ÖZET

METAL DEDEKTÖRLERİNDE SİNYALLERİN ASENKRON OLARAK ÖRNEKLENMESİNİ SAĞLAYAN YÖNTEM

Bu buluş; metal dedektörlerinde sinyalin asenkron olarak örneklenmesi işleminde, örneklenen sinyalin genlik ve faz bilgisindeki değişimlere rağmen, sinyal bileşenlerinin kabul edilebilir doğrulukta hesaplanmasını sağlayan yöntem ile ilgili olup, özelliği; alıcı birimine(4) gelen sinyalin, ADC(6) tarafından örneklenen en yakın olası zamanlara denk gelen ve örnekleme aralıklarından çok daha kısa zaman aralıklarına, yani zamanlama değerlerine bölünmesi; daha önceden tanımlı veya dinamik olarak oluşturulmuş katsayılar tablosundan sinüs ve kosinüs katsayılarının veya üstel zaman sabiti katsayılarının bulunması; bunun sonucu olarak senkron örnekleme gerekliliğinin ve sinyal periyodunun örnekleme süresinin tam katı olması gerekliliğinin ortadan kaldırılmış olması ile ilgilidir.

İSTEMLER

1- Bu buluş, metal dedektörleri için bir hedef varlığıyla ve/veya bir hedef türüyle ilgili bilgilerin elde edilmesi için

- bir verici birim(3) aracılığı ile oluşturulmuş manyetik alana, hedefin tepkisi sonucunda oluşan ve bir alıcı birim(4) tarafından alınan sinyalin, en az bir adet dâhili veya harici ADC(6) kullanılarak örneklenmesi,
- bir kontrolör (7) tarafından; bahsedilen bilgilerin elde edilmesi için örnekleme sonucunun faz/genlik bileşenleri ve/veya zaman sabitleri olarak karakterize edilebilmesi amacıyla her örneğin, bir periyot içindeki bir zamanına karşılık gelen katsayılar ile çarpıldığı ve toplamlarının elde edildiği bir DFT tabanlı bir transformasyon tekniğinin uygulanması

adımlarını içeren bir yöntem ile ilgili olup, özelliği;

- bahsedilen kontrolör (7) tarafından, verici biriminin (3) bir referans sinyali iletmesinin sağlanması, bahsedilen referans sinyali, zaman aralıklarına bölünmesi ve bahsedilen zaman aralıklarının, referans zamanlama değerlerine göre işaretlenmesi,
- kontrolör tarafından, ADC'nin (6) referans sinyalin örneklemini almasının sağlanması
- kontrolör tarafından, ADC'nin (6) aldığı her bir örneklemin ilgili referans zamanlama değerleriyle faz farkının tespit edilmesi,
- kontrolör (7) tarafından tespit edilen faz farkları kullanılarak ADC'nin (6) örnekleme aralıklarına eşit ya da daha küçük zamanlama aralıkları için tanımlanan bir transformasyon katsayıları tablosu/dizisinin güncellenmesi,
- kontrolör (7) tarafından, bir hedefin varlık veya türünü tespit edilmesinde kullanılmak üzere verici biriminin (3) bir sinyali iletmesinin sağlanması,
- kontrolör (7) tarafından, ADC'nin (6) bahsedilen sinyalin örneklemini almasının sağlanması
- kontrolör (7) tarafından bahsedilen transformasyon katsayıları tablosu/dizisi kullanılarak, alınan her örneğin zamanına en yakın zamanın tablodan/diziden belirlenmesi ve belirlenmiş bu zamana karşılık gelen katsayıların alınan örnek ile çarpılması;
- kontrolör (7) tarafından asenkron örnekleme ile elde edilen her örnekle, bu örneklere karşılık gelen katsayıların çarpımlarının meydana getirdiği toplamların kullanımıyla hedeflerin faz/genlik ve/veya zaman sabitleri bileşenlerinin elde edilmesi;

işlem adımlarını içermesidir.

2- İstem 1'de bahsedilen yöntem olup, özelliği; tek frekanslı veya çok frekanslı veya zaman alanlı metal dedektörlerinde uygulanabilmesidir.

3- İstem 1'de bahsedilen yöntem olup, özelliği; sinyal üzerinden okunan veya hesaplanan her bir zamanlama değerine karşılık gelen sinüs - kosinüs değerlerinin bir tablo oluşturularak tutulması veya dinamik olarak hesaplanarak saptanmasıdır.

4- İstem 3'te bahsedilen yöntem olup, özelliği; darbe indüksiyon yönteminde zaman alanı kullanılırken zaman sabiti katsayılarının hafızadaki tabloya konumlandırılmasıdır.

5- İstem 1'de bahsedilen yöntem olup, özelliği; bahsedilen hesaplama ve/veya zamanlama ve/veya sinyal dönüştürme işlemlerinin, en az bir mikro-denetleyici ve/veya en az bir dijital sinyal işlemcisi (DSP) ve/veya en az bir FPGA ile gerçekleştirilmesidir.

TARİFNAME

METAL DEDEKTÖRLERİNDE SİNYALLERİN ASENKRON OLARAK ÖRNEKLENMESİNİ SAĞLAYAN YÖNTEM

Teknik Alan

Bu buluş; verici biriminde oluşturulmuş tek frekanslı, çok frekanslı ve/veya zaman alanındaki manyetik alanın, alıcı birimde gerilim sinyaline dönüştürülüp, analog sayısal dönüştürücü (ADC) ile asenkron olarak örneklenmesini ve örneklenen sinyalin ölçülen faz/zaman ve genlik bilgisindeki, asenkron örneklemeden kaynaklanan değişimlere rağmen sinyal bileşenlerinin kabul edilebilir doğrulukta hesaplanmasını sağlayan yöntem ve bu yöntem ile çalışan metal dedektörü ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Metal dedektörlerinden, bulunmak istenen hedefi, hızlı ve güvenilir şekilde tespit etmesi beklenmektedir. Ancak; toprak içindeki ferromanyetik bileşenler ve hedef dışındaki diğer metalik nesneler, yanlış alarma neden olabilmektedir.

Tek frekanslı metal dedektörlerinde yanlış alarm oranı yüksek iken; çoklu frekans metal dedektörlerinde bu oran azaltılabilmektedir. Çoklu frekans metal dedektörlerinde, verilen sinyal içeriğindeki farklı frekanslar sayesinde, dönüş sinyalinde frekans temelli ayırt edicilik artmakta ve dolayısıyla yanlış alarm oranı azalmaktadır. Zaman alanı metal dedektörleri tek dikdörtgensel pulse yerine patern şeklinde pulslar uyguladıklarında; tek pulse ile patern pulslar arasında tek frekans - çoklu frekans ilişkisine benzer yönler söz konusu olmaktadır.

Mevcut teknikteki bazı metal detektörleri; tek frekanslı sinyal ile çalışmakla birlikte, kullanıcıya önceden belirlenmiş frekanslardan herhangi birini seçme imkanı tanımaktadır. Frekans seçimi; farklı ferromanyetik özelliğe sahip topraklardaki, farklı metalik hedeflerin tespit edilmesi için faydalıdır. Ancak bu tip dedektörlerde, frekans çeşitliliği oldukça sınırlı kalmaktadır.

Modern metal dedektörlerinde; alıcı birim tarafından alınan analog sinyallerin işlenebilmesi (analiz edilebilmesi) için bu sinyallerin sayısallaştırılması (dijitalleştirilmesi) gerekmektedir. Bahsedilen sayısallaştırılmış dijital sinyal; analog sinyalin, zaman içinde, farklı noktalarından örneklenmesi ile elde edilmiş sinyal olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda, analog / dijital dönüşüm sürecindeki ilk adım; verici aracılığı ile oluşturulan değişken manyetik alanın elektriksel olarak elde edilmesidir. Bu işlem; anahtarlama elemanında gerçekleşmektedir.

Mevcut metal dedektörlerinde, anahtarlama elemanın anahtarlama işlemi tipik olarak bir kontrolör tarafından gerçekleştirilmektedir. Anahtarlama elemanının; anahtarladığı gerilim kaynağı, verici birime iletilmekte ve akım ile orantılı olarak verici bobin aracılığıyla manyetik alan oluşmaktadır. Hedefin bulunduğu konumu da kapsayan bu manyetik alan, Eddy akımları aracılığı ile hedefin tekrar bir manyetik alan üretmesine neden olmaktadır. Hedefte yeniden üretilen manyetik alan, alıcı bobin üzerinde gerilime neden olmakta ve sinyal, alıcı birim üzerinden geçerek senkron integratör birimine ulaşmaktadır. Kontrolör; senkron integratör birimine uyguladığı kontrol sinyalleri üzerinden gelen sinyalin dalga formunun önceden belirlenen aralıklarda belirli integralinin alınmasını sağlamaktadır. Belirli integrali alınan sinyal, örnekleme biriminde, yani ADC'de (analog dijital dönüştürücüde) sayısallaştırılmaktadır. Kontrolör, örneklenen sinyalin eş fazlı ve dik fazlı bileşenlerini; vericinin zamanlamasına senkron zamanlama ile farklı açılarda ve iki veya daha fazla boyutlu vektör elde edecek şekilde hesaplamaktadır.

Belirli integralin, analog devre elemanları tarafından, alınmasının bir alternatifi "örnekle ve tut (Sample &Hold; S&H)" yöntemidir. Örnekle ve tut yönteminde; verici birimine senkron şekilde, ihmal edilebilecek kadar kısa aralıklarla örnekleme yapılmakta ve veri, vektörel olarak hesaplanmaktadır. Bu çalışma şeklinde; analog dijital dönüştürücü (ADC) gelen sinyali, eşit aralıklarla ve tekrarlı zamanlarda (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7…) örneklemektedir. Gelen sinyalin sinüzoidal bileşeninin bir periyodu 360 derece olarak ifade edilirse, ADC, örnek olarak (Şekil-2); gelen sinyalin ilk peryodundaki t_1 anında 0 dereceyi, t_2 anında 120 dereceyi, t_3 anında 240 dereceyi örneklemektedir. Sinyalin ikinci peryodunda; bu zamanlamalar tam olarak, sırasıyla t_4, t_5, t_6 anlarına karşılık gelmekte ve t_7 anında tekrar 0 derece örneklenmektedir. Bu işlemin sonunda vektörün bu örnekleme anlarından yararlanılarak hesaplanması için ADC'nin örnekleme frekansının, sinyalin frekansının tam katı olması gerekmektedir. ADC'nin hızı, sinyal hızına göre, ne kadar yüksek olursa, gelen sinyalin o kadar fazla noktası örneklenebilir.

Eğer ADC'nin örnekleme zamanı, düzenli örnekleme periyodundan farklı olursa; hesaplanan değerler hatalı veya değişmiş olacaktır. Bunun neticesinde de gelen sinyalin eş fazlı ve dik fazlı bileşenleri her periyot için birbirinden farklı hesaplanacaktır. Bu yöntemin performansında; kullanılan ADC'nin çözünürlüğü, örnekleme hızı, örneklemeler arası zaman kayması (jitter) gibi özellikler çok önemlidir. Bu durum; kullanılabilecek ADC çeşitliliğini, çözünürlük ve hız konusunda kısıtlamaktadır.

Mevcut teknikte; US7579839 numaralı, "Metal detector" başlıklı patent dokümanında, dikdörtgen dalga formunda çoklu frekans gönderimi yapan ve "senkron demodülatörler" aracılığıyla gelen sinyali alıcı biriminde örnekleyerek daha sonra bu örneklerin analizi

edilmesiyle sonuca varan metal dedektörü tarif edilmektedir. Senkron demodülasyon; alıcı biriminden iletilen analog voltaj sinyalinin, verici ile senkron olarak işlendiğini ifade etmektedir.

US7579839 numaralı patent dokümanında bahsedilen senkron integratör; elektrik yükünün toplantıdığı bir kondansatör üzerinden voltaj anahtarlaması yaparak veya başka bir ifade ile gerilimin periyod içindeki bir zaman aralığında basit bir şekilde ortalamasını alarak elektronik ortamda belirli integralleri elde etmektedir. Bu sayede; daha yavaş bir ADC ile; kondansatörde ortalaması alınmış gerilim okunarak örnekleme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Örneklenmek istenilen sinyal ile gerekli olan senkron olma durumu, senkron integratör ile sağlandığından dolayı; ADC'nin örnekleme frekansının gelen sinyalin frekansına bağlı olma şartı ortadan kalkmaktadır. Ancak, bu çözüm; fazladan elektronik malzeme kullanılması dolayısıyla, maliyet artışına sebep olmaktadır. Aynı zamanda kullanılan elektronik malzemelerin; ısı, yaş gibi parametreleri değişken performans göstermelerine yol açmakta ve dolayısıyla sonuçların cihazdan cihaza farklılık göstermesine sebep olmaktadır. US7579839 numaralı patent dokümanında, senkronize örnek alma yönteminden bahsedilmiş olmakla birlikte, bu yöntemin "demodülasyon" kavramı ile doğrudan bir ilgisi görülmemektedir.

Dijital senkron alıcı ile yapılan sayısallaştırma işleminde, ADC'nin gelen sinyalin bir periyodundaki örnekleme yapacağı zamanlar önceden belirlenmiştir. Dolayısıyla sinyalin; her fazının veya açısının, hangi zamana karşılık geldiği bilinmektedir. Vektör hesabının hızlı şekilde yapılabilmesi için önceden bilinen bu açılara karşılık gelen sinüs ve kosinüs değerleri katsayı olarak uygulanmak üzere, genellikle bir tabloda tutulmaktadır. Sonrasında ise; her örnek, tabloda karşılık gelen sinüs ve kosinüs katsayıları ile çarpılarak, gelen sinyalin sinüs ve kosinüs bileşenleri hesaplanmaktadır. Bu çalışma biçimi; Tek Noktalı Ayrık Fourrier Dönüşümü (DFT İng. Discreet Fourrier Transform) olarak bilinen, aşağıdaki hesaplama yöntemi ile ifade edilebilir.

$$V_X[f] = \sum_{n=0}^{N-1} \mathrm{v[n]}.\cos\frac{2\pi nf}{f_s} \quad ve \quad V_Y[f] = \sum_{n=0}^{N-1} \mathrm{v[n]}\,.\sin\frac{2\pi nf}{f_s}$$

Yukarıdaki bağıntıda; "V_X[f] ve V_Y[f]" istenen frekanstaki vektörün X ve Y eksenindeki bileşenlerini, "N" alınmış toplam örnek sayısını, "v[n]" bir periyotta alınmış olan "n" sıra numaralı örneği, "f" sinyalin frekansını ve "f_s" örnekleme frekansını ifade etmektedir. Bu işlemde; N değeri, sinyalin temel frekansı "f" ile örnekleme frekansı "f_s" ilişkisine uygun olmalıdır. Örneğin; sinyal, bir tam periyot tamamlandıktan sonra DFT hesaplanırken; $N = ||fs/f||$ olarak seçilebilir. Burada || ||işleci en yakın tam sayı fonksiyonunu ifade eder. Örnekleme frekansı, istenilen frekansın tam katı olmalı ve alınmış örneklerin tamamı en düşük frekans bileşeninin periyodunu kapsayacak şekilde olmalıdır. Dönüşüm birden fazla frekans üzerine ayrı ayrı

uygulanabilir veya Hızlı Fourrier Dönüşümü (FFT İng. Fast Fourrier Transform) tekniği ile bütün frekans bileşenleri tek ortak algoritmada hesaplanabilir.

Yukarıdaki formülde; $sin\left[\frac{2\pi nf}{f_s}\right]$ ve $cos\left[\frac{2\pi nf}{f_s}\right]$, DFT hesabı için gerekli olan sinüs ve kosinüs katsayılarıdır. Bu katsayılar; transformasyon katsayıları olarar tanımlanabilir. Bu katsayılar; yukarıda da bahsedilmiş olan ve genellikle işlem biriminin içinde veya buna bağlı hafızada olan tabloda (look-up table) tutulmaktadır. Örneğin; $f = 1kHz$ ve $fs = 3kHz$ ise başvuru tablosu, sinüs ve kosinüs katsayıları için 3'er uzunluklu olmaktadır. Diğer bir örnek olarak; $f = 1kHz$ ve $fs = 8kHz$ ise, başvuru tablosu, sinüs ve kosinüs katsayıları için 8'er uzunluklu olmaktadır.

Eğer fs, f'in tam katı olursa, sinyalin her periyottaki ilk örneği, tekrarlayan sinyalin aynı noktasından alınmaktadır. Böylece; sinyalin her bir periyotunda eşit sayıda örnek alınabilmektedir. Bu bağlamda; sinüs ve kosinüs katsayıları, halihazırda oluşturulmuş tablodan, her zaman doğru şekilde seçilebilmektedir. Bu şekilde çalışan bir sistemin; alıcı-verici birimleri "senkron" durumda denilebilir.

Eğer fs, f'in tam katı olmazsa; sinyalin her bir periyot zamanı boyunca, aynı sayıda ve aynı noktalardan örnek alınması ön görülemez. Bu bağlamda; sinüs ve kosinüs katsayıları, her bir periyot için farklı noktalarda ortaya çıkar. Bu durumda; her periyot sonunda sinyalin ölçülen faz bilgisi değişim gösterecektir. Bu şekilde çalışan bir sistemin; alıcı-verici birimleri "asenkron" durumdadır.

Senkron sistemde; sinyalin faz bilgisi her zaman aynı şekilde, katsayılarda değişim gereği duyulmadan, ölçülmektedir. Asenkron sistem ise; Nyquist kriterine uyacak şekilde, istenilen herhangi bir frekansta çalıştırılabilmektedir. Ancak, asenkron sistemde faz bilgisi; sinyalin her bir periyodu için değişim gösterdiğinden, aynı şekilde ölçülememektedir.

O'Donoghue Kilian ve diğerlerine ait "EM izleme sistemlerinde kullanım için düşük-maliyetli süper-Nyquist asenkron demodülasyon"da, asenkron bir demodülasyon sistemiyle birleşim halinde süper-Nyquist örnek oranlarının kullanımı ifşa edilmektedir.

US2007242758A1'de, bir aparat ve bir taşıyıcı sinyal tarafından eşzamanlı olarak sağlanacak bir iletim bobininin AC gerilim enerjilendirmesini bilgisayar tahriki altında sağlamak için nesnelerin üzerindeki kusurların tanımlanması için ve en az bir alıcı bobin vasıtasıyla alınacak esasen genlik-modülasyonlu alınan sinyal için bir yöntem ifşa edilmektedir. Burada ayrıca büyüklük ve faz oluşumuyla sadece alınan sinyaldeki taşıyıcı sinyalin değil ayrıca benzer şekilde sırasıyla ilgili büyüklük ve faz oluşumuyla alınan sinyalde bulunan taşıyıcının harmoniklerinin bir demodülasyonu da gerçekleştirilmektedir.

US5055784A'da, bir burgaç akımı ölçüm sistemi ifşa edilmektedir. Kompleks bir prop empedansının büyüklüğünü ve faz açısını hesaplamak için prop bobini üzerindeki gerilimi ve üzerinden geçen akımı temsil eden bir tahrik sinyali ve gerilim sinyalleri tarafından bir burgaç akım probunun tahrik edildiği açıklanmakta ve gösterilmektedir. Gerilim sinyallerinin dijitalleşmesi, ayrı olarak çalıştırılan ve bir mikroişlemci tarafından başlatılan bir kontrol lojik sistemi tarafından kontrol edilmektedir ve burada mikroişlemci, edinilen verileri analiz etme ve bunlardan empedans büyüklüğünü ve faz açı değerlerini hesaplama işlevine sahiptir.

Buluşun Kısa Açıklaması

Buluş konusu yöntem; asenkron örneklemede, örneklenen sinyalin ölçülen faz bilgisindeki değişimlere rağmen, sinyal fazının ve genliğinin kabul edilebilir doğrulukta hesaplanmasını sağlamaktadır. Bahsedilen hesaplamanın yapılabilmesi için; örnekleme frekansına göre seçilen sinüs kosinüs katsayılarını içeren başvuru tabloları yerine, örnekleme hızından çok daha yüksek hızda sinyal faz bilgisinin takip edilmesini sağlayan dinamik katsayılar kullanılmaktadır.

Buluşun amacı; dikdörtgensel paternli, sinüzoidal dalga formlarında veya pulse dizisi şeklinde manyetik alan oluşturan bir metal dedektöründe, alıcı birimine gelen sinyalin yüksek çözünürlüklü, yüksek hızlı ADC ile asenkron olarak örneklenmesi ve bu sinyalin eş fazlı ve dik fazlı bileşenlerinin minimum hata ile hesaplanmasıdır.

Bu buluş, asenkron sinyal örnekleme ile çalışabilen yöntemi sayesinde; metal dedektörünün alıcı birimde örneklenmek istenilen sinyalin periyodunun, ADC'nin örnekleme periyodunun tam katı olma gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Böylece, asenkron dijital alıcılı metal dedektörü; verici biriminde istenilen her frekansta sinyal üretebilmektedir.

Buluş sayesinde; senkron örneklemeye kıyasla, gelen sinyal daha detaylı analiz edilmektedir.

Buluşun diğer bir avantajı; senkronizasyon amacıyla fazladan kullanılan elektronik elemanların ve fazla eleman kaynaklı enerji sarfiyatının ve elektriksel gürültülerin bertaraf edilmiş olmasıdır.

Buluş; "senkronizasyon" gereksinimini ortadan kaldırdığından dolayı, çözünürlük ve hız konusunda daha geniş bir ADC çeşitliliğinden yararlanma olanağı sağlamaktadır. Bu bağlamda, buluşun diğer bir avantajı; SAR ADC'lere (İng. Successive Aproximation Register ADC) ifadesini ekleyebilriz (konuda daha önce geçmedi, İngilizcesinde parantez ile vermişiz). göre daha ekonomik olan Sigma-Delta ADC'lerin kullanılabilmesi ve böylece yüksek çözünürlük ve hızlara sahip ADC'lerin tercih edilebilmesidir.

Bu buluş, bundan sonra; aşağıda listelenmiş şekillere ve grafiklere değinilerek, referanslar aracılığıyla, daha detaylı olarak açıklanmaktadır:

Şekillerin Açıklaması

Şekil 1: Bir dijital metal dedektörünün örnek blok şemasını göstermektedir.

Şekil 2: Gelen sinyalin, senkron ve asenkron örnekleme zamanları grafiğidir. t_n zamanları senkron örnekleme, t'_n zamanları asenkron örnekleme zamanlarını işaret etmektedir. 17, 18, 19, 20 ….. 36 sayıları zamanlamaya ilişkin sayaç değerlerini ifade etmektedir.

Referans Numaralarının Açıklaması

NO	PARÇA ADI
1	Verici bobin
2	Alıcı bobin
3	Verici birimi
4	Alıcı birimi
5	Anahtarlama elemanı
6	ADC
7	Kontrolör

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Bu buluş; tek frekansta ve/veya çok frekansta ve/veya pulse şeklinde manyetik alan oluşturan verici birimi(3) ve bahsedilen verici birimi(3) tarafından oluşturulmuş olan değişken manyetik alan nedeniyle hedefte meydana gelen manyetik alanın, elektriksel olarak alınmasını sağlayan alıcı birimine(4) sahip olan metal dedektörü ile ilgili olup, özelliği; alıcı birimine(4) gelen sinyalin, verici birimine(3) asenkron biçimde en az bir adet ADC(6) (analog sayısal dönüştürücü) vasıtasıyla örneklenmesi ve bu şekilde elde edilen sinüzoidal bileşenlerinin analiz edilmesidir.

Örneklemenin asenkron olarak gerçekleştirildiği metal dedektöründe; kontrolör(7) tarafından üretilen çoklu frekans bileşenlerini içeren sinyal, anahtarlama elemanına(5) uygulanmaktadır. Anahtarlama elemanının(5); anahtarladığı gerilim kaynağı, verici birime(3) iletilmekte ve akım

ile orantılı olarak verici bobinde(1) veya verici bobin(1) çevresinde manyetik alan oluşmaktadır. Manyetik alan hedef içinde bir akım oluşturmaktadır. Bunun sonucunda hedefteki akım, manyetik alan oluşturmakta ve alıcı biriminden(4) geçerek ADC'ye(6) ulaşmak üzere alıcı bobin(2) üzerinde gerilim meydana getirmektedir. ADC(6) ile asenkron biçimde örneklenen sinyalin eş fazlı ve dik fazlı bileşenleri, kontrolör(7) tarafından hesaplamaktadır. Aynı süreç; zaman alanlı, (örneğin pulse endüksiyonlu) metal dedektörlerinde, bahsedilen faz bileşenleri yerine, üstel zaman sabitlerinin kullanılması ile geçerlidir.

ADC(6) ile yapılan asenkron sayısallaştırma işleminde; örneklenmek istenilen sinyalin periyodu, örnekleme periyodunun tam katı değildir. Dolayısıyla ADC'nin(6), gelen sinyalin hangi anında örnekleme yapacağı önceden kestirilemez. Bu nedenle; kontrolör(7) hafızasında, hazır bir sinüs ve kosinüs tablosunun ön tanımlı bir örnek alma zamanına göre kayıtlı olmasının faydası bulunmamaktadır. Buna karşın, asenkron yapının büyük bir faydası; uygun maliyet ile yüksek hızlı ve yüksek çözünürlüklü ADC(6) kullanmaya imkân sağlamasıdır. Fakat asenkron yapının uygulanabilmesi için gelen sinyalin senkronize hali ile asenkron örnekleme arasındaki zaman farkının bilinmesi gerekmektedir.

Bu buluş; ADC(6) ile gerçekleştirilen asenkron örnekleme ile gelen sinyalin senkronize hali arasındaki zaman farkının önceden bilinmesini sağlayarak, senkronize olunmamasından kaynaklanacak olası ölçüm sapmalarının giderilmesini sağlamaktadır.

Buluş konusu asenkron sinyal örnekleme yönteminde; kontrolör(7), üretilen çoklu frekans sinyal periyodunu istenilen çözünürlüğe göre zaman aralıklarına bölmektedir. Belirtilen aralıkların her periyodu, örnekleme periyodundan çok daha kısa süreli olmakta ve bunların her biri için birer sayısal sabit tutulmaktadır. Bahsedilen zamanlama değerleri; zamanlayıcı ve sayaç gibi bileşenler ile tutulabilmektedir. Her zaman aralığı için; bu zaman aralığına denk gelen sinus ve kosinüs katsayılarından oluşacak şekilde bir tablo oluşturulmaktadır. Bu tablonun adımları, zamanın o frekanstaki faz (açı) değerlerine karşılık gelmektedir. Tablo içeriği, analiz edilecek frekansa bağlı olduğundan; her frekans için özel olarak oluşturulmaktadır. Kullanılacak frekanslar önceden tanımlıysa, bu frekansların tamamı için ayrı ön tanımlı tablo da oluşturulabilir. Önceki yöntemlere göre önemli farkı; tablonun örnekleme anlarına göre değil, örneklenmesi olası olan zaman dilimlerine karşılık gelmesidir.

Örnekleme frekansı; fs iken, zaman aralığı Δt olarak alınırsa;

$$\Delta t = 1/fs$$

olmaktadır. Yukarıdaki eşitlik örnekleme frekansının sonucu oluşan zaman aralığını bir hata olarak ifade etmektedir. Aynı ifade; ADC(6) ile örnekleme hızı yükseldiğinde, aynı zaman hatasını "doğru zamanlama" kavramı ile ifade etmek için kullanılabilecektir. Bu bağlamda;

$$\Delta t' = 1/(Mfs)$$

şeklinde ifade edildiğinde M>1 olmak üzere, “M” değeri ADC(6)’nin aldığı örnekler arasındaki zaman hassasiyetini tanımlamaktadır. Bahsedilen zamanlama değerleri, asenkron şekilde örneklenen sinyalin faz değişimini takip etmek için kullanılmaktadır. Bu amaçla; N bir sinyal periyodunda alınan toplam örnek sayısını ifade etmek üzere, M * N uzunluklu sinüs kosinüs dinamik katsayı tablosu, başka bir ifade ile transformasyon katsayıları oluşturulmaktadır. Zamanlama değeri; sinyal periyodunun sonundaki değere oranlanarak sinüs ve kosinüs katsayılarının alınacağı konumu bulmak için kullanılabilir. Son olarak, örneklenen değerler ile bunlara ilişkin sinüs ve kosinüs değerleri çarpılarak gelen sinyalin vektörel bileşenleri bulunmaktadır. Bu bağlamda; çözünürlük ne kadar yüksek seçilirse, o kadar hassas sonuç veren bir hesaplama yapılabilmektedir.

Buluş konusu asenkron örnekleme sistemine Şekil-2’deki sinyal üzerinden örnek verilirse; ADC(6), gelen sinyali, t'_1, t'_2, t'_3, t'_4, t'_5, t'_6, t'_7… anlarında, eşit veya eşit olmayan aralıklarla ve birbirini tekrar etmeyen zamanlarda örneklemektedir. Şekil-2’deki örneğin asenkron örnekleme kısmında, ADC(6); gelen sinyalin ilk peryodundaki t'_1 anında 0 dereceyi, t'_2 anında 111 dereceyi, t'_3 anında 221 dereceyi, t'_4 anında 332 dereceyi örneklemektedir. ADC(6), gelen sinyalin ikinci peryodunda ise, t'_5 anında 83 dereceyi, t'_6 anında 193 dereceyi ve t'_7 anında ise 304 dereceyi örneklemektedir. Örnekte de görüldüğü üzere; ADC(6), gelen sinyali eşit aralıklarla asenkron biçimde örneklemekte fakat takip eden iki periyotta örnekler, aynı açı derecelerine karşılık gelmemektedir. Bu durum; örneklenen sinyalin, faz bilgisinin, sinyalin her periyodunda farklı ölçülmesine neden olmaktadır. Buluş konusu yöntemde, asenkron örneklemeden kaynaklanan faz farkı; kontrolör(7) tarafından takip edilmekte ve hesaplamaya dahil edilmektedir. Kontrolör(7), verici biriminde(3) üretilen referans sinyali anahtarlama elemanına(5) uygularken referans zamanlama değerleri tutmaktadır. Buluş konusu yöntemde, sinyal; daha küçük zaman aralıklarına ($\Delta t'$) bölünmüştür. Bahsedilen zaman aralıkları; Şekil-2’deki örnekte 17, 18, …… 36 şeklinde gösterilmiştir. Referans zamanlama değerleri ise; zaman aralıklarını sırasıyla 0, 1, 2, ….. 19 şeklinde işaretlemekte ve zamanlama işaretindeki açı değerlerinin hesaplanmasını sağlamaktadır. Bahsedilen zamanlama değerleri; zamanlayıcı, sayaç vb. bir bileşen ile tutulabilmektedir. ADC’nin(6) asenkron şekildeki her bir örneklemesinde; referans zamanlama değerine göre, o andaki (örnekleme anındaki) açı değeri hesaplanmaktadır. Referans zamanlama sayesinde; ADC’nin(6) gelen sinyal ile arasındaki senkronizasyon farkı ve böylece asenkron örneklemeden kaynaklanan faz ölçümü değişimleri belirlenmiş olmaktadır.

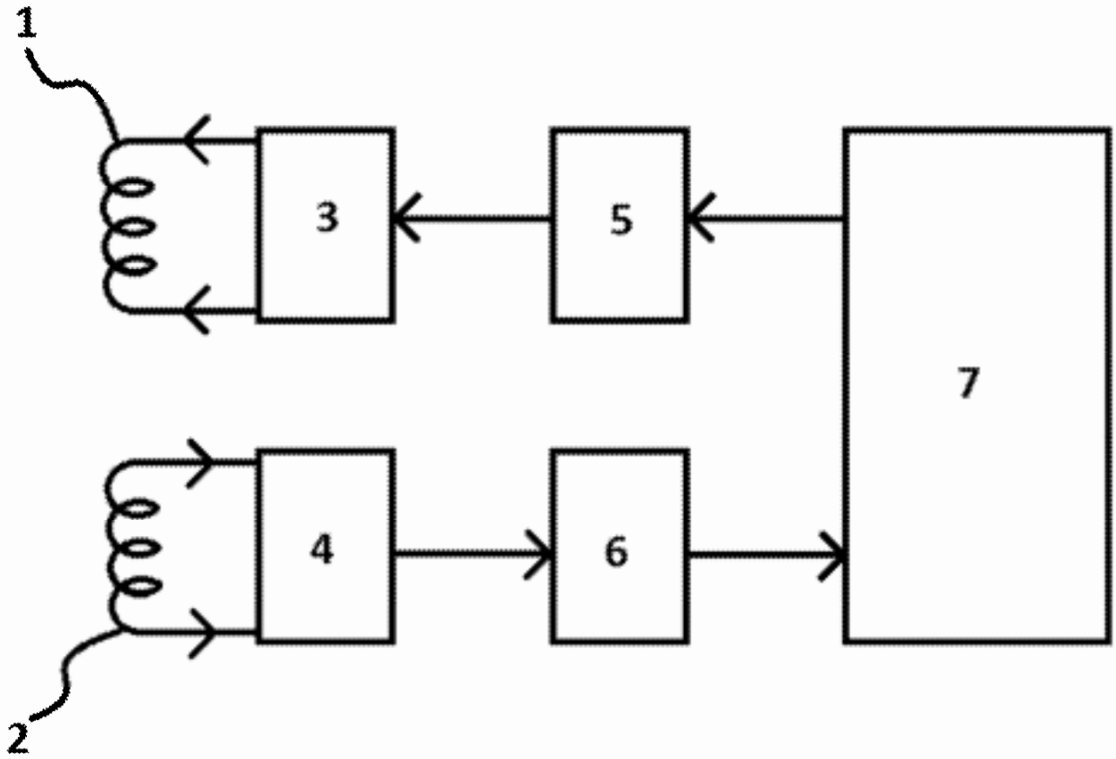
Buluş, metal dedektörlerinde hedef varlığı ve/veya hedef türüne ilişkin bilgilerin elde edilebilmesi amacıyla; bir verici birim(3) aracılığı ile oluşturulan manyetik alana hedefin tepkisi

sonucunda oluşan ve bir alıcı birim(4) tarafından alınan sinyalin en az bir adet dâhili veya harici ADC(6) kullanılarak örneklenmesini ve sonucun faz/genlik bileşenleri ve/veya zaman sabitleri olarak karakterize edilmesi amacıyla her örneğin periyot içindeki zamanına karşılık gelen katsayılar ile çarpılması ve toplamlarının elde edilmesinden oluşan DFT tabanlı bir transformasyon tekniğinin uygulanmasını içeren bir yöntemdir. Buluş; senkron olarak çalışan mevcut tekniğe ek olarak, örneklemeyi asenkron olarak gerçekleştirebilme sürecini aşağıdaki işlem adımları ile sağlamaktadır. Buluşun özelliği;

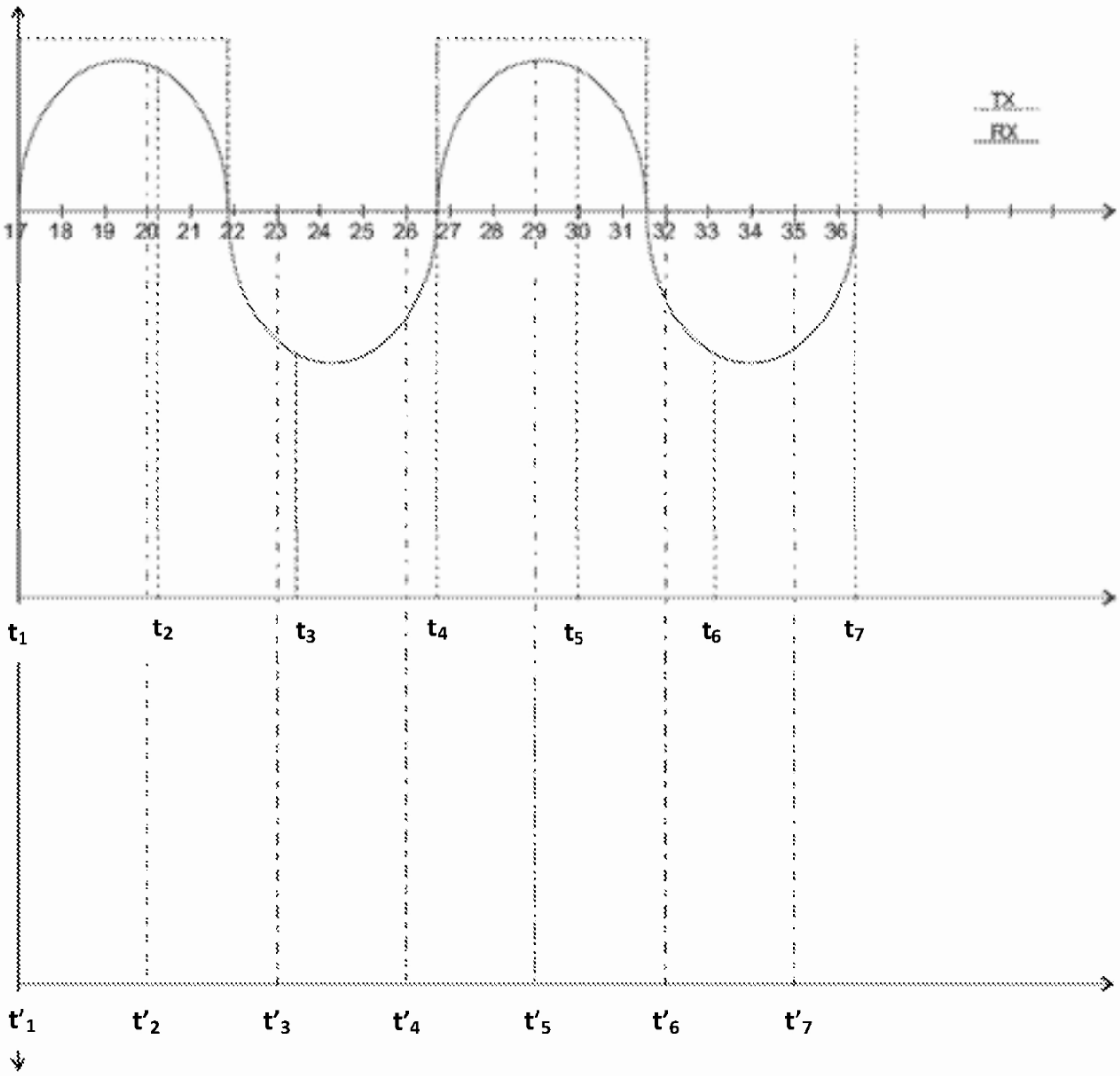
- ADC(6)'nin örnekleme aralığından daha küçük veya eşit zaman aralıkları için tanımlanmış transformasyon katsayıları tablosu/dizisi kullanılarak, alınan her örneğin zamanına en yakın zamanın tablodan/diziden belirlenmesi ve belirlenmiş bu zamana karşılık gelen katsayıların alınan örnek ile çarpılması;
- Asenkron örnekleme ile elde edilen her örnekle, bu örneklere karşılık gelen katsayıların çarpımlarının meydana getirdiği toplamların kullanımıyla hedeflerin faz/genlik ve/veya zaman sabitleri bileşenlerinin kabul edilebilir doğrulukta elde edilmesi;

işlem adımlarını içermesidir.

Buluşun tercih edilen kapsamında, zamanlama süreci işlemci içindeki sayaçlar ile sağlanmaktadır. Bahsedilen sinüs ve kosinüs katsayı tablosunun büyüklüğü ve sayaçların hızı (zamanlama değerlerinin sayısı) ihtiyaç duyulan çözünürlük ve analiz edilecek frekans spektrumu ile değişmektedir.



Şekil 1


TX
RX
17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7
t'1 t'2 t'3 t'4 t'5 t'6 t'7

Şekil 2