

ÖZET**POZİSYON MODULASYONU KULLANILARAK ORTAK ALGILAMA VE İLETİŞİME
YONELİK BİR ÇERÇEVE TASARIMI**

5

Aşağıdaki adımlardan oluşan, radar ve iletişim sistemi çerçeve tasarımına yönelik bir yöntem önerilmektedir: a. bit bölücü (40) tarafından gelen bilgi bitlerinin (70) bölünmesi b. Bitler, b1 ve b2 şeklinde bölünmektedir. c. b1 bitleri zaman eksenini (b) üzerindeki radar sekansının pozisyonunu tanımlamak için kullanılmaktadır. d. Radar dizisine yönelik pozisyonun tanımlanmasından sonra; radar sekansı, (c) aracılığıyla o pozisyon üzerinden iletilmektedir. e. kalan b2 bitleri, BPSK ile modüle edilmektedir ve (d) aracılığıyla kalan pozisyonlar üzerinden iletilmektedir.

10

(Şekil 3)

ABSTRACT**A Frame Design for Joint Sensing and Communications using Position Modulation**

5 A method for frame design of radar and communication system is proposed which consists of
following steps: a. Splitting incoming information bits (70) by bit splitter (40) b. The bits are
splitted as b1 and b2. c. b1 bits are used to define the position of radar sequence over the
time axis (b). d. After identifying the position for the radar sequence; the radar sequence is
transmitted over that position via (c). e. the remaining b2 bits are BPSK modulated and are
10 transmitted over the remaining positions through (d).

(Figure 3)

İSTEMLER

1. Radar ve iletişim sistemi çerçeve tasarımına yönelik bir yöntem önerilmekte olup, özelliği; aşağıdakileri adımlardan oluşmasıdır:
 - 5 a. Bit bölücü (40) tarafından gelen bilgi bitlerinin (70) bölünmesi,
 - b. Bitlerin, b1 ve b2 şeklinde bölünmesi,
 - c. b1 bitlerinin, zaman eksenini (b) üzerindeki radar sekansının pozisyonunu tanımlamak için kullanılması,
 - d. Radar dizisine yönelik pozisyonun tanımlanmasından sonra; radar sekansının, (c) aracılığıyla pozisyon üzerinden iletilmesi,
 - 10 e. Kalan b2 bitlerinin, BPSK ile modüle edilmesi ve (d) aracılığıyla kalan pozisyonlar üzerinden iletilmesi.

CLAIMS

1. A method for frame design of radar and communication system is proposed which consists of following steps:
 - 5 a. Splitting incoming information bits (70) by bit splitter (40).
 - b. The bits are splitted as b1 and b2.
 - c. b1 bits are used to define the position of radar sequence over the time axis (b).
 - d. After identifying the position for the radar sequence; the radar sequence is transmitted over that position via (c).
 - 10 e. the remaining b2 bits are BPSK modulated and are transmitted over the remaining positions through (d).

TARİFNAME**POZİSYON MODULASYONU KULLANILARAK ORTAK ALGILAMA VE İLETİŞİME
YONELİK BİR ÇERÇEVE TASARIMI**

5

Teknik Alan

Buluş, ortak algılama ve iletişim sistemleri için çerçeve tasarımına yönelik bir yöntemdir.

- 10 Onerilen yöntemde; gelen bilgi bitlerinin bir alt kümesi, zaman ekseninde radar algılaması için ayrılmaktadır. Bu bilgi biti alt kümesi, radar sekansının, Çift Fonksiyonlu Radar İletişim sisteminin çerçeve yapısında zaman ekseninde nereye ekleneceğine karar verecektir.

Önceki Teknik

15

Yeni nesil kablosuz iletişim, örneğin hava trafik kontrolü, otonom sürüş ve güvenlik uygulamaları gibi hem algılama hem de gönderme özellikleri gerektiren yüksek hızlı ve yüksek kaliteli birkaç kablosuz uygulama sunmaktadır [1]. Bu bant genişliğine doymayan kablosuz iletişim uygulamaları, tipik olarak radar sistemlerine atanan taşıyıcı frekanslarını gerektirmektedir. Dahası, elektrik ve elektromanyetik enerji kullanan insan aktivitelerinin neden olduğu elektromanyetik kirliliğin sınırlandırılmasına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu faktörlerin tamamı, radar ve iletişim sistemlerini birleştirmesi konusunda bilim camiasını zorlamaktadır.

20

Son birkaç yıl içinde, benzer bant genişlikleri kullanılarak radar algılama ve iletişim sistemleri arasında birlikte kullanım çalışması ivme kazanmıştır. Farklı teknikler/senaryolar, radar-iletişimin bir arada olmasını mümkün hale getirmek için önerilmiştir [2]. Hem radar hem de iletişim sekanslarından oluşan bir çerçeve yapısı, eş zamanlı olarak algılama ve iletişim fonksiyonlarını karşılamaktadır.

25

30 Literatürde, "Ortak Radar ve İletişimi"ni uygulamak için birkaç dağıtım mekanizması bulunmaktadır. Bunlar, Birlikte Kullanım ve Ortak Tasarımdır [3]. Birlikte kullanım senaryosunda, hem radar hem de iletişim sistemi, bağımsız olarak aynı spektral kaynakları paylaşarak var olmaktadır. Ancak, aynı frekans bandının paylaşılmasından dolayı; radar ve iletişim sistemi birbiriyle girişime neden olmaktadır. Dolayısıyla, bu topolojideki ana odak, 35 alıcıdaki girişimin yönetilmesidir [3].

Ortak Tasarım, hem algılama hem de gönderme işlevlerini gerçekleştirebilen bir tek dalga biçiminin tasarlanmasına odaklanmaktadır. Ayrıca bu, literatürde DFRC (Çift Fonksiyonlu Radar İletişimi) şeklinde adlandırılmaktadır. Son deneyler, Fraksiyonel Fourier Dönüşümü (FrFT) kullanılarak çok taşıyıcılı dalga biçiminin cıvıltı alt taşıyıcısının içindeki verinin bindirimini doğrulamıştır [4].

Rad-Com (Radar tarafından kullanılan iletişim) sistemlerinde, radar sinyali, verileri göndermek için kullanılmaktadır. Geleneksel yol, radar cıvıltılarına bilginin eklenmesidir. Ancak, birkaç kablosuz uygulamada bu tür radar merkezli JRC sistemlerinde veri aktarımı yeterli değildir.

Buna karşılık, iletişim merkezli radar sistemlerinde (Com-Rad); OFDM gibi iletişim dalga biçimleri, verimli hedef algılaması için kullanılmıştır [5]. Bu kavram pasif radarlar ile benzerdir. Ancak, radar algılaması için çok taşıyıcılı dalga biçimlerinin (OFDM) kullanılması, yüksek iletim güçleri kullanıldığında yükselticilerin iyi çalışmasını zorlaştıran yüksek tepe ortalama güç oranı (PAPR) sorununa sahiptir.

Radar ve iletişim arasındaki birlikte kullanım senaryosunda, her iki alt sistem, aynı spektral kaynaklarını paylaşırken bağımsız olarak çalışması gerekmektedir. Bu tür ağ ayarları, uygun maliyetli değildir. Dahası, radar ve iletişim sinyalleri arasındaki girişimin alıcıda yönetilmesi gerekmektedir. Bu sınırlamaları aşmak için, tek iletim biriminin radar ve iletişim arasında paylaşıldığı Çift Fonksiyonlu Radar İletişimi (DFRC) kullanılmaktadır.

Klasik iletişim sinyalinde, pilot sinyaller, kanal tahminini gerçekleştirmek için iletilen çerçeve içinde giriş, orta kısım veya çıkış kısmı şeklinde eklenmektedir [6]. Ancak bu pilotların algılama kabiliyeti, hedef aralığı ve doppler tahmini söz konusu olduğunda sınırlıdır. Spesifik olarak, yüksek hızda ilerleyen araçların birbiriyle iletişim kurması ve çevreleyen ortam bilgilerini yüksek veri hızında komşu araçlarla paylaşması gerektiği, araç iletişimi gibi uygulamalarda, bu pilot sembolleri, istenen algılama performansını sağlamayı bırakmaktadır.

Sonuç olarak, mevcut çözümlerin yetersizliği ve bahsi geçen dezavantajlarından dolayı, ilgili teknik alanda bir geliştirme gerekmiştir.

Buluşun Amacı

Buluş, mevcut teknikte kullanılan yapılandırmaların aksine, bu alana yeni bir bakış açısı getiren farklı teknik karakteristik özelliklere sahip bir yöntemi sağlamayı amaçlamaktadır.

Mevcut buluşun amacı, tek DFRC çerçeve mimarisi kullanılarak verimli algılama ve iletişim performansına sahip olunmasıdır.

Buluşun diğer amacı, yüksek çözünürlüklü algılama ve iletişimi eş zamanlı gerçekleştiren bir altyapının tasarlanmasıdır.

- 5 Mevcut buluşta, verimli hedef algılama, kanal tahmini ve veri iletimi kabiliyetine sahip olan DFRC sistemine yönelik bir yeni çerçeve tasarımı önerilmektedir. Sonuç olarak, radar sekansı, yalnızca algılamayı gerçekleştirmekle kalmayıp aynı zamanda ek bilgi bitlerini taşımaktadır ve böylelikle DFRC sisteminin aktarım hızını arttırmaktadır. İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama (BPSK), iletişim için kullanılmaktadır. Buna karşılık; yüksek korelasyon özelliğine sahip Barker kodları, radar algılama için kullanılmaktadır.

Mevcut buluşta; pilotların yerine radar sekansları kullanılmaktadır. Dahası, bu radar sekansları, zaman ekseninde rastgele yerleştirilmektedir. Zaman eksenindeki radar sekansının pozisyonunun içine dahil edilen bu rastgelelik, ek bilgi bitlerini iletmek için kullanılmaktadır. Bu nedenle, algılama sekansı, ayrıca ek bilgi bitlerini taşımaktadır ve sonuç olarak veri aktarım hızını arttırmaktadır.

Dahası, anten dizinlerinin ek bilgi bitlerini [7] taşıdığı uzamsal modülasyon konseptine benzer olarak, mevcut buluşta, radar sekansının pozisyonu, ek bilgi bitleri taşımaktadır. Dolayısıyla, radar algılama sekansı, doğal bilgi iletimi özelliğine sahiptir ve radar ve iletişim arasındaki girişim, önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Buluşun Avantajları:

1. DFRC sisteminin çerçeve mimarisinin içine pozisyon modülasyonunun getirilmesi
2. Bilgi iletimi boyutunun genişletilmesi
3. Algılama sekansının, pilot sembollerinin fonksiyonunu güçlendirmesi (kanal tahmini için hiçbir ek pilot gerekmez).
4. Radar ve iletişim sembolleri arasında azaltılmış girişim.
5. Hem iletişim hem de radar sekansının sinyalleme hızı ve seviyesinin aynı olması ve böylece, iletim sisteminde herhangi bir ilave karmaşıklığın olmaması.
6. Algılama sensörlerinin rastgele pozisyonu sayesinde güvenli olması.

Referanslar:

- [1] Zheng, Le, vd. "Radar and communication coexistence: An overview: A review of recent methods." IEEE Signal Processing Magazine 36.5 (2019): 85-99.

[2] Mishra, Kumar Vijay, vd. "Toward millimeter-wave joint radar communications: A signal processing perspective." IEEE Signal Processing Magazine 36.5 (2019): 100-114.

[3] Mishra, Kumar Vijay, vd. "Toward millimeter-wave joint radar communications: A signal processing perspective." IEEE Signal Processing Magazine 36.5 (2019): 100-114.

[4] Gaglione, Domenico, vd. "Fractional Fourier based waveform for a joint radar-communications system." 2016 IEEE Radar Conference (RadarConf). IEEE, 2016.

[5] Sur, Samarendra Nath, vd. "OFDM Based RADAR-Communication System Development." Procedia Computer Science 171 (2020): 2252-2260.

[6] Arslan, Hüseyin, ve Gregory E. Bottomley. "Channel estimation in narrowband wireless communication systems." Wireless Communications and Mobile Computing 1.2 (2001): 201-219.

[7] Mesleh, Raed Y., vd. "Spatial modulation." IEEE Transactions on vehicular technology 57.4 (2008): 2228-2241.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları, aşağıdaki şekillerden ve bu şekillere atıfta bulunularak yapılan ayrıntılı açıklamada daha belirgin hale gelecektir ve dolayısıyla bu şekillere ve ayrıntılı açıklamaya atıfta bulunarak değerlendirme yapılmalıdır.

Şekillerin Kısa Açıklaması

Şekil 1, buluşun sistem modelidir.

Şekil 2, çift fonksiyonlu radar iletişimine yönelik çerçeve tasarımıdır.

Şekil 3, buluş prosesini gösteren blok şemasıdır.

Şekillerin ölçekli olması gerekmemektedir ve mevcut buluşun anlaşılması için gerekli olmayan ayrıntılar, atlanabilmektedir. İlaveten, en azından büyük ölçüde aynı veya en azından büyük ölçüde aynı fonksiyonlara sahip elemanlar, aynı numara ile belirtilmektedir.

Referans listesi

10. Radar vericisi
 20. Hedef
 30. Alıcı
 40. Bit bölücü
- 5 50. Radar sinyali
 60. BPSK sinyali
 70. Bilgi bitleri
 b1, b2 bölünmüş bitler
- a. Bit bölücü (40) tarafından gelen bilgi bitlerinin (70) bölünmesi.
- 10 b. Bitler, b1 ve b2 şeklinde bölünmektedir.
- c. b1 bitleri zaman eksen (b) üzerindeki radar sekansının pozisyonunu tanımlamak için kullanılmaktadır.
- d. Radar dizisine yönelik pozisyonun tanımlanmasından sonra; radar sekansı, (c) aracılığıyla o pozisyon üzerinden iletilmektedir.
- 15 e. Kalan b2 bitleri, BPSK ile modüle edilmektedir ve (d) aracılığıyla kalan pozisyonlar üzerinden iletilmektedir.

KISALTMALAR

- DFRC: Çift Fonksiyonlu Radar İletişimi
- 20 OFDM: Dikgen Frekans Bölmeli Çoğullama
- BPSK: İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlama

BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI

- 25 Bu ayrıntılı açıklamada, buluşun tercih edilen yapılandırmaları, ana konunun daha iyi anlaşılması ve hiçbir sınırlayıcı etki olmadan açıklanmaktadır.

Buluş, ortak algılamaya ve iletişim sistemlerine yönelik çerçeve tasarımına ilişkin bir yöntemdir.

- 30 **Sistem Modeli:**

- Çift Fonksiyonlu Radar İletişimi (DFRC) sistemi, bir paylaşımlı iletişim ve radar vericisinden (10) oluşmaktadır. Alıcıya (30) doğru bilgiyi gönderen bir hibrit sinyal iletilmektedir. Bilgi iletimine ek olarak, sinyal, radar algılama işlevi ile donatılmaktadır ve hedef (20) hakkında bilgi
- 35 (aralık, açı, hız) almaktadır.

Hibrit sinyalinin tasarımı, Şekil 2’de gösterilmektedir. b, bilgi bitleri olsun. Bu bitler, N eşit boyutlu gruplara bölünmektedir. Her bir grubun ilk iki biti, radar sinyalinin (50) eklenmesi gereken pozisyona karar verecektir. Kalan bitler, BPSK sinyali (60) ile modüle edilecektir. Her iki sinyalin sinyalleme hızı ve seviyesi aynıdır, böylece herhangi bir ek karmaşıklık gerekmemektedir. Yukarıdaki prosedür, Şekil 3’te özetlenmektedir. Önerilen çerçeve tasarımı, iletişim için; tek taşıyıcılı iletim düşünülmektedir. Ayrıca OFDM gibi çok taşıyıcılı dalga biçimleri, iletişime yönelik çerçeve tasarımı kullanılabilmektedir.

Barker kodları, radar sekansı olarak kullanılmaktadır. Barker kodları, radar işlemede en meşhur faz kodlama düzenidir. İnce aralıklı çözünürlük ve algılama aralığı için gerekli olan darbeleri sıkıştırma işlemini gerçekleştirebildiğinden dolayı radar teknolojisinde kullanılmaktadır.

$$x(t) = e^{j\omega_0 t} \sum_{n=1}^N P_n(t) e^{j\theta_n} \quad (1)$$

Mükemmel oto korelasyon özelliklerinden dolayı, barker kodları, aralık hesaplama için uygundur. Oto korelasyon fonksiyonu (a.c.f), iletilen sinyalin zaman gecikmesi bilgisini ayıklamak için kullanılmaktadır ve hedefin aralığından, aşağıdaki denklemin yardımıyla hesaplanabilmektedir:

$$R = \frac{c \cdot t_d}{2} \quad (2)$$

Burada, c, ışık hızıdır ve t_d, iletilen ve alınan sinyal arasındaki zaman gecikmesidir. Ayrıca, kolay tamamlayıcı kodlar veya cıvıltı gibi diğer radar sekansları/dalga biçimleri de radar algılama için kullanılabilmektedir.

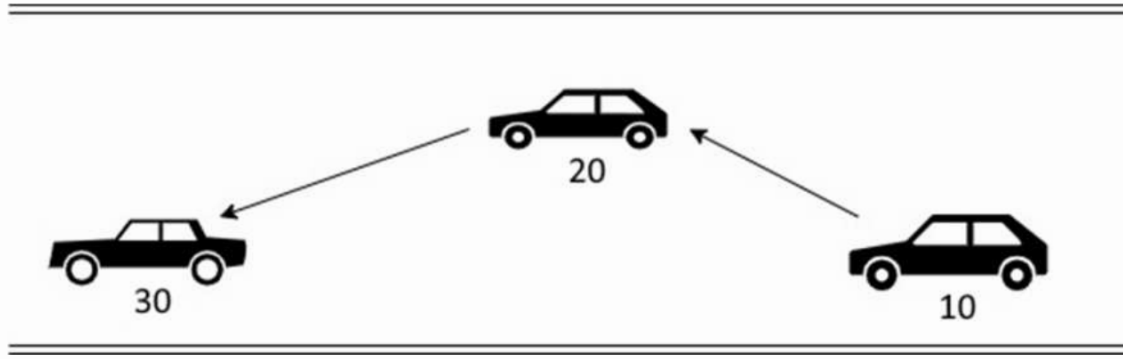
Radar sekansının mükemmel oto korelasyon özelliklerinden dolayı, alıcıda (30) kolayca algılanabilmektedir ve daha sonra radar sekanslarına farklı pozisyonlar atamak için kullanılan arama tablosuna bağlı olarak; bilgi bitleri (70) ayıklanabilmektedir. Radar sekansı algılandıktan sonra, BPSK sinyali (70) ayıklanabilmektedir.

DFRC iletişimine yönelik bahsi geçen yöntem, 5G veya örneğin yüksek hızda ilerleyen farklı araçların yalnızca birbiriyle iletişim kurmayıp aynı zamanda kazaları önlemek için komşu

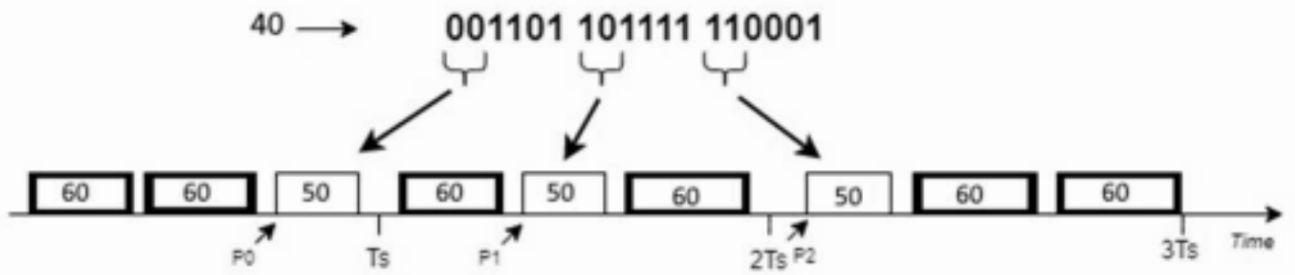
araçlarla ilgili bilgileri aktardığı araç iletişimi gibi 5G ötesi kapsamındaki birçok uygulamaya uygulanabilmektedir.

5 Dahası, radar sekansının rastgele pozisyonu, zaman ekseninde radar sekansının kesin konumunun algılanmasının zor olduğundan dolayı radar algılaması için güvenlidir. Ayrıca radar sekansının rastgele konumlandırılması aracılığıyla bilgi aktarma kavramı, radar sekansının farklı taşıyıcı frekanslar üzerinde iletildiği frekans alanına genişletilebilmektedir ve rastgelelik, ek bilgi bitleri iletmek için kullanılmaktadır.

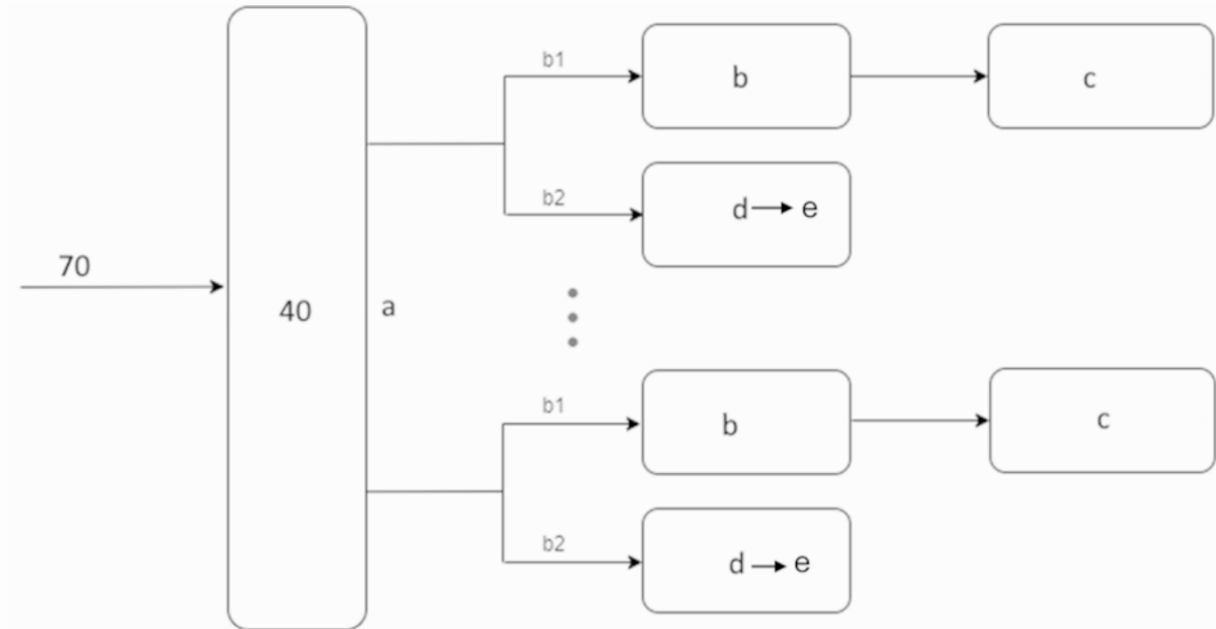
10 Diğer bir yaklaşım, zaman ekseninde radar sekansına bir spesifik pozisyonun ayrılması; ancak her bir zaman diliminin içinde iletilen dalga biçiminin değiştirilmesi ve iletişim bitlerinin belirli dalga biçimi ile ilişkilendirilmesidir. Örneğin, birinci zaman diliminde, bir Doğrusal Frekans Modülasyonlu (LFM) cıvıltı iletilirse; 01'in iletildiği anlamına gelecektir ve benzer şekilde, farklı dalga biçimi kombinasyonları, iletişim bitlerinin iletilmesine yol açmaktadır.



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2



ŞEKİL 3

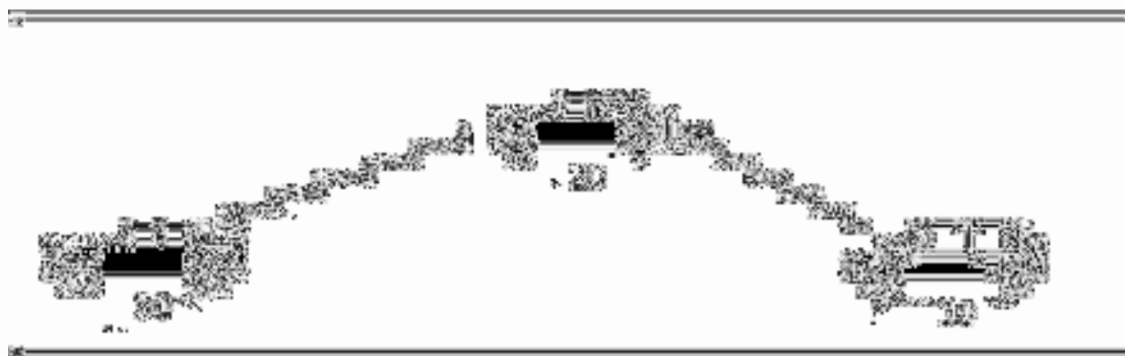


FIGURE 1

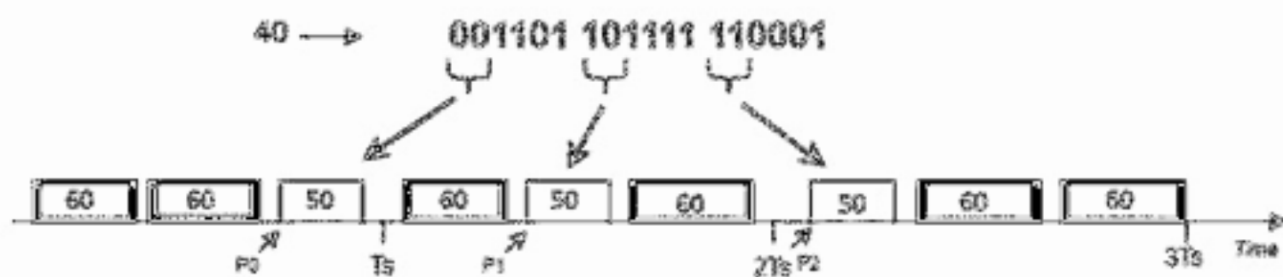


FIGURE 2

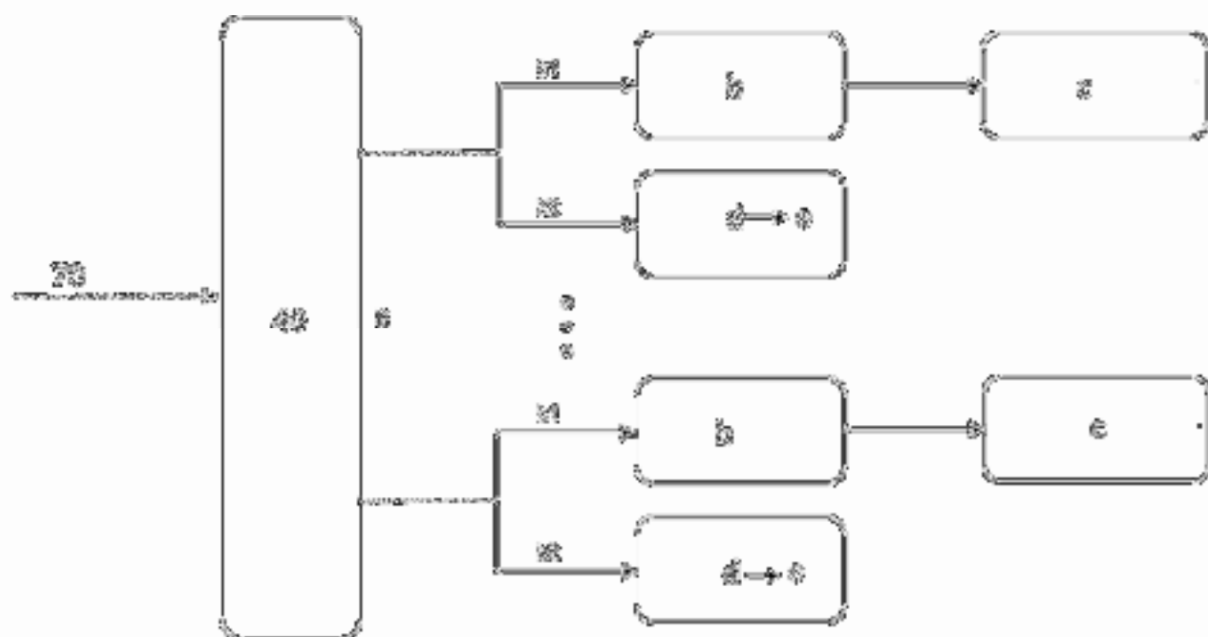


FIGURE 3