



Método avanzado de filtrado de señal por síntesis de red utilizando los polinomios de Butterworth

Advanced method of signal filtering by network synthesis using the Butterworth polynomials

Método avançado de filtragem de sinal por síntese de rede usando os polinômios de Butterworth

^IByron F. Chere-Quiñonez
cherokyfernando@hotmail.com

^{II}Karen Y. Simisterra-Quiñonez
krenyane@gmail.com

^{III}Alejandro J. Martínez-Peralta
pipoperalta1990@hotmail.com

Recibido: 8 de febrero de 2017 * **Corregido:** 6 de abril de 2017 * **Aceptado:** 2 de junio de 2017

^IIngeniero Eléctrico, Docente de la Universidad Técnica de Esmeraldas Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

^{II}Magister en Administración de Empresas, Ingeniero Eléctrico Docente de la Universidad Técnica de Esmeraldas Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

^{III}Ingeniero Eléctrico Docente de la Universidad Técnica de Esmeraldas Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

El filtrado por síntesis de red es un método avanzado en comparación con el método clásico de adaptación de impedancia imagen. El polinomio de Butterworth representa el primero del diseño de filtros por síntesis de red y experimenta una mayor aproximación en la banda pasante, que las que presentan los filtros clásicos, así como una mayor atenuación en la banda atenuante, que los elaborados por medio de la adaptación de impedancia imagen. El objeto de la presente investigación es el diseño, simulación e implementación del filtrado de señal por síntesis de red utilizando los polinomios de Butterworth. La metodología aplicada fue de tipo cuantitativa, empírica, determinística, inductiva, mixta documental-experimental. Las variables en estudio fueron amplitud y atenuación en función de la frecuencia, pero también se midieron las fases con respecto a la frecuencia. Para la simulación se utilizó software Multisim. También se realizó el montaje físico de dicho circuito eléctrico y se hicieron las pruebas de medición con los equipos de laboratorio, a saber: generador de señal, osciloscopio y voltímetros, hasta verificar la respuesta de frecuencia tanto en la banda pasante como en la banda atenuante, durante 2 meses. Una vez realizadas las pruebas se obtuvo como resultado que en la banda pasante se presenta una ondulación plana produciendo una buena pendiente de caída de 3 dB, en la frecuencia de corte y desde donde presenta una atenuación monótonamente creciente en la magnitud de respuesta. En la respuesta de fase se observa un comportamiento bastante lineal con cierto retardo de tiempo que lo sitúa con mayor aproximación de filtrado al ideal que los que se obtienen por la teoría clásica de filtrado, pero en desventaja en comparación con otros polinomios por el método de filtrado por síntesis de red. Se concluye que la pendiente de caída en la frecuencia de corte es de una mayor pendiente que la obtenida en la teoría clásica de adaptación de impedancia, en el mismo orden de filtro, que fue $n=3$. Se recomienda desarrollar otras investigaciones con nuevos polinomios tales como el de Chebishev, Legendre, Bessel, Elipticos, Hermite, entre otros, para contrastar respuestas en amplitud y fases de acuerdo a los requerimientos particulares del diseño de filtros.

Palabras clave: Filtrado de señal por síntesis de red; polinomios de Butterworth; simulación; banda pasante.

Abstract

Método avanzado de filtrado de señal por síntesis de red utilizando los polinomios de Butterworth

Filtering by network synthesis is an advanced method compared to the classical image impedance adaptation method. The Butterworth polynomial represents the first of the design of filters by network synthesis and experiences a greater approximation in the pass band, than those presented by classical filters, as well as a greater attenuation in the attenuating band, than those elaborated by means of the Imaging impedance adaptation. The object of the present investigation is the design, simulation and implementation of signal filtering by network synthesis using the Butterworth polynomials. The applied methodology was quantitative, empirical, deterministic, inductive, mixed documentary-experimental. The variables under study were amplitude and attenuation as a function of frequency, but the phases were also measured with respect to frequency. Multisim software was used for the simulation. The physical assembly of said electrical circuit was also performed and the measurement tests were made with the laboratory equipment, namely: signal generator, oscilloscope and voltmeters, until the frequency response was verified both in the pass band and in the attenuating band. , During 2 months. Once the tests were carried out, it was obtained that in the pass band a flat undulation occurs, producing a good slope of 3 dB, in the cutoff frequency and from where it presents a monotonically increasing attenuation in the magnitude of response. In the phase response a fairly linear behavior is observed with a certain time delay that places it with a greater approximation of the ideal filtering than those obtained by the classical filtering theory, but at a disadvantage in comparison with other polynomials by the method of filtered by network synthesis. It is concluded that the slope of fall in the cutoff frequency is of a higher slope than that obtained in the classical impedance adaptation theory, in the same filter order, which was $n = 3$. It is recommended to develop other investigations with new polynomials such as Chebishev, Legendre, Bessel, Elipticos, Hermite, among others, to contrast responses in amplitude and phases according to the particular requirements of the filter design.

Keywords: Signal filtering by network synthesis; Butterworth polynomials; simulation; passing band.

Resumo

O filtro por síntese de rede é um método avançado em comparação com o método clássico de adaptação à impedância de imagem. O polinômio de Butterworth representa o primeiro design de filtros por síntese de rede e experimenta uma maior aproximação na banda passada, do que aqueles apresentados por filtros clássicos, bem como uma maior atenuação na banda atenuante, do que

Método avanzado de filtrado de señal por síntesis de red utilizando los polinomios de Butterworth

aqueles elaborados por meio da Adaptação à impedância de imagem. O objetivo da presente investigação é o projeto, simulação e implementação de filtragem de sinal por síntese de rede usando os polinômios de Butterworth. A metodologia aplicada foi quantitativa, empírica, determinística, indutiva, mista documental-experimental. As variáveis em estudo foram amplitude e atenuação em função da frequência, mas as fases também foram medidas em relação à frequência. O software Multisim foi utilizado para a simulação. A montagem física do referido circuito elétrico também foi realizada e os testes de medição foram feitos com o equipamento de laboratório, a saber: gerador de sinal, osciloscópio e voltímetros, até que a resposta de frequência fosse verificada na banda de passagem e na faixa de atenuação. , por 2 meses. Uma vez realizados os testes, obteve-se que na banda de passagem ocorre uma ondulação plana, produzindo uma boa inclinação de 3 dB, na frequência de corte e de onde apresenta uma atenuação monotonômica na magnitude da resposta. Na resposta de fase, observa-se um comportamento bastante linear com um certo intervalo de tempo que o coloca com uma maior aproximação da filtração ideal do que os obtidos pela teoria clássica de filtragem, mas em desvantagem em comparação com outros polinômios pelo método de filtrada pela síntese da rede. Conclui-se que a inclinação da queda na frequência de corte é de uma inclinação maior do que a obtida na teoria clássica de adaptação de impedância, na mesma ordem de filtro, que foi $n = 3$. Recomenda-se desenvolver outras investigações com novos polinômios como Chebishev, Legendre, Bessel, Elipticos, Hermite, entre outros, para contrastar as respostas em amplitude e fases de acordo com os requisitos particulares do design do filtro.

Palavras chave: filtragem de sinal por síntese de rede; Polinômios de Butterworth; simulação; banda passando.