



RF Soliton Wave Design on Nonlinear Transmission Lines

Abdullah Aksoy and Sibel Yenikaya

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

April 25, 2021

Devre tasarımında doğrusal olmayan iletim hat modeli kullanılmıştır. İletim hatlarının temel modelleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Doğrusal olmayan devre modeli için 2 temel devre elemanı kullanılmaktadır. Bu devre elemanlardan en az biri doğrusal olmayan eleman olmalıdır. Bu devre elemanları akımla değişebilen indüktörler(L) ve gerilimle değişen kapasitörlerdir.(C(V)). Tasarım için kapasitör; doğrusal olmayan devre elemanı, indüktör ise doğrusal devre elemanı olarak modellenmiştir..Devre tasarımı için kullanılan doğrusal olmayan iletim hattı; 30 kademeli LC elemanlarından oluşturulmuştur.

Tablo1:Tasarımda kullanılan varaktör türleri ve hesaplanan indüktör değerleri

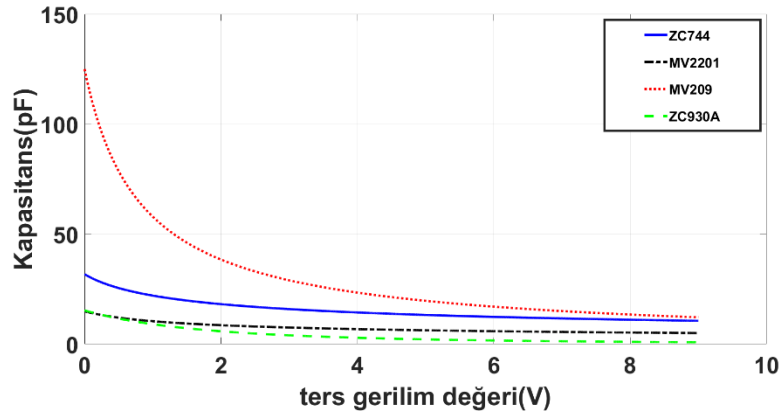
Tasarlanan devre modeli	Varaktör diyot türü	İndüktör değeri
V1	MV2201	$L=2\mu H$
V2	ZC744	$L=1\mu H$
V3	MV209	$L=0.83\mu H$
V4	ZC930A	$L=10\mu H$

Tablo1’de tasarım için kullanılacak varaktör türleri ve bu varaktör türlerinin 100MHz frekans için indüktör değerleri gösterilmiştir.

Analizde kullanılan doğrusal olmayan varaktör diyotun gerilime göre değişen devre denklemi aşağıda verilmiştir[11].

$$C(V) = C_{jo}/(1 + \frac{V}{V_j})^M \quad (1)$$

Burada V_j diyot gerilimi, V giriş gerilimi değeri, M doğrusal olmayan faktör, C_{jo} unbiased(öngerilimsiz) diyot bağlantı kapasitansı olarak ifade edilir.Tasarımda giriş gerilimi değeri 9V olarak alınmıştır.Tablo 1’deki varaktör türleri kullanılarak kapasitans değerleri elde edilmiştir.Elde edilen kapasitans değerleri Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2:Varaktör diyot kapasitans gerilim eğrileri

Şekil 2’ye göre 100MHz frekans için; uygun indüktör değerlerinde çalışan 4 farklı varaktör diyot için kapasite gerilim eğrisi gösterilmiştir.Bu eğriler referans alınarak;varaktör ve indüktör devre elemanlarına bağlı f_c kesim frekansı(bragg frekansı) denklemi aşağıda verilmektedir.

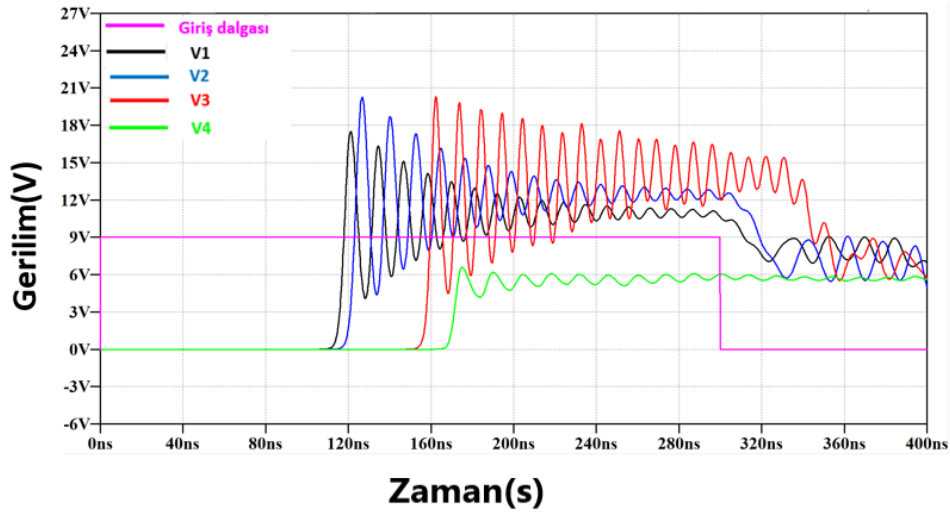
$$f_c = 1/\pi\sqrt{LC} \quad (2)$$

NLTL hattı üzerinde ilerleyen bir soliton dalgası için hız denklemi[10]:

$$v = 1/\sqrt{LC(V)} \quad (3)$$

olarak verilmektedir.Burada $C(V)$ gerilime göre değişen kapasitör değeri, L ise indüktör devre elemanıdır.Denklem(1) ve denklem(3) analiz edildiğinde giriş gerilimi genliğinin artışı kapasitör değerini azaltacaktır.Bu yüzden gerilim genliği değeri ile NLTL soliton dalgası hızı doğru orantılı olarak değişmektedir.Bir başka ifadeyle soliton dalgası keskinleştikçe yani genliği arttıkça hızı artmaktadır.Diğer dalga türlerinde hız genellikle azalırken soliton dalgasında ise genlikle artmaktadır.

Matematiksel Analiz işlemi tamamlandıktan sonra bulunan devre parametreleri kullanılarak, LTspice programı ile devre simüle edilmiş ve simülasyon sonuçları Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3: Tablo 1'deki devre modelleri için NLTL hattındaki RF soliton dalgaları

Tablo 1 de tanımlanan 4 devre modeli için çıkış RF soliton dalgası elde edilmiştir. Şekil 3'de bu RF soliton dalga modelleri gösterilmiştir. Soliton dalgası modellendiğinde belirleyici faktör dalga genliğidir. Bu belirleyici faktör göz önüne alınarak; tasarlanan devre modeli V2'nin, 100MHz frekansta, genliğinin en yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda V2 devre modelinin optimum sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

3. Sonuç

Bu çalışmada; NLTL hattında, 100MHz çalışma frekansında, soliton dalgası modellenmiştir. Çalışma sonucunda istenilen frekans değerinde, optimum varaktörler ve indüktörler analiz edilerek elde edilmiştir. Bu optimum seçim ile simülasyon devresi kurulmuş ve çıkış RF soliton dalgaları elde edilmiştir. Elde edilen RF soliton dalgaları genlik değerlerine göre analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda V2 devre modeli seçiminin optimum sonuç verdiği görülmüştür.

Kaynaklar

1. L. P. S. Neto, J. O. Rossi, J. J. Barroso ve E. Schamiloglu, "High-power RF generation from nonlinear transmission lines with barium titanate ceramic capacitors", IEEE Trans. Plasma Sci., cilt 44, no. 12, s. 3424-3431, Aralık 2016.
2. L. P. Silva Neto, J. O. Rossi, J. J. Barroso ve E. Schamiloglu, "Hybrid Nonlinear Transmission Lines Used for RF Soliton Generation," in IEEE Transactions on Plasma Science, cilt. 46, no. 10, s. 3648-3652, Ekim 2018.
3. D. Ricketts, X. Li ve D. Ham, "Electrical soliton oscillator", IEEE Trans. Microw. Theory Techn., cilt 54, no. 1, s. 373-382, Ocak 2006.
4. D. Ricketts, X. Li, N. Sun, K. Woo ve D. Ham, "On the self-generation of electrical soliton pulses", IEEE J. Solid-State Circuits, cilt 42, no. 8, s. 1657-1668, Ağustos 2007.
5. O. O. Yildirim, D. S. Ricketts, ve D. Ham, "Reflection soliton oscillator," IEEE Trans. Microw. Theory Techn., cilt 57, no. 10, s. 2344-2353, Ekim 2009.
6. M. Samizadeh Nikoo and S. M. Hashemi, "New Soliton Solution of a Varactor-Loaded Nonlinear Transmission Line," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, cilt 65, no. 11, s. 4084-4092, Kasım 2017.
7. L. P. Silva Neto, H. M. Moraes, J. O. Rossi, J. J. Barroso ve E. G. L. Rangel, "Increasing the Voltage Modulation Depth of the RF Produced by NLTL," in IEEE Transactions on Plasma Science, cilt 48, no. 10, s. 3367-3372, Ekim 2020.
8. M. S. Madhushree ve M. N. Sujatha, "RF Pulse Generation using Nonlinear Transmission Lines," 2019 4th International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology (RTEICT), Bangalore, Hindistan, 2019.
9. E. G. L. Rangel, J. J. Barroso, J. O. Rossi, F. S. Yamasaki, L. P. Silva Neto ve E. Schamiloglu, "Influence of Input Pulse Shape on RF Generation in Nonlinear Transmission Lines," in IEEE Transactions on Plasma Science, cilt 44, no. 10, s. 2258-2267, Ekim 2016.
10. Juan M Elizondo-Decanini, Dale Coleman ve Matthew Moorman, "Soliton Production with Nonlinear Homogeneous Lines", IEEE transactions on plasma science, cilt 43, no. 12, Aralık 2015.
11. Yamasaki, Fernanda S., Jose O. Rossi, ve Joaquim J. Barroso. "RF generation using nonlinear transmission lines for aerospace applications." 2013 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave & Optoelectronics Conference (IMOC). IEEE, 2013.