

Tek Hat Kullanarak Çift Yönlü Çalışan Yeni Bir Haberleşme Protokolü

^{*1}Gökhan ATALI, ²Barış Boru, ³Selim Kaya, ⁴Eren Safa Turhan
Sakarya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya^{1,2,3,4}

Özet

Bu çalışmada tek hat üzerinden çalışan özellikle otomasyon alanında slip ring kullanılan döner tablalı sistemlere uygun yeni bir haberleşme protokolü tasarlanmıştır. Tasarlanan haberleşme protokolü tek bir kablo üzerinden birden fazla istasyonun çift yönlü haberleşmesine imkan tanımaktadır. Protokol tasarımı sırasında ortam erişim yöntemleri, kodlama teknikleri ve düğümler arası senkronizasyon teknikleri incelenmiş olup haberleşme protokolünün oluşturulmasında bu tekniklerin yapılacak çalışma için uyarlanması, güncellenmesi ve birleştirilmesi sağlanmıştır. Tasarlanan protokol mikrodenetleyiciler üzerinde özgün yazılımlar ile gerçekleştirilmiş ve simülasyon ortamında testleri yapılmıştır. Çalışma sonunda ortaya çıkan protokolün açık kaynak kodlu, esnek, kolay uygulanabilir ve özellikle otomasyon alanında dağıtık kontrol problemlerine yeni bir çözüm olması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Protokol tasarımı, çift yönlü haberleşme, tek hat iletişim

1. Giriş

Günümüzde seri iletişimin oldukça yaygınlaştığı bilinmektedir. Güvenli haberleşme açısından önem arz ettiği için seri iletişim [1], otomasyonel çözümlerin çokça kullanıldığı endüstriyel haberleşme sahalarında tercih sebebi olmaktadır. Aynı zamanda otomasyon alanında mümkün olduğu kadar az kablo kullanan ve esnek yapıda olan haberleşme protokollerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak seri haberleşme protokolleri incelendiğinde [2,4,5] haberleşmede kullanılan saat sinyali ve verinin farklı hatlardan iletiildiği görülmektedir. Saat sinyali gönderilmeyerek çift yönlü haberleşmeye imkan tanıyan protokoller ticari olarak bulunmaktadır fakat bu protokolleri kullanmak için firmaya ait ürünlere ve yazılımlara sahip olmak gerekmektedir ve bunların maliyetleri oldukça yüksektir. Bu çalışmada saat sinyali ve veri için ayrılmış hatları tek bir hatta indirgeyerek tamamıyla özgün bir protokol tasarımı yapılmış ve uygulamaya geçirilmiştir. Bu haberleşme protokolü iki düğüm arasında sadece toprak hattı ve veri hattına ihtiyaç duymaktadır ve veri iletimi çift yönlü half duplex olarak gerçekleşmektedir [6]. Önerilen haberleşme protokolü çift yönlü iletişimi half duplex mantığıyla ve zaman paylaşım (TDMA) ortam erişimi yöntemini kullanmaktadır. Bu haberleşme protokolü kullanılarak birçok düğümü içeren bir haberleşme ağı kurulumu yapılabilmektedir [3,5,7]. Ağda bir adet efendi (Master) ve 255 adet köle (Slave) yer alabilmektedir. Esasen bu sayede daha az

*Corresponding author: Adres: Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Sakarya Üniversitesi, 54187, Sakarya TÜRKİYE. E-mail: gokhanatali@gmail.com, Tel: +902642955454

maliyetli ve kablo karmaşıklılığında arındırılmış yeni bir haberleşme protokolü gerçekleştirilmiştir. Özellikle döner tablalı mekatronik sistemlerin ihtiyacı olan kablo karmaşıklılığının azaltılmasına çözüm aranmış ve özel bir protokol ile tek hat üzerinde birden fazla istasyonun çift yönlü haberleşmesi sağlanmıştır.

Literatür taraması esnasında karşılaşılan birçok çift yönlü [8] haberleşme protokolünün esnek fakat veri iletimi sırasında birden fazla hat gereksinimi duyduğu görülmüştür. Ancak haberleşmenin gerçekleştiği ortamlar bazen, özellikle döner yapıli sistemlerde, minimum kablo ihtiyacı duymaktadır. Geliştirilen bu protokol eksikliği duyulan bu ihtiyaç için tasarlanmıştır. Kablo karmaşıklılığının önüne geçmeyi planlayan bu çalışmada aynı zamanda hızlı ve güvenli bir haberleşme yöntemi olan seri iletişimi tercih edilmiştir [1]. Verilerin tek hat üzerinden çift yönlü olarak iletiminin sağlanabilmesi için çeşitli testler ile en uygun senkronizasyon ve kodlama tekniği oluşturulmuş ardından yine uygun bir ortam erişim yöntemi tercih edilerek sonuca varılmıştır.

2. Sayısal Haberleşme

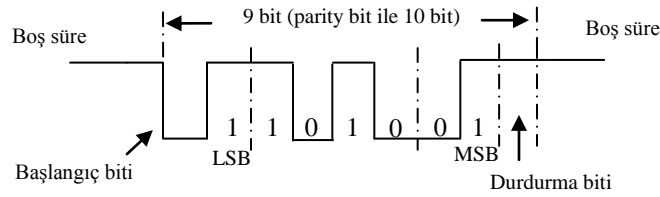
Sayısal haberleşme genel olarak seri ve paralel olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Gönderilen sinyallerin uzunlukları, haberleşmenin kullanılacağı alan, hız, haberleşmenin gerçekleşeceği hattın uzunluğu ve benzer birçok neden seçilecek veri aktarım yöntemini etkilemektedir. İlk bakışta aralarında temel birçok farklılığın olduğu görünse de aslında ilerleyen teknolojiye paralel olarak haberleşme yöntemlerinde de oldukça iyileştirmeler yapılmıştır. Örneğin seri iletişimde paralel iletişime göre oluşabilecek gecikme, çeşitli kodlama ve kod çözme teknikleriyle asgari düzeye indirilebilmektedir. Dolayısıyla sisteminin mimarisine ve kullanıcıların sayısına bağlı olmakla birlikte bu haberleşme milisaniye süresinde (0.1-2ms) olduğu için pratik olarak ihmal edilebilir. Ancak gönderilecek sinyallerde güvenlik esaslı ön planda tutuluyorsa seri iletişim daha çok tercih sebebi olmaktadır.

2.1. Seri Haberleşme

Seri haberleşme paralel haberleşmeye göre hem daha yavaş hem de yazılımsal olarak daha külfetlidir. Ancak bu sakıncalarına rağmen seri haberleşme, sinyalin daha uzun mesafelere daha az kablo ile taşınabilmesine imkan sunması ile paralel haberleşmeden daha çok tercih edilir. Ayrıca günümüzde yaygın olarak kullanılan mikrodenetleyici entegreler dış ortamlarda haberleşmede seri iletişimi kullanmaktadır. Seri iletişim sayesinde entegrede kullanılan uç sayısı haberleşme mimarisi gereği daha az olmakta ve bu sayede mikodenetleyiciler daha etkin kullanılabilir. Seri veri iletişimi yapısal olarak asenkron ve senkron olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. CANBus, Profibus, Ethernet, Interbus, ASI, Modbus, ControlNet haberleşme protokolleri seri iletişime verilebilecek örneklerdendir.

2.1.1 Asenkron Seri Data Gönderimi

İletimin eş zamansız (asynchronous) olması nedeniyle gönderici ve alıcının koordine olmasının gerekmediği veri gönderim yöntemidir. Gönderen birim belli bir formatta hazırlanan veriyi hatta aktarır. Alıcı ise devamlı olarak hattı dinlemektedir, verinin gelişini bildiren işareti aldıktan sonra gelen veriyi toplar ve karakterleri oluşturur. Her karakterin yedi bitten oluşması gelen verinin işlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Asenkron veri iletişimde her bir karaktere başlangıç ve bitiş biti eşlik etmektedir. Veri iletiminin sonlanacağını habercisi olan bitiş bitinden önce veri doğruluğunun sağlanması amacıyla parite biti gönderilmektedir. Başlangıç ve bitiş bitleri de göz önüne alındığında, yedi bitlik karakter verisini taşımak için dokuz bit göndermek gerekmektedir. Eğer parite biti de varsa bu uzunluk toplam 10 bit uzunluğuna ulaşmaktadır.

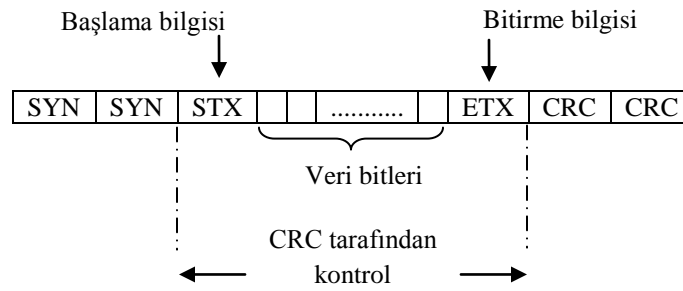


Şekil 1. Asenkron seri haberleşme

Bunun yanı sıra asenkron haberleşme kullanılan iletişim kanallarına göre simplex, half duplex ve full duplex olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Şayet seri veri iletişimi tek yönlü ise, bu veri iletimi simplex olarak adlandırılmaktadır. Burada verici ve alıcı arasında tek bir hat kullanılmakta fakat iletişim tek yönlü gerçekleşmektedir. Veri karşılıklı olarak hem gönderiliyor hem alınabiliyorsa bu yöntem duplex veri iletişim yönü olarak adlandırılır. Çift yönlü veri iletişimde şayet bir taraf veri gönderirken aynı anda diğer taraf gönderemiyorsa ve bu iletişim tek hat üzerinden gerçekleşiyorsa bu half duplex veri iletişimi olarak adlandırılır. Ancak veri gönderimi her iki taraf içinde aynı anda farklı hatlardan gerçekleşebiliyorsa bu full duplex veri iletişim yönü olarak adlandırılmaktadır.

2.1.2 Senkron Seri Data Gönderimi

Verinin Başla – Dur biti kullanmadan byte blokları olarak gönderilmesine senkron seri veri iletimi denilmektedir. Başlangıçta gönderici ve alıcı arasında senkronizasyonu sağlamak için senkronizasyon (SYN) bitleri gönderilmektedir. Senkron karakterlerinden sonra başlık gönderilecek ise bunun başlık olduğunu belirtmek üzere SOH (Start of Heading) karakteri gönderilmektedir. SOH karakterinden sonra ise yazı başlığı gönderilmektedir.



Şekil 2. Senkron seri haberleşmede frame formatı

SYN: Senkronizasyon bitleri

STX: Tx başlangıcı,

ETX: Tx bitişi

Veri Bitleri: Gönderilen bilgi

CRC: Döngüsel artıklık denetimi (Cyclic Redundancy Check)

Data bloklarının (Bu bloklar;128 byte–karakter olabilir) gönderilmesinden sonra ETB (End of transmission block) blok sonu karakteri gönderilmektedir. Gönderilen blok için BCC (Block Check Character) parite kontrolü yapılmaktadır. Eğer gönderilen bu blok son blok ise ETX (End Of Text) -Yazı sonu karakteri gönderilmektedir. İletilecek bilginin bitmesi durumunda EOT(End of Transmission- iletim sonu) karakteri gönderilmektedir. Ayrıca blok parite kontrolü için BCC bitleri kullanılmaktadır.

BCC, gönderilen data bloğunda yer alan karakterler için yatay ve dikey parite kontrolü yapar. Yapılan parite kontrolünde problem yok ise diğer data bloğunun gönderilmesi için Acknowledge-izin-ACK (06) karakteri gönderilmektedir. Aşağıda tablo 1’de senkron iletimde kullanılan Binary Synchronous Communication iletim karakterleri ve bunların hex numaraları gösterilmiştir.

Tablo 1. Senkron iletim elemanları

| SYN | SYN | SOH | HEADER | STX | Data Blok | ETB | ETX | EOT | BCC | BCC |
|-----|-----|-----|--------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 16 | 16 | 01 | | 02 | | 17 | 03 | 04 | | |

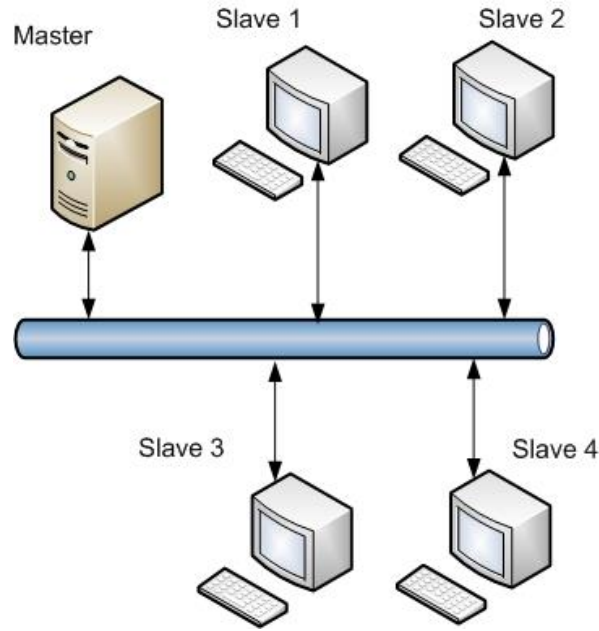
3. Protokol Tasarımı

Günümüzde çokça kullanım alanına sahip en bilinen haberleşme protokollerinden CANBus, Profibus, Ethernet, Interbus haberleşme protokolleri seri iletişim kullanmaktadır. Örneğin bu haberleşme protokollerinden CANBus protokolü Bosch firması tarafından otomotiv sanayiye kadar bir çok alanda dahi tercih sebebi olmaktadır. Ancak full duplex çalışan bu haberleşme protokolleri döner tablalı sistemlerde çift hat kullanımlarından kanyaklı problem teşkil

etmektedir. Slip ring sistemler her ne kadar döner sistemlerde donanımsal olarak kablo karmaşıklığını azaltmaya yetse de her bir ring ekstra maliyete neden olacağından half duplex çalışan haberleşme protokollerinin oluşturulması ihtiyacı doğmuştur.

İşte bu ihtiyaca binaen tek hat kullanarak çift yönlü haberleşmeye imkan tanıyan ve seri veri iletim esaslarına dayanan half duplex (kısmi çift yönlü) yeni bir haberleşme protokolü tasarlanmıştır. Tasarlanan bu protokol UTP (Unshielded Twisted Pair) tipi kablo üzerinden haberleşmeye imkan tanımaktadır. Bu tip kablolar 100m mesafe için 250Mhz-500Mhz frekans geçişine elverişli olmasının yanında 1000Mbps'e kadar bant genişliğine olanak sunmaktadır.

Diğer tüm haberleşme protokolleri gibi oluşturulurken çeşitli ortam erişim yöntemleri, senkronizasyon ve kodlama tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu yöntem ve teknikler ayrı ayrı incelenmiş her birinin avantaj ve dezavantajları karşılaştırılarak yeni bir haberleşme protokolü geliştirilmiştir.

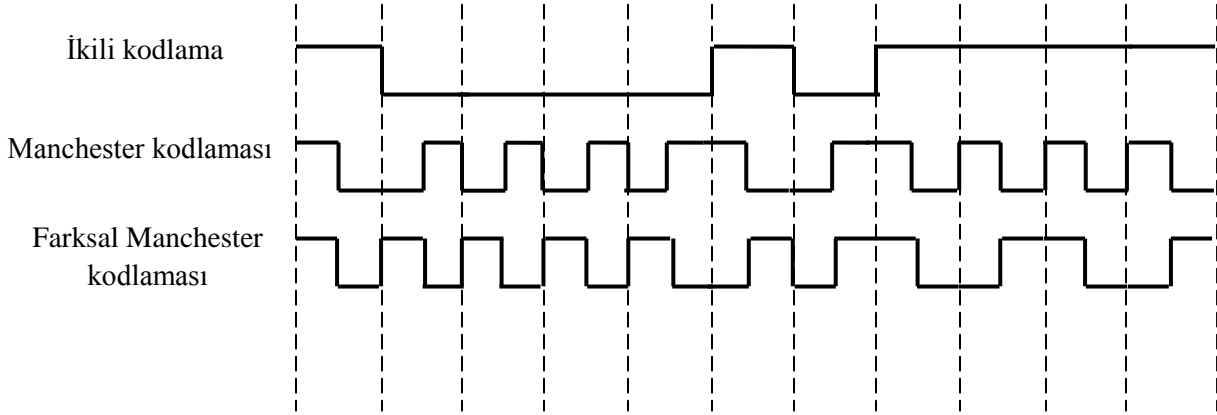


Şekil 3. Master - Slave tek hat bağlantı şeması (4 slave için)

3.1. Kodlama ve Senkronizasyon Tekniği

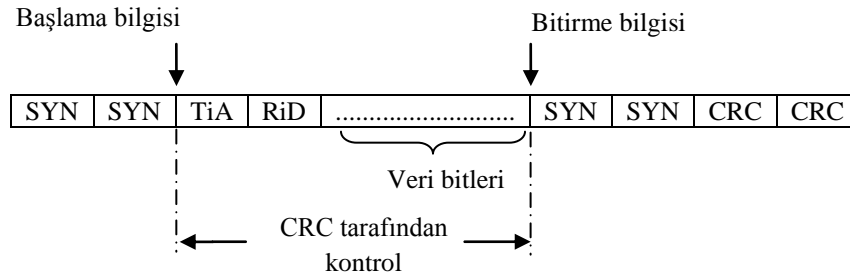
Manchester kodlamasında + ve – voltaj seviyeleri arasındaki geçişler bit değerini göstermektedir. Artıdan eksiye geçiş, 1 değerini, eksiden artıya geçiş ise 0 değerini göstermektedir. Bu yöntem veri gönderimi sırasında gönderici ve alıcı birimlerinde senkronizasyonunun bozulmasını engellemekte ve ayrıca farklı bir hattan saat sinyali gönderimi gereksinimini ortadan kaldırmakta ancak gereken bant genişliğini iki katına çıkarmaktadır.

Farksal Manchester'da ise bit gönderme aralığının başlangıcındaki voltaj değişimi (artı ve eksi arasında) 0'ı, değişim olmaması ise 1'i ifade etmektedir. Bu yöntemde Manchester kodlamada olduğu gibi veri gönderimi sırasında ortaya çıkacak senkronizasyon sorunlarına bir çözüm getirmektedir.



Şekil 4. Manchester ve Farksal Manchester kodlama

Bu çalışmada kodlama tekniği olarak yukarıda bahsedilen üstünlüklerinden ötürü Manchester kodlama tekniği tercih edilmiştir. Manchester kodlama tekniği veri gönderimi sırasında senkronizasyon problemlerine çözüm getirirse de veri paketinin başlangıcında ayrı bir senkronizasyon mantığına ihtiyaç duymaktadır.



Şekil 5. Tasarlanan protokole ait haberleşme frame formatı

SYN: Senkronizasyon için 2 Bayt

TiA: Kaynak (gönderen) ID

RiD: Alıcı ID

Veri Bitleri: Gönderilen bilgi

CRC: Döngüsel artıklık denetimi (Cyclic Redundancy Check)

3.2. Ortam Erişim Yöntemi

Günümüzde artan haberleşme ihtiyacını karşılayabilmek için çoklu iletişim tekniklerinin kullanımını artmakta, yeni teknikler geliştirilmektedir. TDMA ve FDMA gibi klasik çoklu iletişim yöntemlerinin yanında CDMA, HF-CDMA, DA-TDMA, DAMA gibi yeni yöntemler de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada zaman paylaşımlı çoklu erişim yöntemi olan TDMA yönteminden faydalanılmıştır. Sayısal haberleşmede çok tercih edilen bu ortam erişim yöntemine aşağıda değinilmiştir. Ağda bulunan her düğüm için, 2,6 mS zaman tanınmaktadır, bu durum jeton mantığına dayanmaktadır.

3.2.1. Zaman Paylaşımlı Çoklu Erişim (TDMA) Yönteminin Tercih Edilmesi

Zaman paylaşımlı sistemlerde birbirinden bağımsız pek çok kaynaktan gelen bilgiler aynı ortam üzerinden fakat farklı zamanlarda iletilmektedir. Her kaynak sırayla örneklenerek zaman domeninde seri datalar elde edilmektedir. Daha sonra örnekleme frekansı, en hızlı değişen kaynak frekansına ve örnekleme teoremine uygun olarak seçilmektedir. Eğer bütün bilgi kaynakları aynı özelliklere sahip ise aynı örnekleme frekansı kullanılabilir. Farklı özellikte kaynaklar varsa da bunlar kendi benzerleri ile çoklanıp, belli bir hıza çıktıktan sonra diğer gruplarla çoklanabilmektedir. Her iki durumda düşünülerek geliştirilen bu protokol kaynak farklılıklarını gözettiği için TDMA tekniği kullanılarak ortam erişimi sağlamaktadır.

Çoklama sınırını belirleyen en önemli etkenlerden biri iletim ortamının özelliği olduğu için eğer iletim ortamı geniş bantlı oluşturulursa çok daha yüksek data hızlarına çıkılabilmektedir. Bu da aynı iletim ortamından çok daha fazla kaynağa ait bilginin iletilmesi anlamına gelmektedir. Bu amaçla bant genişliği düşük iletim ortamlarında düşük hızlarda çalışmak gerekebileceği için TDMA yine tercih sebebi olmaktadır.

Sonuçlar ve Öneriler

Manchester kodlama tekniğini ve TDMA ortam erişim yöntemini aynı platformda bir araya getirerek oluşturulan bu özgün protokol tek hat kullanarak saat sinyali ve data iletimini half duplex veri iletişim yöntemiyle sağlamaktadır. Ayrıca veri güvenliği ve senkronizasyon için geliştirilen yöntemler sayesinde veri master-slave arasında daha güvenilir taşınabilmektedir. Özellikle endüstri uygulamalarında döner yapıli sistemlerde oluşan kablo karmaşıklığına çözüm getirilmektedir.

Ancak kullanılan kodlama tekniğinin bant genişliğini iki kat artırması olumsuz bir yön teşkil edebilmektedir. Bunun için donanımsal veya yazılımsal çözümler geliştirilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Sanayi Bakanlığı tarafından desteklenen **0409.STZ.2013-2** no'lu "**Menteşe Montaj Bankosu Mekatronik Sistem Tasarımı**" konulu San-Tez projesi kapsamında desteklenmiştir.

Referanslar

- [1] Martin Bates, Chapter-8 Serial Communications, Interfacing PIC Microcontrollers (Second Edition), Embedded Design by Interactive Simulation, 2014, Pages 263-297
- [2] Holzmann, G.J., 1991, Design and Validation of Computer Protocols, Prentice-Hall, New Jersey, 543p
- [3] Merlin, P.M., 1976, A Methodology for the Design and Implementation of Communication Protocols, IEEE Transactions on Communications, Volume 24, Issue 6, p.614-62
- [4] Pettit, D.G., 1997, Reliable Multicast Protocol Design Choices, MILCOM'97 Proceedings, Volume 1, p.242-246
- [5] Chen, L., Singh, G., 2002, Enhancing Multicast Communication to Support Protocol Design, Proceedings. Eleventh International Conference on Computer Communications and Networks, p.328-333
- [6] Fei-Huang Chang, Young-Ming Chen, Ma-Lian Chia, David Kuo, Ming-fen Yu, All-to-all broadcast problem of some classes of graphs under the half duplex all-port model, Discrete Applied Mathematics, March 2014,
- [7] Varsamou, M., Antonakopoulos, T., Papandreou, N., 2004, From Protocol Models to Their Implementation: A Versatile Testing Methodology, IEEE Design & Test of Computers, Volume 21, Issue 5, p.416-428
- [8] P.Vijaya Sanka Rao, Pradip Mandal, Current-mode full-duplex (CMFD) signaling for high-speed chip-to-chip interconnect, Microelectronics Journal, April 2011, doi:10.1016/j.mejo.2011.04.007