes à frequência sintonizada no receptor de radiotelescópio, em fase e afastadas entre si com uma distância equivalente à do comprimento de onda, onde por sua vez poderão estar ligadas a um andar de filtros de RF passa bandas passa baixo e a um bom LNA (Low Noise Amplifier).

Mas tudo isto é verdadeiramente dispensável, quando ao usarmos esta antena "bigodes de gato" obtemos leituras visíveis em espectrogramas FFT (Fast Fourier Transform) sem tratamento de áudio DSP e ainda por cima audíveis sem aumento da amplitude da áudio frequência em pós tratamento digital (ver Fig.10).

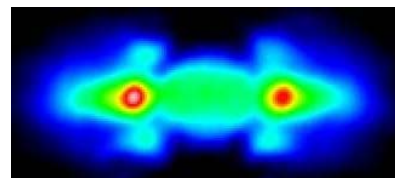


Fig.9 - Radio Imagem de Jupiter com a sua magnetosfera

As bandas mais vulgarmente utilizadas para a detecção de S-Bursts (Short Bursts) e L-Bursts (Long Bursts) da

magnetosfera de Júpiter situam-se entre a banda dos 17 m e os 10 m, mas na verdade é perfeitamente possível encontrar *bursts* até mesmo saindo de HF e entrando em VHF nos 6, 4 e 2 metros.

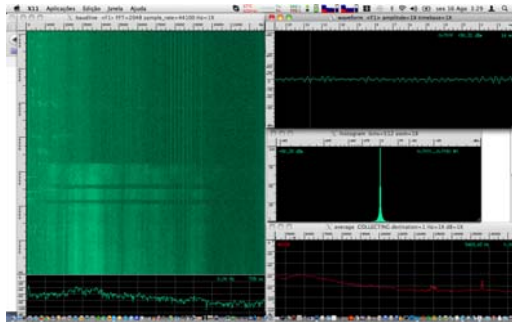


Fig.10 - Espectrograma da detecção d o L-Burst da magnetosfera de Júpiter.

A figura 10 é uma cópia da imagem no ecrã mostrando o espectrograma de áudiofrequência de um dos meus radiotelescópios a operar na detecção de S e

L-Bursts da magnetosfera de Júpiter, na banda dos 15 metros com o receptor ligado diretamente à antena bigodes de gato instalada dentro do sótão, directamente, com o LNA (sem pre-amplificar o sinal recebido nos terminais da antena). Gostar de radioastronomia, assim bem como qualquer outra actividade dentro do radioamadorismo, implica não temer o ruído; Mais até, gostar-se de ruído, aprender a analisar, a interpretar e compreender os diferentes tipos de sinais e ondas.



1-Fernando Roque
Sócio da AMRAD
CAN CEPT Categoria 1: CT7ABI
Licenciatura Artes Plásticas e Licenciatura em Filosofia
Curso de Electrónica Analógica e Digital
Professor de 3º Ciclo e ensino secundário
Formador
Contacto: ct7abi@gmail.com www.qrz.com/db/CT7ABI

Amplificação paramétrica em circuitos de rádio integrados em tecnologia CMOS

João P. Oliveira¹ e João Goes²

Um dos aspetos mais importante que marca todo o processo evolutivo da topologia de receptores de rádio é a procura sistemática de técnicas, configurações de circuito e dispositivos que permitam incrementar o seu nível de sensibilidade. Foi assim considerado ser incontornável evitar-se a amplificação de sinal entre a antena e o misturador, o que se traduziu pela introdução de um amplificador de baixo ruído (LNA) à entrada da cadeia de recepção. Também do ponto de vista do (factor de) ruído (referido à entrada), este amplificador permite reduzir substancialmente a influência do factor de ruído quer do misturador quer dos outros blocos constituintes que se seguem na cadeia. Todavia esta redução só é efectiva desde que este amplificador disponha de ganho aceitável e que ele próprio não introduza demasiado ruído (daí a sua designação de LNA).

Tem-se verificado ao longo das últimas três décadas, que a implementação do LNA, quer a nível da electrónica discreta quer ao nível do circuito integrado, tem sido construída em torno da transcondutância (conversão de tensão em corrente) associada ao transistor que é utilizado como elemento activo. Trata-se, por isso, de um amplificador com transcondutância, cujo valor é determinado pela corrente de polarização do dispositivo. O transistor como elemento activo tornou-se dominante e isto deve-se ao contínuo incremento de desempenho (quer no dispositivo de junção bipolar quer, principalmente, nos transístores de efeito-de-campo, metal-óxido-semicondutor, MOS) ao nível da transcondutância mas, sobretudo, ao nível da frequência máxima de operação permitida pelas mais recentes tecnologias de circuito integrado. Por exemplo, em tecnologias CMOS muito recentes (e.g., 28 nm de dimensão mínima) a frequência de transição (f_T) transistor MOS já ultrapassou a barreira do 200 GHz.

Todavia, a utilização de transcondutância não é a única opção para se transferir energia de uma fonte para o sinal útil. Na realidade, esta transferência poderá ser concretizada através da variação de um parâmetro de um elemento reactivo.

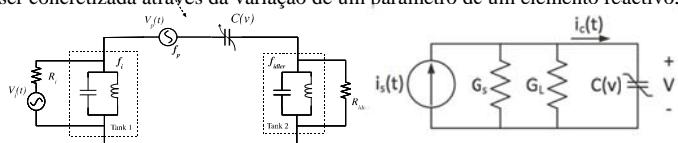


Figura 1 - a) Esquema equivalente de um amplificador paramétrico com varactor; b) modelo de amplificador paramétrico baseado em “resistência-negativa”.

podendo um condensador variável ser utilizado para o efeito [1]. Neste caso, o parâmetro que é alterado é o valor da capacidade (e não a resistência) o que faz com que este tipo de amplificação seja intrinsecamente “livre de ruído”. Conforme se ilustra na Figura 1, uma fonte de sinal variável no tempo, $v_p(t)$

injecta energia no circuito através da alteração periódica da capacidade que esta provoca no condensador variável. Partindo do princípio de conservação de energia, as expressões de Manley-Rowe estabelecem as relações entre a potência do sinal de entrada, $v_i(t)$, potência do oscilador local, $v_p(t)$, e a potência de saída $v_o(t)$. Por exemplo, se a frequência de saída f_o for igual à soma da frequência de entrada e da frequência do oscilador, isto é $f_o = f_i + f_p$, as relações de Manley-Rowe permitem estimar um ganho de potência máximo dado por $G = f_o / f_i$, e que não depende da característica do condensador variável.

Quando se pretende obter um amplificador sem conversão de frequência, isto é $f_o = f_i$, com $f_p = 2 f_i$, a estrutura anterior reduz-se ao que é designado por amplificador paramétrico de “resistência-negativa” com degeneração, dado que o circuito devolve energia na frequência correspondente ao sinal de entrada. É possível provar que, assumindo uma capacidade variável com valor médio C_0 e fator de acoplamento M (associado ao sinal do oscilador local), $C(v_p) = 2MC_0 \sin(4\pi t + \phi_p)$, o ganho de transdução máximo da estrutura é aproximadamente dado por,

$$G_{Tmax} = \frac{4G_S G_L}{(G_S + G_L)^2 (1 - \beta)^2} \quad \text{com} \quad \beta = \frac{2\pi f_s M C_0}{G_S + G_L},$$

em que G_S e G_L correspondem à admitância da fonte de sinal e da carga, respectivamente. Salienta-se que é possível, através de uma escolha adequada de M e C_0 , obter ganhos de transdução bem superiores à unidade.

Tradicionalmente, este tipo de amplificadores utilizavam ‘varactors ou varicaps’ baseados em díodos semicondutores de junção PN inversamente polarizados [2]. Estes dispositivos semicondutores apresentam, naquelas condições, uma capacidade dependente da tensão aplicada. No entanto, mais recentemente, têm sido investigadas estruturas alternativas que melhor se adaptam à tecnologia de integração baseada em dispositivos de efeito de campo (CMOS), Figura 2.

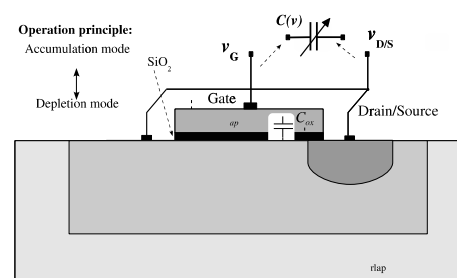


Figura 2 - Varactor de acumulação em tecnologia MOS;

Neste tipo de dispositivo, a tensão aplicada no terminal G (porta), que se encontra isolada por uma camada de óxido de silício, permite controlar o nível

de inversão (por depleção do substrato P e formação laminar) do canal entre os outros dois terminais, dreno e fonte.

Deste mecanismo resulta o controlo do valor de uma capacidade equivalente. Na sua configuração mais simples, estes dois terminais estão ligados entre si, transformando o dispositivo num 'varactor' que opera em modo de acumulação de carga.

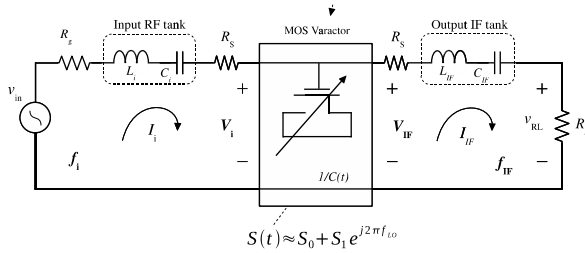


Figura 3 - Princípio de utilização de um varactor MOS num amplificador paramétrico.

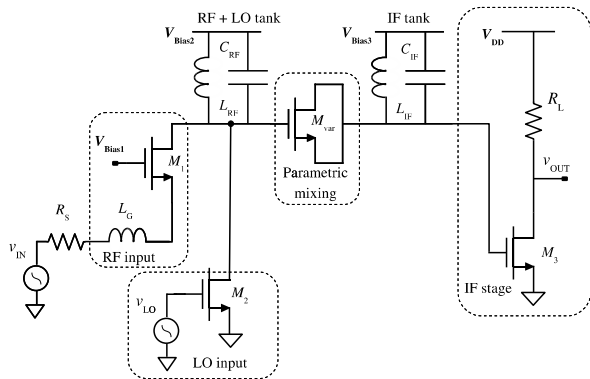


Figura 4 - Amplificador paramétrico MOS com conversão de frequência.

Ilustram-se nas Figuras 3 e 4, a utilização de um varactor em tecnologia MOS num circuito de conversão de frequência com ganho, implementado em tecnologia CMOS de 130 nm. [3]. O sinal do oscilador local, injectado através de M_2 , é suficientemente forte para forçar a variação periódica da capacidade do varactor M_{var} . O sinal da antena é injectado no circuito através de M_1 e este é suficiente fraco para não influenciar o valor da capacidade do varactor. É neste contexto que a mistura com amplificação paramétrica ocorre em M_{var} , sendo o sinal de saída disponibilizado através de M_3 . As estruturas ressonantes LC estão sintonizadas de modo a que apenas as três frequências envolvidas no processo paramétrico estejam presentes.

É possível provar, [3], que o ganho de conversão (para frequência intermédia IF) paramétrica para este tipo de circuito, é aproximadamente dado por,

$$G_{IF} = \frac{4R_L R_g |S_1|^2}{\left[2\pi f_i (R_L + R_s)(R_g + R_s) \frac{|S_1|^2}{f_{IF}}\right]^2}$$

em que S_1 é a elasticidade (inverso da capacidade) associada ao condensador variável. As Figuras 5 e 6 indicam, como exemplo, os níveis ganho e factor de ruído que podem ser atingidos com este tipo de estrutura quando foi implementada numa tecnologia CMOS de 130 nm. Consta-se que é possível otimizar o desempenho do conversor através de um correto dimensionamento (dimensões) do varactor.

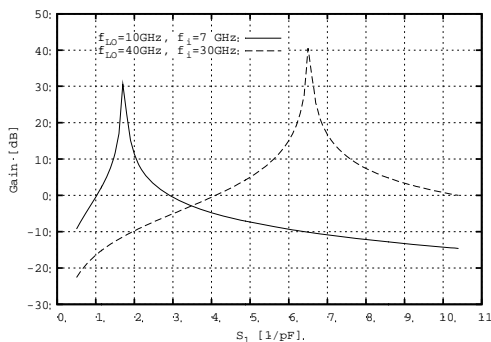


Figura 5 - a) Ganho de potência em função do inverso da capacidade do varactor MOS.

A amplificação paramétrica com, ou sem, conversão de frequência analisada aqui pressupõe a existência de um filtragem passa-banda (LC) com factor de qualidade elevado.

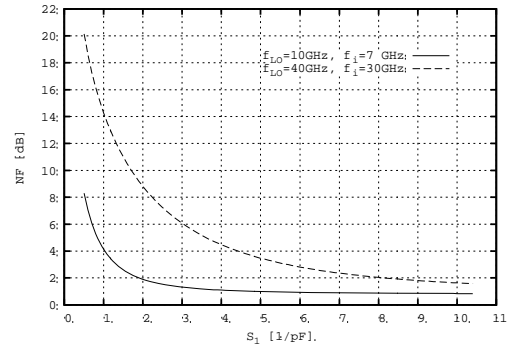


Figura 6 - Factor de ruído em função do inverso da capacidade do varactor MOS.

Todavia, para frequências de operação mais baixas, é possível evoluir o circuito para um funcionamento em tempo 'discretizado', [4], o que permite dispensar a utilização de filtros LC (cuja a principal desvantagem é ocuparem muita área de circuito integrado). Neste modo de funcionamento, o varactor é comutado entre dois estados distintos com valores de capacidade diferentes.

Referências:

- [1] A. V. D. Ziel, "On the Mixing Properties of Non-Linear Condensers," Journal of Applied Physics, vol. 19, no. 11, pp. 999-1006, 1948. [Online]. Available: <http://link.aip.org/link/?JAP/19/999/1>
- [2] J. B. Da Silva, "Amplificação Paramétrica em Estruturas Periódicas," Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico - UTL, 1968.
- [3] S. Magierowski et al., "RF CMOS Parametric Downconverters", Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on, pp. 518-528, Vol. 58, No. 3, Mar. 2010.
- [4] J. P. Oliveira, J. Goes, M. Figueiredo, E. Santin, J. Fernandes, and J. Ferreira, "An 8-bit 120-MS/s Interleaved CMOS Pipeline ADC Based on MOS Parametric Amplification," Circuits and Systems II: Express Briefs, IEEE Transactions on, vol. 57, no. 2, pp. 105-109, Feb. 2010.



1 - João Oliveira
Sócio da AMRAD

Licenciado e mestre em Eng. Electrotécnica e de Computadores pelo IST e doutor em Eng. Electrotécnica e de Computadores pela UNL. Actualmente é Prof. Auxiliar na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, onde faz investigação e desenvolvimento em microelectrónica analógica em tecnologia CMOS.

Contacto: jpao@fct.unl.pt



2 - João Goes
Sócio da AMRAD

Licenciado, mestre e doutor em Eng. Electrotécnica e de Computadores pelo IST. Actualmente é Prof. Associado com Agregação na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, onde faz investigação e desenvolvimento em microelectrónica analógica em tecnologia CMOS.

Contacto: jg@uminova.pt; goes@fct.unl.pt