

Ultrasonik İşaretlerin Algılanmasında İletim Hattı Gürültülerinin Bozucu Etkilerinin Giderilmesi Hakkında Bir Saha Uygulaması Örneği

Ahmet Turan Özdemir
Erciyes Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü,
38039, Melikgazi, Kayseri
aturan@erciyes.edu.tr

Özet: Ultrasonik tahribatsız muayene (NDT) hedef malzemeye zarar vermeden içeriği hakkında bilgilerin elde edildiği bir yöntemdir. Bu yöntem malzeme içerisindeki kırılmalar, süreksizlikler ve bozulmaların tespiti için kullanılır. Ultrasonik NDT sisteminde temel olarak bir ultrasonik sinyal üretici ve bir alıcı birimi bulunur. Sinyal üretici birim yüksek genlikli elektriksel sinyaller ile ultrasonik sinyal üretici sensörleri sürer ve bu sensörlerden ultrasonik ses sinyalleri üretilir. Bu sinyaller hedef malzeme üzerine uygulandıktan sonra malzemede zayıflamaya uğrarlar. Sinyal okuyucu birimden algılanan bu zayıflamış işaretler sayısallaştırılarak malzemenin karakteristiği ortaya konulur. Ancak ses işaretindeki zayıflamalar çok yüksek olduğu zaman ortam yayılım ve iletim gürültülerine karşı aşırı duyarlılık ortaya çıkar. Bu çalışmada ortamdaki iletim gürültülerinin ultrasonik sinyal alıcı birimi üzerindeki etkilerinin azaltılması amacı ile alınan önlemler ve sonuçları paylaşılmıştır.

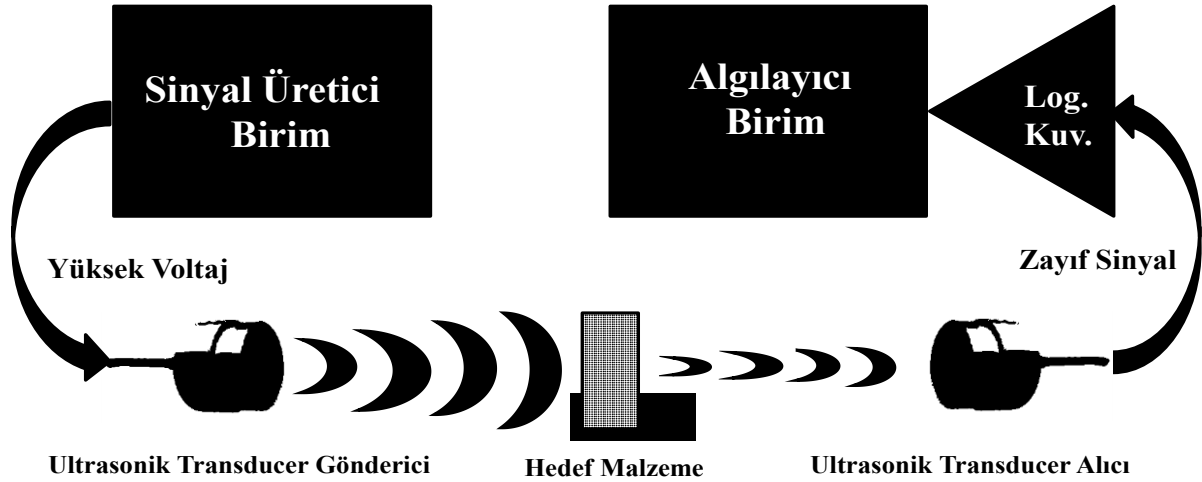
Abstract: Ultrasonic nondestructive testing (NDT) is a technique gives formation of a target object without damaging it. This technique is used to detect cracks, discontinuities, and defects in the object. Basically, ultrasonic NDT systems consist of an ultrasonic signal generator and a receiver unit. Ultrasonic signal generator unit produces high voltage electrical signals for excite ultrasonic transducers in order to produce ultrasonic sound waves. When ultrasonic sound waves are applied to the testing object, ultrasonic signal is attenuated. Receiver unit detects and digitizes the attenuated signal to determine the characteristics of the testing object. However if the attenuation on the signal is too high, the received signal is getting more susceptible to conduction and radiation noise voltages. In this study, precautions which are taken to reduce the effects of conduction noise on the signal and their results are presented.

1. Giriş

Tahribatsız Muayene (NDT, NonDestructive Testing) bir malzemeye zarar vermeden içeriği hakkında bilgiler elde edilmesini mümkün kılan bir yöntemdir [1]. Bu yöntem sayesinde malzeme içerisindeki kusurlar, süreksizlikler, kırık ve çatlaklar ölçümlenebilir ve bu ölçüm değerleri nümerik formata sokularak test operatörünün malzemedeki kusurun boyutu hakkında yorum yapması sağlanabilir. NDT testleri, üretim, bakım, kalite kontrol gibi süreçlerin her biri içerisinde kullanılabilir. Hedef malzeme, malzemenin üretim yöntemi ve malzemenin kullanım alanına bağlı olarak NDT testleri tekrarlı olarak yapılabilir. NDT en basit şekli ile gözle muayene ile başlar, ultrasonik, x-ray, magnetik particle, radyografi gibi pek çok yöntemle uygulanır. Ancak insan ve çevre sağlığına zararı olmadığı ve güvenilir sonuçlar ürettiği için en çok tercih edilen yöntem ultrasonik NDT teknikleridir [2].

Ultrasonik muayene teknikleri endüstride tek elemanlı (single element) ve sensör serisi (phased array) olmak üzere iki temel guruba ayrılabilir. Tek elemanlı yapılarda kendi içinde doğrudan geçişli (TT, Through Transmission) ve darbe yankı (PE, Pulse Echo) yöntemleri olarak ikiye ayrılırlar. Bu çalışmada TT prensibi ile çalışmakta olan, tek elemanlı ölçüm düzeneğine sahip otomatikleştirilmiş bir muayene tezgahında, sahada karşılaşılan iletim hattı gürültülerinin ölçüm sonuçlarına olan etkileri incelenmiştir. Otomatikleştirilmiş NDT tezgahları karmaşık geometrilerdeki büyük malzemeleri yüksek bir hassasiyet ile tarayarak muayene sonuçlarının elde edilmesini sağlarlar.

TT yönteminde bir ultrasonik sinyal üretici birim, bir algılayıcı birimi ve kuvvetlendiriciler bulunmaktadır. Sinyal üretici biriminde yüksek voltajlı elektriksel darbeler üretilir ve bu darbeler bir piezoelektrik ultrasonik dönüştürücüye uygulanır. Bu dönüştürücü girişindeki yüksek potansiyelli elektriksel değişimleri ses dalgalarına çevirir. Bu ses dalgaları hedef malzeme üzerinden geçirilmek sureti ile karşıda bulunan başka bir piezoelektrik dönüştürücüye ulaştırılır. Burada ultrasonik ses işaretleri tekrar elektrik işaretleri haline getirilir ve bir kuvvetlendirici üzerinden geçirilerek algılama işlemi tamamlanır. Sistemin genel yapısını gösteren blok diyagram Şekil-1'de verilmiştir.

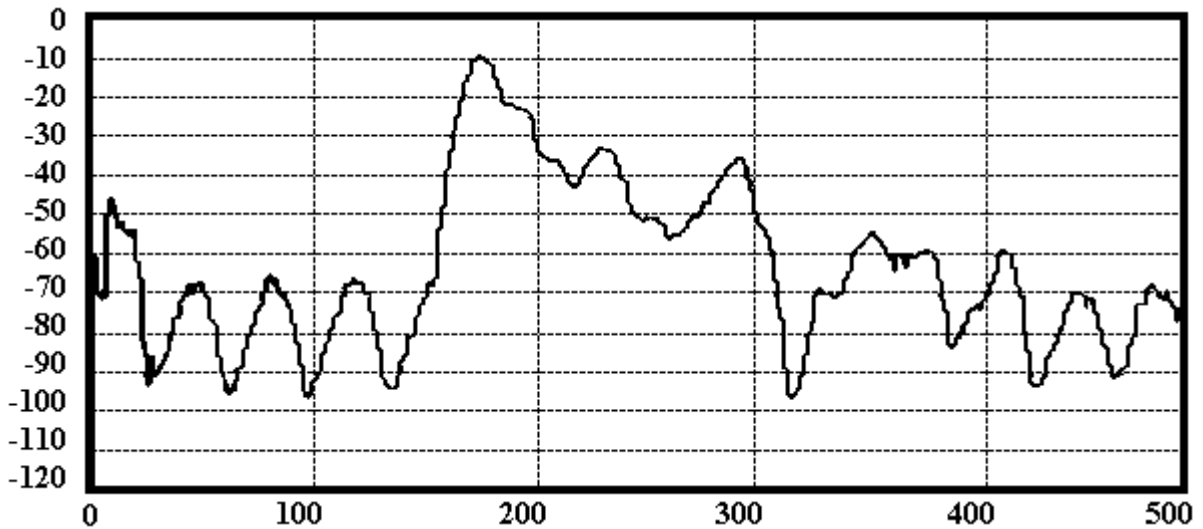


Şekil 1: Doğrudan geçişli (TT) yönteminin blok diyagramı olarak gösterimi.

Muayenesi yapılan malzemeler uygulanan ses işaretlerini zayıflatırlar ve bu zayıflatmanın şiddeti ise üsteldir. Bu yüzden alıcı kısımda kullanılan kuvvetlendiriciler logaritmik tip seçilirler. Havacılık endüstrisinde TT yöntemi ile çalışan NDT muayene tezgahlarında 110 db seviyesinde logaritmik kuvvetlendiriciler kullanılabilir [3]. Bu geniş aktif duyu aralığı sayesinde alıcı ultrasonik dönüştürücü tarafından üretilen bir kaç milivolt hatta mikrovoltlar seviyesindeki zayıf elektrik sinyalleri dahi algılanabilmektedir. Logaritmik dönüştürücüler sayesinde hedef malzemenin içeriğindeki en küçük ve en büyük ses zayıflamalarına sebep olan yapılar tek bir operatör ekranında detaylı olarak görülebilmektedir.

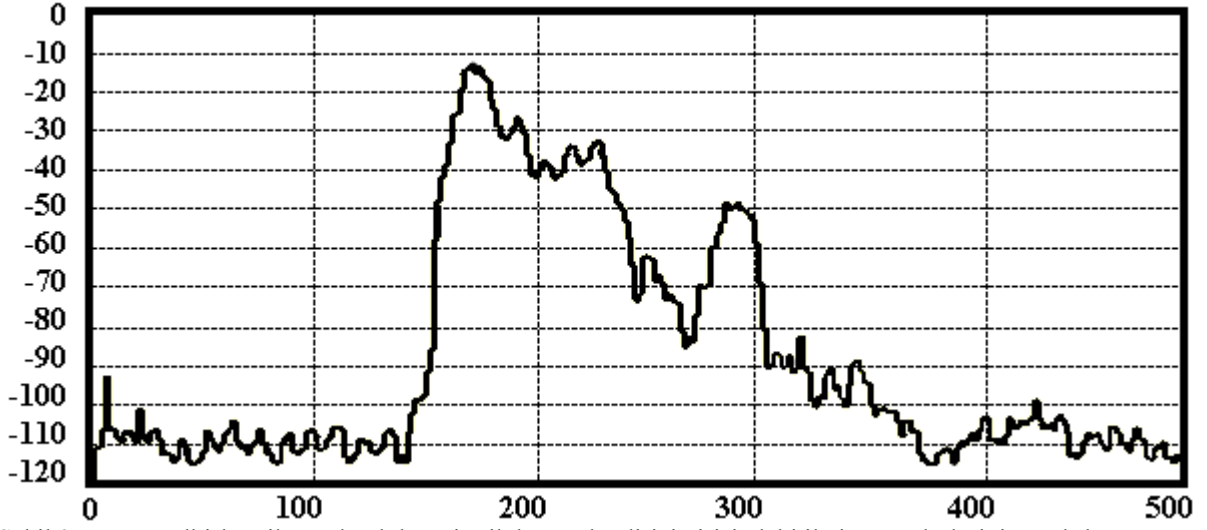
2. Sistemin çalışma prensibi

Algılayıcı ultrasonik sensörlerden elde edilen elektriksel sinyaller RF dalga formundadır ve bu işaret dış ortam yayılım gürültülerinden korunmak amacı ile çift yelekli koaksiyel kablolar ile taşınmaktadır. Yayılım (havadan) gürültüleri topraklama ve maskeleyen yöntemleri ile rahatlıkla en aza indirilebilmektedir. Ancak yüksek güçlerin tüketildiği ve endüstriyel pek çok cihazın bulunduğu fabrika ortamlarında enerji şebekesi üzerinde yüksek miktarlarda iletim gürültüleri oluşmaktadır. NDT tezgahları çok sayıda motora sahiptirler bu motor sayısı tezgahın hareket kabiliyetlerine göre sayıca artış göstermektedir ve bu durum tezgah üzerinde ilave gürültülerin oluşmasına neden olmaktadır. Sinyal taşıyan koaksiyel kabloların toprak hattı ile birden fazla noktada buluşması yerel kapalı çevrimlerin oluşmasına neden olacaktır. Toprak hattının ortak olması gerekir ancak sistemde bu tür çevrimlerin (loop) oluşmaması arzulandır. Şekil 2'de hat filtreleri ile desteklenmiş elektrik şebekesine bağlı olan logaritmik kuvvetlendiricinin, sinyal çıkışı görülmektedir. Şekilde X eksenini örnek sayısını Y eksenini ise zayıflamanın şiddetini verir. 0-150 ve 300-500 arası örneklerde gürültünün sebep olduğu bozulma görülmektedir.



Şekil 2: Şebeke filtreleri, izole güç kaynakları, çift yelekli koaksiyel kablolar kullanıldığı durum.

Algılayıcı sensör kendini hareket ettiren motora çok yakındır. Sistemdeki diğer bozucular gibi bu motor da gürültü üretmektedir ancak diğer bozucu etkilerden farklı algılayıcı sensöre yakın olduğu için bu motorun bozucu etkileri en baskın şekilde logaritmik kuvvetlendirici çıkışında gözlemlenir. Bu iletim gürültüleri hassas logaritmik kuvvetlendiriciye ulaşmasın diye kuvvetlendiricinin toprak hattı tezgahın yalıtılır ve izole güç kaynakları kullanılır. Dış gürültülerin filtrelenmesi için alternatif akım şebekesinin girişine hat filtresi, kabloların etrafına toroidler sarılır ancak bu yöntemlerin hiçbiri gürültünün net bir şekilde kuvvetlendirici üzerindeki etkisini yok edemez (Şekil 2). Algılayıcı sensörün toprağı ile tezgahın metal konstrüksiyonu (şasi) arasındaki iletim yok ortadan kaldırılmıştır. Bu sayede gürültü kaynaklarından gelecek algılayıcı sensörün üretmiş olduğu düşük genlikli elektriksel işaretler içerisine karışan istenmeyen işaretlerin geçişi engellenmiştir. Algılayıcı sensör kokasiyel kablolar ile logaritmik kuvvetlendirici girişinde direkt bağlanarak, kuvvetlendirici üzerindeki iletim (hat, şebeke) gürültüleri azaltılmıştır. Şekil 3'te 0-150 ve 300-500 arası örneklerde gürültünün nasıl giderilmiş olduğu görülmektedir.



Şekil 3: Bütün tedbirlere ilave olarak logaritmik kuvvetlendirici girişindeki iletim gürültülerinin azaltılması.

3. Sonuçlar

İletim hattı gürültülerinin ölçüm sonuçlarında ne büyük hatalara yol açabileceği yukarıdaki şekiller arasındaki farktan kolayca anlaşılabilir. Şekil 2 ve 3'teki işaretler aynı ölçüm düzeneği üzerinden ve standart bir darbe vurusu kullanılarak alınmıştır. Bu nedenle her iki şekilde de logaritmik kuvvetlendiricinin çıkışındaki işaretin ekran görüntüsünün aynı olması beklenirdi. Şekiller dikkatle incelendiğinde 150-300 arasındaki örneklerin benzer oldukları görülür. Bu aralıkta algılayıcı sensör tarafından üretilen işaret en yüksek genlik değerindedir. Bu yüzden logaritmik kuvvetlendirici girişindeki asıl işaret, iletim hattından gelen gürültü bileşeninden çok daha büyük bir genliktedir. Ancak işaret sönümlendiği durumlarda iletim hattındaki gürültüler, algılayıcı ultrasonik sensörün çıkışında elde edilen elektriksel işaretten daha büyük genliklerde salındığından, gürültü etkileri rastgele olarak logaritmik kuvvetlendirici çıkışında gözlemlenir. Logaritmik kuvvetlendiriciler giriş sinyali seviyelerindeki büyük değişimleri, çıkışta daha küçük bir aralıkta ifade ederler. Örneğin giriş 10mV ile 10V arasındaki değişim çıkışta 0.5V ile 1.5V arasında ifade edilebilir. Bu bakımdan logaritmik kuvvetlendiriciler düşük voltaj seviyelerine yani gürültü aralığında yüksek miktarda kuvvetlendirme sağlarlar. Logaritmik kuvvetlendirici girişindeki iletim hattı gürültüleri ayrıştırılarak sistemin gürültü bağımsızlığı artırılmaktadır. Şekil 3, algılayıcı sensörün toprağının tezgahın toprağından ayrılması ile kuvvetlendirici üzerindeki iletim gürültülerinin önemli ölçüde giderildiğini göstermektedir. Bu çalışmada yapılan ölçümler Türk Uzay ve Havacılık Sanayi (TUSAŞ) tesislerinde bulunan otomatikleştirilmiş NDT tezgahları üzerinde yürütülmüştür.

Kaynaklar

- [1]. Le, H. M., Lee J., Lee S. ve Shoji T., "Simulation Technique of Non-Destructive Testing Using Magneto-Optical Film", E-Journal of Advanced Maintenance, 3(1), s.25-38, 2001.
- [2]. Özdemir A. T., "A Low-Cost And Highly Reliable Amplitude Modulator Design For Pc-Based Pci Plug Ultrasonic Pulser Receiver Boards", Electronics World, 120(1937), s.30-33, 2014.
- [3]. Haase, W., ve Maurer, A., "Latest developments on industrial ultrasonic testing of aircraft components", Proceedings of the World Conference on Non-destructive Testing, 2004, Montreal, Kanada, s.225-236.