

FATHI ABD EL-FATTAH FARAG AHMED ZID

**FILTROS A CORRENTES CHAVEADAS
DIGITALMENTE PROGRAMÁVEIS PARA BAIXA
TENSÃO**

**FLORIANÓPOLIS
1999**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**FILTROS A CORRENTES CHAVEADAS
DIGITALMENTE PROGRAMÁVEIS
PARA BAIXA TENSÃO**

Tese submetida à
Universidade Federal de Santa Catarina
como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

FATHI ABD EL-FATTAH FARAG AHMED ZID

Florianópolis, Julho/1999.

FILTROS A CORRENTES CHAVEADAS DIGITALMENTE PROGRAMÁVEIS PARA BAIXA TENSÃO

Fathi Abd El-Fattah Farag Ahmed Zid

‘Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Elétrica, Área de Concentração em *Baixa tensão correntes chaveadas*, e aprovada em sua forma final pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina.’

Prof. CARLOS GALUP-MONTORO, Dr.
Orientador

Prof. MÁRCIO CHEREM SCHNEIDER, Dr.
Co-Orientador

Prof. ILDEMAR CASSANA DECKER, Dr.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:

Prof. CARLOS GALUP-MONTORO, Dr.
Presidente

Prof. MÁRCIO CHEREM SCHNEIDER, Dr.

Prof. ANTÔNIO PETRAGLIA, Dr.

Prof. ANTÔNIO CARLOS MOREIRÃO DE QUEIROZ, Dr.

Prof. SEDNEI NOCETI FILHO, Dr.

Resumo da Tese apresentada à UFSC como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Elétrica.

FILTROS A CORRENTES CHAVEADAS DIGITALMENTE PROGRAMÁVEIS PARA BAIXA TENSÃO

Fathi Abd El-Fattah Farag Ahmed Zid

Julho/1999

Orientador: Carlos Galup-Montoro, Dr.

Área de Concentração: Márcio Cherem Schneider, Dr.

Palavras-chave: Circuitos integrados baixa tensão, circuitos a correntes chaveadas, circuitos analógicos CMOS, circuitos analógicos digitalmente programáveis, filtros com resposta impulsiva infinita (IIR) e finita (FIR).

Número de Páginas: XXX.

Neste trabalho são propostos e implementados filtros a correntes chaveadas (SI) digitalmente programáveis, simples e totalmente balanceados, em tecnologia CMOS para baixa tensão. As chaves operam com tensão constante, evitando o “gap” de condução e a dependência da injeção de cargas e do tempo de acomodação com o sinal. A programabilidade dos circuitos SI, obtida usando técnica de divisão de corrente, é realizável em menores áreas e com desempenho superior se comparada ao método convencional em SI e ao uso de arranjos de capacitores em circuitos a capacitores chaveados. Apresentamos o projeto de integradores SI de segunda geração, uma célula básica para filtros de resposta impulsiva infinita (IIR). Utilizando o integrador SI, foi realizado um bloco de segunda ordem onde a frequência central e o fator de qualidade podem ser sintonizados independentemente. Projetamos um circuito de amostragem/retenção (S/H) a correntes chaveadas para 20 MS/s. Utilizando a estrutura circular de linha de atraso foi realizado um filtro de resposta impulsiva finita (FIR) de quatro coeficientes. Para o projeto do filtro FIR totalmente programável é proposto um novo método para implementação de coeficientes negativos o qual apresenta simplicidade no controle do bit de sinal e alta velocidade comparado com outros métodos. Finalmente, foi projetado e simulado um filtro FIR de oito coeficientes totalmente balanceado usando o circuito S/H proposto. A programabilidade do filtro projetado foi testada. O filtro FIR é adequado à equalização adaptativa em aplicações tais como circuitos de leitura para unidades de disco. Alguns dos circuitos propostos foram projetados e fabricados em tecnologia CMOS duplo polissilício e duplo metal de 0.8 μm .

Abstract of Thesis presented to UFSC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Electrical Engineering.

DIGITALLY PROGRAMMABLE LOW-VOLTAGE SWITCHED-CURRENT FILTERS

Fathi Abd El-Fattah Farag Ahmed Zid

Jul. /1999

Advisor: Carlos Galup-Montoro, Dr.

Area of Concentration: Low-voltage switched-current circuits.

Keywords: Low-voltage integrated circuits, switched-current circuits, analog CMOS circuits, digitally programmable analog circuits, IIR and FIR filters

Number of Pages: XXX.

In this work, single-ended and fully balanced digitally programmable low-voltage (LV) complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) switched-current (SI) filters are proposed and implemented. The switches operate at constant voltage thus avoiding the conduction gap as well as the signal dependence of both charge injection and settling time. The programmability of the filters is achieved using the current division technique. The programmability is realized in small area and with excellent performance if compared to conventional SI programming methods and to the use of capacitor array in switched-capacitor circuits.

We show the design of a second generation SI integrator, a basic cell for IIR filters. A programmable second order section has been realized using the proposed integrator. The center frequency and quality factor can be tuned independently.

A programmable switched-current sample-hold (S/H) circuit has been designed for 20M sample/s. A single-ended 4-tap finite impulse response (FIR) filter has been realized using the circular delay line structure. For a fully programmable FIR filter design, a new method for the implementation of negative coefficients is proposed which achieves simplicity in sign-bit control and high-speed compared with other methods. Finally, a fully balanced 8-tap FIR filter has been designed and simulated using the proposed S/H circuit. The programmability of the designed filter has been tested. The FIR filter is suitable for adaptive equalization such as in disk-drive applications.

Some of the proposed circuits have been designed and fabricated in a 0.8 μm double poly-silicon double-metal CMOS technology.

