

FARKLI SIFIR GEÇİŞ ALGILAMA DEVRELERİNİN DENEYSEL PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Muhammetali AKYASAN Uğur HASIRCI

¹ Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 81620,
Düzce, TÜRKİYE
ugurhasirci@duzce.edu.tr

Özet-Bu çalışmada, sinüsoidal sinyallerin sıfır geçiş noktalarını hassas ve doğru bir şekilde algılayan farklı sıfır geçiş algılama devrelerinin deneysel performansı incelenmiştir. Bu amaçla, devrelerin ilk önce yüklü ve yüksüz olarak bilgisayar ortamında simülasyonu yapılmış, daha sonra da devreler fiziksel olarak gerçekleştirilip yine yüklü ve yüksüz olarak sıfır geçiş algılama performansları incelenerek karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler- Sıfır Geçiş Algılama, Elektromanyetik Fırlatıcılar.

EXPERIMENTAL PERFORMANCE INVESTIGATION OF VARIOUS ZERO CROSSING DETECTION CIRCUITS

Abstract-In this study, experimental performances of various zero crossing detection circuits are investigated. For this aim, we first simulate the circuits with no-load and loaded conditions, and then, by implementing the circuits, we compared their experimental performances of zero crossing detection, again with no-load and loaded conditions.

Key Words- Zero Crossing Detection, Electromagnetic Launchers.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

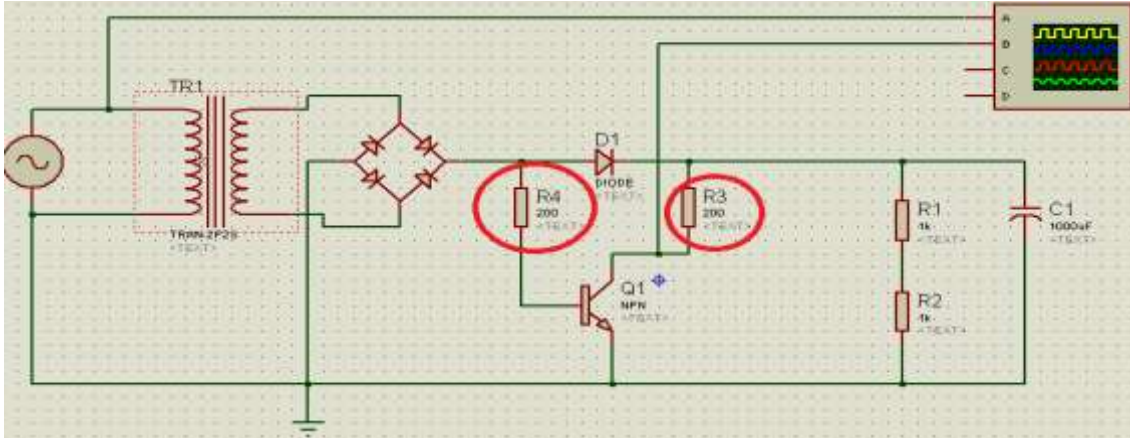
Bu çalışmada, özel bir uygulama için üretilen farklı sıfır geçiş algılama devrelerinin deneysel performansı test edilmekte ve karşılaştırılmaktadır. Elektromanyetik fırlatıcılar, çeşitli büyüklüklerdeki mermileri birkaç m/s hızlardan birkaç km/s hızlara kadar fırlatabilen modern silahlardır [1-9]. Bu silahların namluları tek bir bobin grubuyla (tek parçalı) yapılabildiği gibi birden fazla bobin grubu ile de üretilebilir. Ancak çok parçalı namlularda önemli bir sorun baş gösterir: Mermi bir namlu parçasından diğerine geçerken, mermi üzerinde bir geciktirici kuvvet oluşur. Bu kuvveti ortadan kaldırmak için, 3 faz gerilim sinyalinin her bir fazı tepe değerinde ya da sıfır geçiş anında anahtarlanmalıdır. Bu çalışmada bu fonksiyonu yerine getirebilecek farklı sıfır geçiş algılama devreleri üretilerek, yüklü ve yüksüz olarak test edilecek ve sonuçlar karşılaştırılmaktadır.

Literatürde çok sayıda sıfır geçiş algılama devresi mevcuttur. Bu devrelerin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Örneğin bazı devreler yüksek frekans uygulamaları için daha idealken, bazıları kuvvetli akım uygulamalarında daha kullanışlıdır. Bu çalışmada her ikisi

de aktif komponentlerden (biri transistörlü ve biri optokuplör) iki devrenin deneysel performansı yüklü ve yüksüz olarak karşılaştırılmaktadır. Bildirinin geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir: İkinci bölüm devre modellerini ve yönetimi tanıtmaktadır. Üçüncü bölüm simülatif ve deneysel sonuçları sunar. Son bölümde ise sonuçlar karşılaştırılmaktadır.

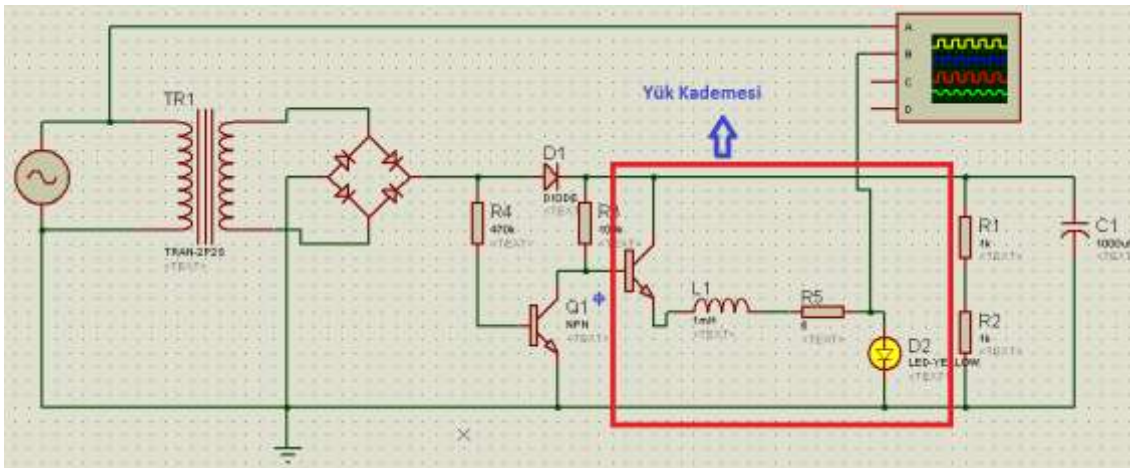
2. YÖNTEM (METHOD)

Sıfır geçiş algılaması için iki temel devrenin simülatif ve deneysel karşılaştırılması yapılacaktır. Bu devrelerden ilki, aşağıda görülen ve transistörlü aktif komponentlerden müteşekkil, görece düşük maliyetli devredir.



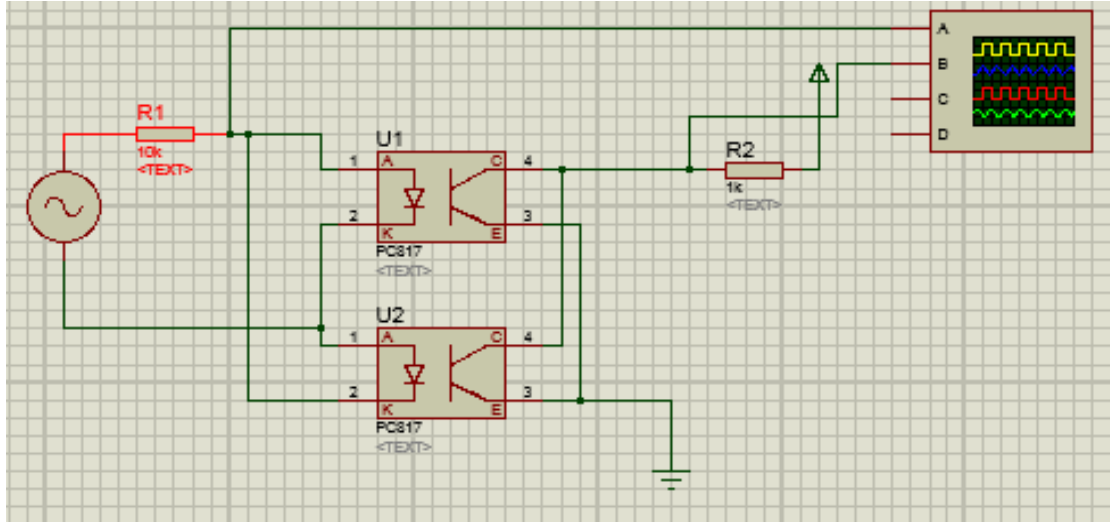
Şekil 1. Transistörlü sıfır geçiş algılama devresi – Yüksüz (Zero crossing detection circuit with transistor – No load condition)

Burada daire içine alınan R3 ve R4 dirençleri ayar dirençleri ayar dirençleridir ve sıfır geçişinin hassas bir şekilde algılanması için kullanılırlar. Komponentlere ilişkin tüm değerler şekil üzerinde gösterilmiştir. Aşağıdaki devre ise, transistörlü sıfır geçiş algılama devresinin bir RL yükü bağlanmış halini göstermektedir.

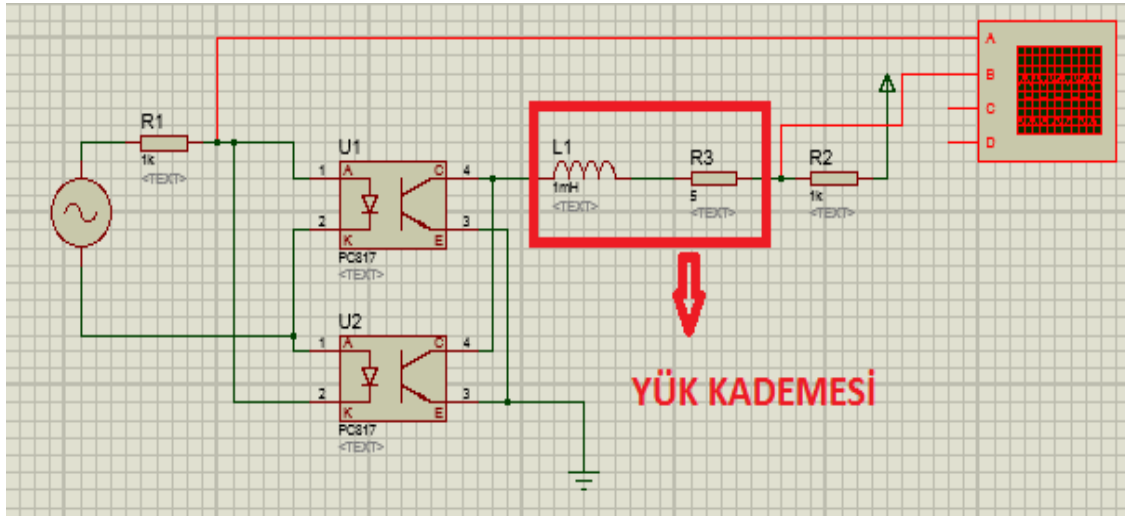


Şekil 2. Transistörlü sıfır geçiş algılama devresi – Yüklü (Zero crossing detection circuit with transistor – Loaded condition)

İkinci devre ise, aşağıda görülen ve optokuplör içeren devredir. Bu devrede de komponentlere ilişkin tüm değerler şekil üzerinde görülmektedir. Takip eden kısımda ise, her iki devreye ait simülatif ve deneysel sonuçlar sunulmakta ve karşılaştırılmaktadır.



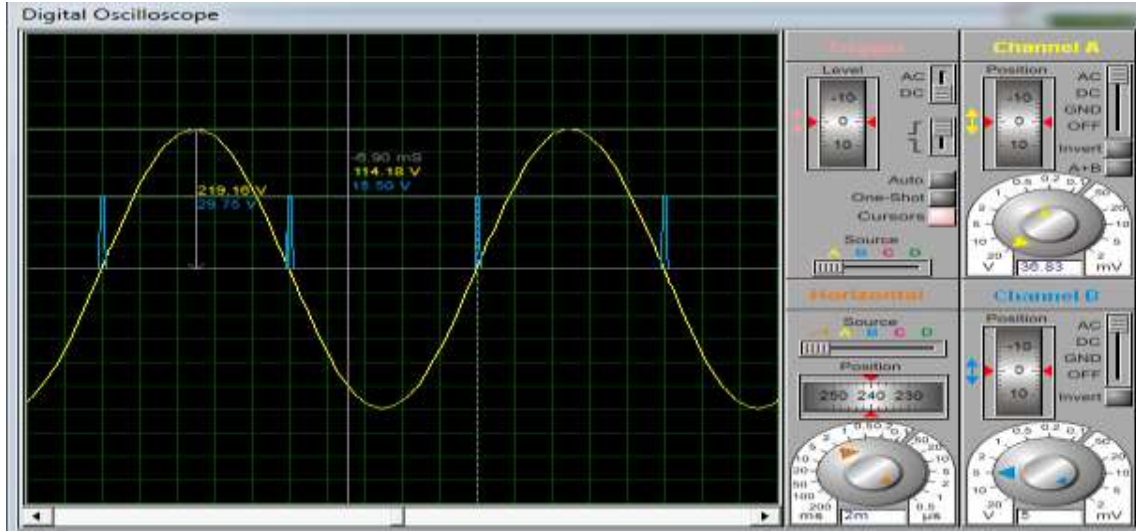
Şekil 3. Optokuplörlü sıfır geçiş algılama devresi – Yüksüz (Zero crossing detection circuit with optocoupler – No load condition)



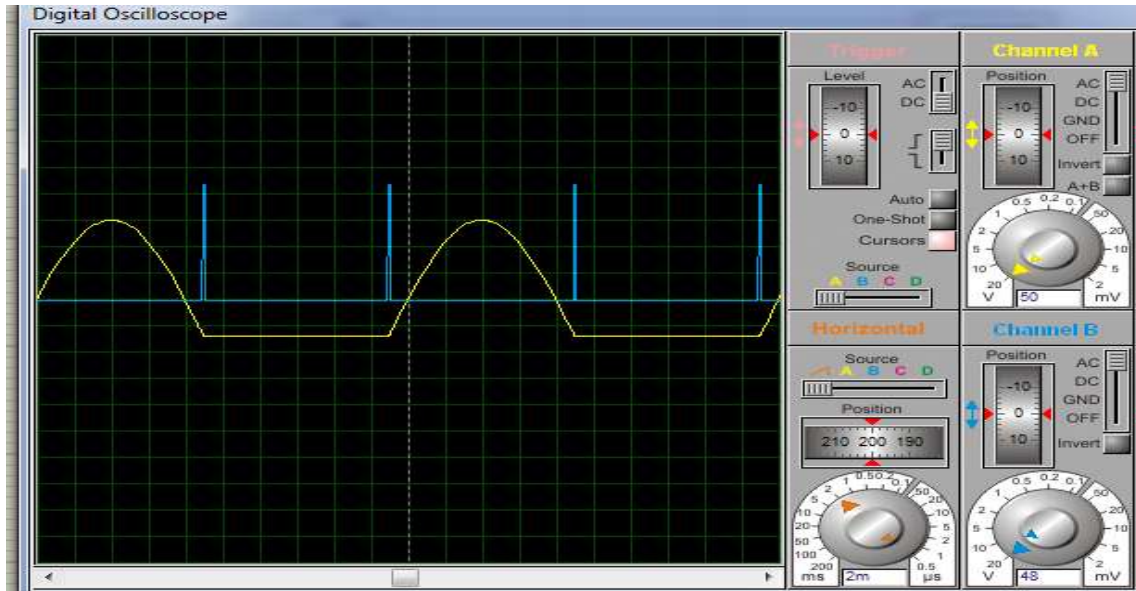
Şekil 4. Optokuplörlü sıfır geçiş algılama devresi – Yüklü (Zero crossing detection circuit with optocoupler – Loaded condition)

3. BULGULAR (FINDINGS)

Aşağıdaki şekilde, transistörlü sıfır geçiş algılama devresine ilişkin simülasyon sonuçları görülmektedir. Burada uygulamaya yönelik birkaç önemli ayrıntıyı vurgulamak isteriz: Bunlardan ilki, maliyeti azaltmak için transformatörün devre dışı bırakılması seçeneğidir. Bu seçeneğe ilişkin simülatif sonuçlar takip eden şekilde (Şekil 6) görülmektedir. Transformatörün kullanılmaması, şekilden de görüldüğü gibi, sıfır geçiş noktalarının yanlış algılanmasına sebep olabilmektedir.



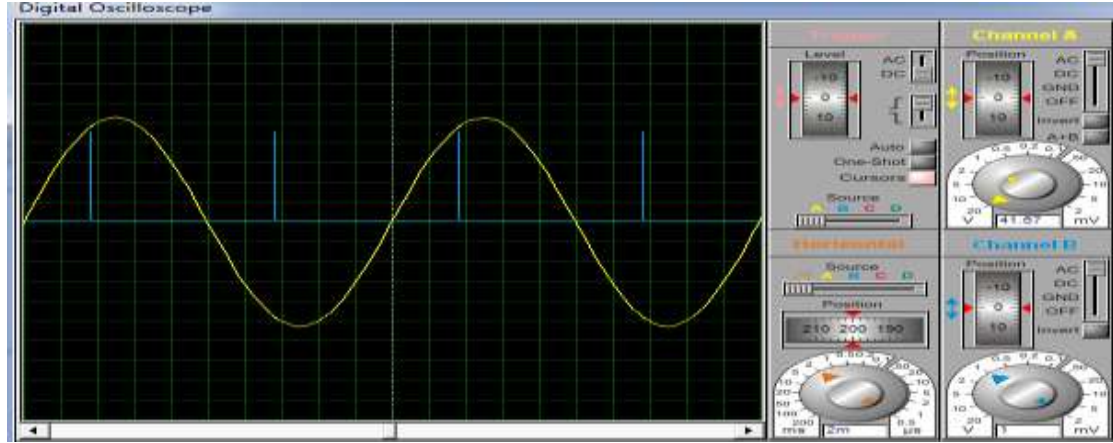
Şekil 5. Transistörlü devreye ilişkin yüksüz simülasyon sonuçları (Simulation results for the circuit with transistor – no load condition)



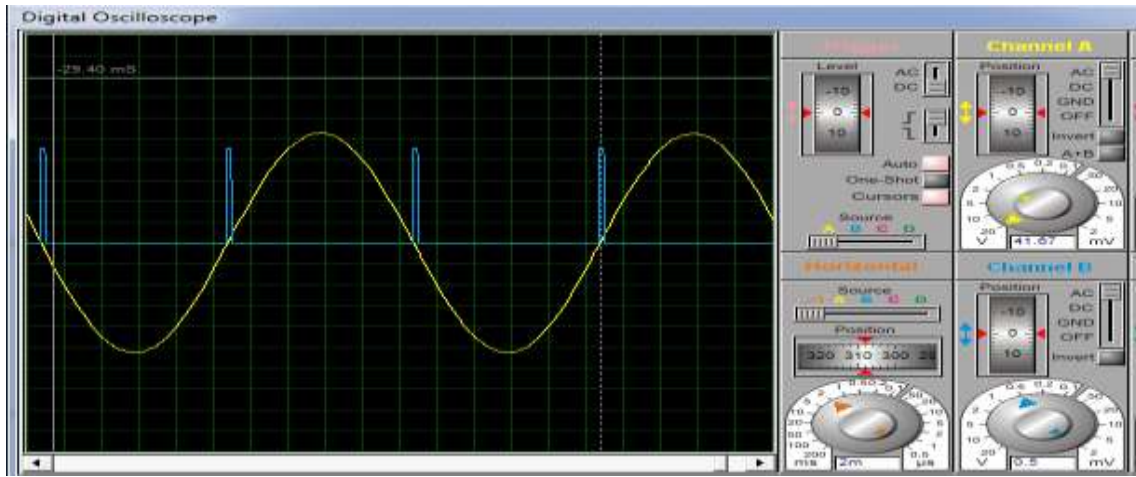
Şekil 6. Transformör kullanılmamasının pratik etkileri (Practical effects of elimination of transformer)

İkinci bir önemli ayrıntı ise R4 direncinin fonksiyonu üzerinedir: Bu direnç, algılama sonrası tetikleme gecikmesi yaratmak için kullanılabilir. Yani bu direncin değeri ayarlanarak, 30, 60, 90 vs. derecelik gecikmeler, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yaratılabilir. Buna ilişkin matematiksel formülasyon, Giriş kısmında verilen kaynaklarda bulunabilir.

Şimdi bu devreye, Şekil 2’de görüldüğü gibi bir RL yükü bağlayalım (yüke ilişkin kısım dikdörtgen içine alınmıştır). Endüktif yükün sıfır geçiş noktasının algılanmasında gecikmeye neden olması umulur. Ancak takip eden şekilde görüldüğü gibi, sıfır geçişi yine hassas bir şekilde algılanmaktadır. Ancak R3 ve R4 dirençleri ile ayar yapılması gerekebilir. Bu da simülasyonun sağladığı temel avantajdır. Deney yapmaya gerek kalmaksızın, uygun direnç değerleri simülasyon yoluyla yaklaşık olarak bulunabilir.

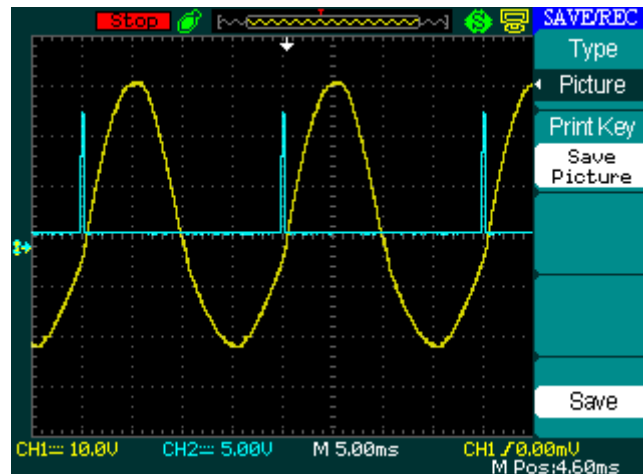


Şekil 7. R4 direnci ile tetikleme gecikmesi yaratılması (Delaying the triggering by using R4 resistor)



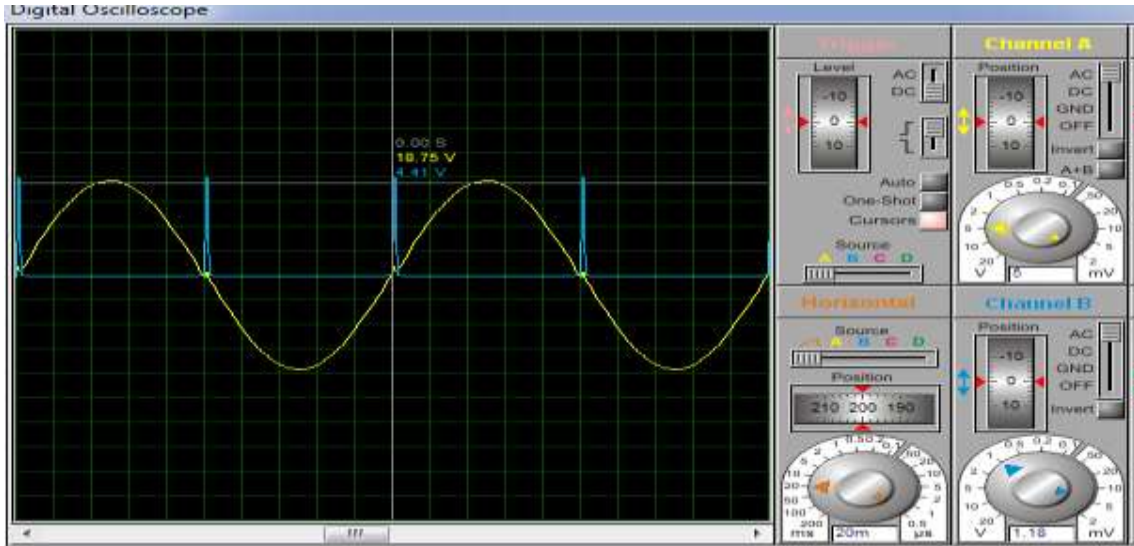
Şekil 8. Transistörlü devreye ilişkin yüklü simülasyon sonuçları (Simulation results for the circuit with transistor – loaded condition)

Son olarak, aşağıda verilen grafik ise, simülasyonda kullanılan yük değerleriyle aynı yük değerlerine sahip bir transistörlü sıfır geçi algılama devresinin deneysel sonuçlarını sunmaktadır. Sıfır geçiş anları deneysel olarak hassas bir şekilde algılanmaktadır.

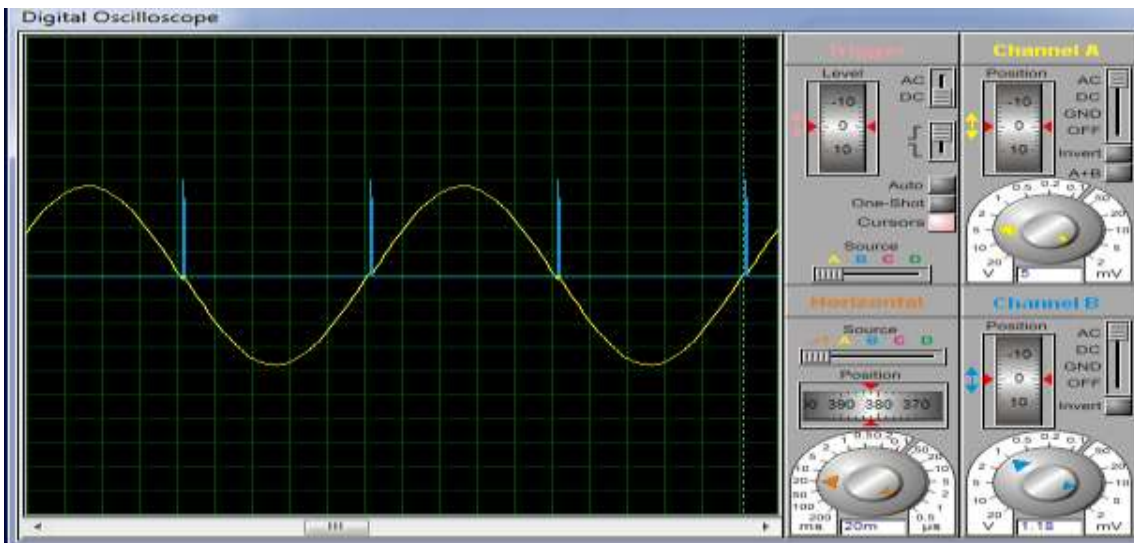


Şekil 9. Transistörlü devreye ilişkin yüklü deney sonuçları (Experimental results for the circuit with transistor – loaded condition)

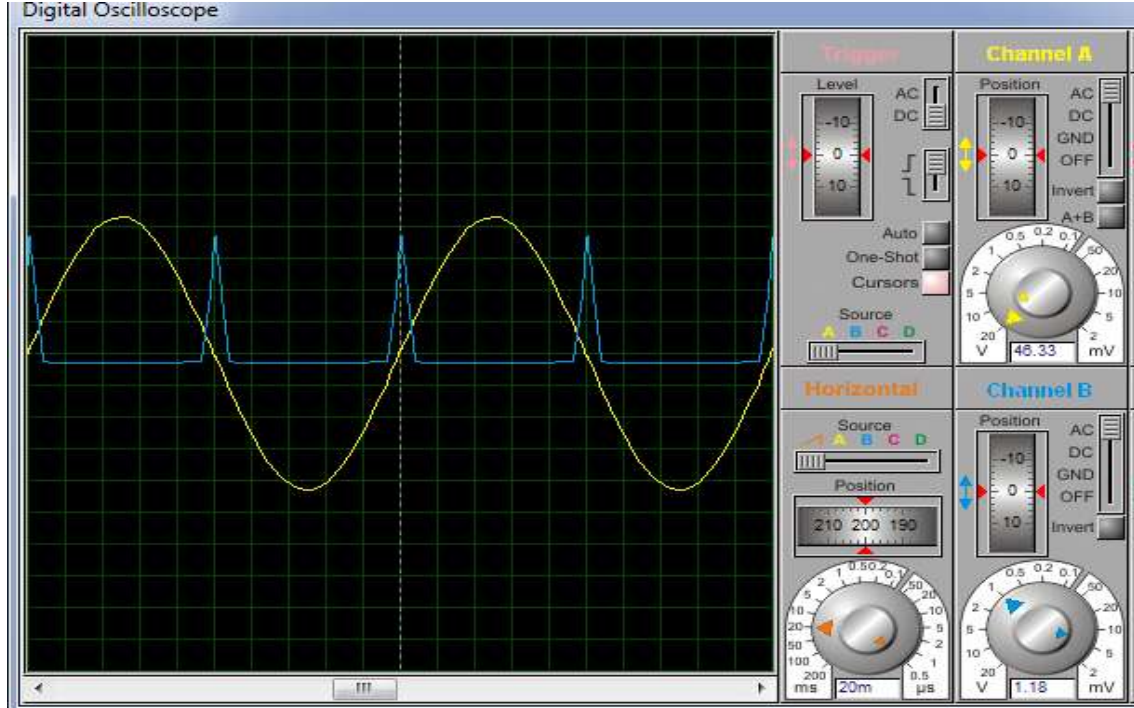
Benzer bir yaklaşımla, aynı sonuçlar optokuplör devre için de elde edilmiştir. Aşağıdaki şekiller sırasıyla, yüksüz durumda optokuplör devrenin sıfır geçiş algılama performansını, yüklü durumda optokuplör devrenin sıfır geçiş algılama performansını, R2 direnci aracılığıyla devrenin tetikleme gecikmesi yaratma yeteneğini ve son olarak yüklü durumda deney sonuçlarını göstermektedir.



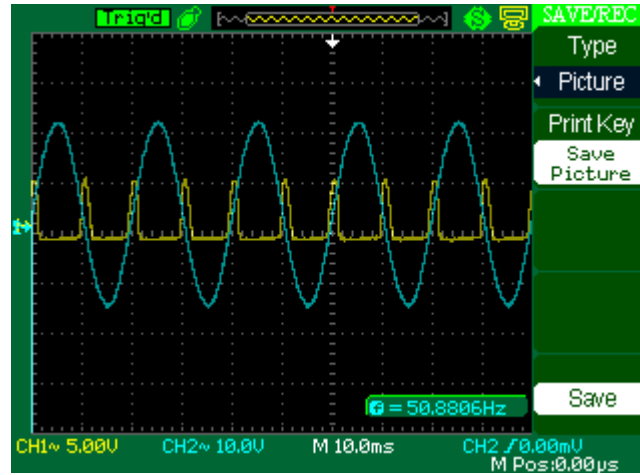
Şekil 10. Optokuplör devreye ilişkin yüksüz simülasyon sonuçları (Simulation results for the circuit with optocoupler – no load condition)



Şekil 11. Optokuplör devreye ilişkin yüklü simülasyon sonuçları (Simulation results for the circuit with optocoupler – loaded condition)



Şekil 12. R2 direnci ile tetikleme gecikmesi yaratılması (Delaying the triggering by using R4 resistor)



Şekil 13. Optokuplörli devreye ilişkin yüklü deney sonuçları (Experimental results for the circuit with optocoupler – loaded condition)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

İki farklı devreye ilişkin sıfır geçiş algılama performans sonuçları sunulmuştur. Genel olarak optokuplörli devrenin maliyeti daha düşüktür. Transistörli devre ise daha fazla komponent içermesi nedeniyle görece daha yüksek maliyetlidir. Ancak deneysel sonuçlardan görüldüğü gibi transistörli devrenin sıfır geçiş algılama performansı daha iyidir. Optokuplörli devrenin temel avantajı, tüm optokuplörli devrelerde olduğu gibi elektriksel izolasyon sağlamasıdır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] H. D. Fair, P. Coose, C. P. Meinel, and D. A. Tidman, "Electromagnetic earth-to-space launch," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 25, no. 1, pp. 9-16, Jan. 1989.
- [2] J. L. He, Z. Zabar, E. Levi, and L. Birenbaum, "Concerning on the design of capacitively driven induction coilguns," *IEEE Trans. on Plasma Science*, vol. 17, no. 3, pp. 429-438, June 1989.
- [3] A. Balikci, Z. Zabar, D. Czarkowski, E. Levi, and L. Birenbaum, "Flywheel motor/generator set as an energy source for coil launchers," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 37, no. 1, pp. 280-283, Jan. 2001.
- [4] W. Yuan, and P. Yan, "Comparison of railguns through numerical simulations," in Proc. 15th Int. Symp. *Electromagnetic Launch Technology*, pp. 1-3, June 2008.
- [5] H. D. Fair, "Progress in electromagnetic science and technology," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 43, no. 1, pp. 93-98, Jan. 2007.
- [6] A. Yamori, Y. Ono, H. Kubo, M. Kono, and N. Kawashima, "Development of an induction type railgun," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 37, no. 1, pp. 470-472, Jan. 2001.
- [7] Z. Zabar, X. N. Lu, J. L. He, L. Birenbaum, and E. Levi, "Test results for three prototype models of a linear induction launcher," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 27, no. 1, pp. 558-562, Jan. 1991.
- [8] Z. Zabar, Y. Naot, L. Birenbaum, E. Levi, and P. N. Joshi, "Design and power conditioning for the coil-gun," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 25, no. 1, pp. 627-631, Jan. 1989.
- [9] M. Liao, Z. Zabar, E. Levi, and L. Birenbaum, "Analysis of generator-driven linear induction launchers," *IEEE Trans. on Magnetics*, vol. 33, no. 1, pp. 184-189, Jan. 1997.