

Development of Battery Management System and Review of CANBUS Data Traffic

Muhammet Ahmet KOYUNCU¹ , Kubilay TAŞDELEN² 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ORCID:0000-0003-1769-0725, Merkez/ISPARTA

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ORCID:0000-0001-5664-3898, Merkez/ISPARTA

Graphical/Tabular Abstract

Article Info:

Research article
Received: 5.08.2022
Revision: 24.08.2022
Accepted: 23.09.2022

Highlights

Control Area Network
Battery Management
Systems
Bus load analysis.

Keywords

Control Area Network
Battery Management
Systems
Bus load analysis

In this study, the change of the load on the line with the change of line speed of the CAN protocol, which is widely used in electric vehicles, is shown. There are three different nodes on the system and they are in constant communication with each other. The tests were performed at 125kbit/s, 500kbit/s and 1000kbit/s speeds.

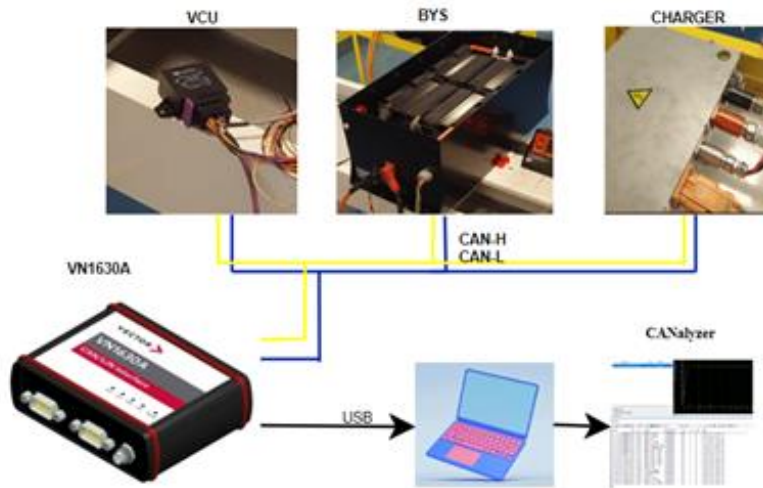


Figure A. Experimental setup block diagram

Purpose: The general aim of this study is, line load is a very important issue in CAN communication. If the load is exceeded, the system becomes inoperable and the system crashes. In order to prevent this, the system requirements should be calculated beforehand and the speed of the CAN line should be selected accordingly.

Theory and Methods: There are three nodes in the prepared experimental setup. These; The BMS is the VCU and the charger. These three nodes communicate with each other over the CAN line. Calculation method, simulation and CANalyzer program were used to find the system load.

Results: The results of the experimental setup and the calculation and simulation results were compared with each other. According to the data obtained from the experimental setup, the load of the CAN line was found to be 1.97% in the tests performed at 1000 kbit/s speed and 19.58% in the tests performed at 125 kbit/s speed. The results from the tests are all acceptable values for the CAN line.

Conclusion: While calculating the line load in the CAN protocol, after the system requirements are determined beforehand, the calculation method or simulation helps us to find the line load that will occur on the real system.

GU J Sci, Part C, 9(2): 171-181 (2021)

Gazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Dergisi

PART C: TASARIM VE TEKNOLOJİ

<http://dergipark.gov.tr/gujsc>

Development of Battery Management System and Review of CANBUS Data Traffic

Muhammet Ahmet KOYUNCU¹ , Kubilay TAŞDELEN² ¹İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ORCID:0000-0003-1769-0725, Merkez/İSPARTA²İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ORCID:0000-0001-5664-3898, Merkez/İSPARTA

Abstract

In these days, the usage and production of electric vehicles has been increasing. In parallel with this increase, electric vehicle technologies are developing constantly. With the increase in the usage of electric vehicles, the importance of BMS (Battery Management System), which controls the charge and discharge cycles of batteries, is increasing and researches are being carried out to increase their efficiency. Batteries with high energy density used in electric vehicles need to be kept under constant control. A large number of cells are used to obtain the high voltage and capacity required by electric vehicles. Each cell needs a battery management system to keep it under control. CAN (Controller Area Network) is used in BMS communication with the vehicle. In this study, the data traffic on the CAN line of the BMS used in today's electric vehicles has been analyzed. In this analysis, instant data of the battery pack is sent over the CAN line. The system includes BMS, charger and VCU (Vehicle Control Unit). An experimental setup with BMS, VCU and charger nodes was prepared and line load calculation was made on this experimental setup. Three different methods were used in the line load calculation process and the relationship of these methods with each other was compared. Different CAN speeds were used in the test stages and line load analysis was performed by changing the message sending frequencies. According to the data obtained from the experimental setup, the load of the CAN line was found to be 1.97% in the tests performed at 1000 kbit/s speed and 19.58% in the tests performed at 125 kbit/s speed. The results from the tests are all acceptable values for the CAN line..

Makale Bilgisi

Araştırma makalesi
Başvuru: 5.08.2022
Düzeltilme: 24.08.2022
Kabul: 23.09.2022

Keywords

Control Area Network
Battery Management
Systems
Bus load analysis

Anahtar Kelimeler

Denetleyici Alan Ağı
Batarya Yönetim Sistemi
Hat yükü analizi

Akü Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi ve CANBUS Veri Trafikinin İncelenmesi

Öz

Son zamanlarda elektrikli araçların kullanımı ve üretimi artmaktadır. Bu artışla paralel olarak elektrikli araç teknolojileri sürekli olarak gelişmektedir. Elektrikli araçların kullanımlarının artmasıyla bataryaların şarj ve deşarj döngülerini kontrol eden BYS (Batarya Yönetim Sisteminin) nin de önemi artmakta ve verimlerinin artırılması için araştırmalar yapılmaktadır. Elektrikli araçlarda kullanılan enerji yoğunluğu yüksek bataryaların, sürekli olarak kontrol altında tutulmaları gerekmektedir. Elektrikli araçların ihtiyaç duyduğu yüksek gerilim ve kapasitenin elde edilmesi için çok fazla sayıda hücre kullanılmaktadır. Her bir hücrenin kontrol altında tutulması için batarya yönetim sistemine ihtiyacı vardır. BYS, araç ile haberleşmesinde CAN (Controller Area Network- Denetleyici Alan Ağı) kullanılır. Bu çalışmada, günümüz elektrikli araçlarında kullanılan BYS'nin CAN hattındaki veri trafiğinin analizi yapılmıştır. Yapılan bu analizde batarya paketinin anlık verileri CAN hattı üzerinden gönderilmektedir. Sistem içerisinde BYS, şarj cihazı ve VCU (Vehicle Control Unit- Araç Kontrol Ünitesi) bulunmaktadır. BYS, VCU ve şarj cihazı düğümlerinin bulunduğu bir deney düzeneği hazırlanmıştır ve bu deney düzeneği üzerinde hat yükü hesaplaması yapılmıştır. Hat yükü hesaplama işleminde üç farklı yöntem kullanılmıştır ve bu yöntemlerin birbiri ile ilişkisi karşılaştırılmıştır. Test aşamalarında farklı CAN hızları kullanılmıştır ve mesaj gönderme sıklıkları değiştirilerek hat yükü analizi yapılmıştır. Hazırlanan deney düzeneğinden elde edilen verilere göre CAN hattının yükü, 1000 kbit/s hızında yapılan testlerde %1.97, 125 kbit/s hızında yapılan testlerde ise %19.58 arasında olduğu görülmüştür. Yapılan testlerden çıkan sonuçların hepsi CAN hattı için kabul edilebilir değerlerdir.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Elektrikli araçların hareket edebilmek için ihtiyaç duyduğu güç elektrik motorları tarafından sağlanmaktadır. Elektrik motorları, elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirirler bu işlemi gerçekleştirirken ki gerekli olan enerjiyi batarya paketlerinden alırlar. Bundan dolayı elektrikli araçlarda kullanılan piller araç için çok büyük önem taşımaktadır. BYS, şarj edilebilir bir batarya paketinin veya hücrelerinin akım, gerilim, sıcaklık, yaşam döngüsü, kapasitesi gibi fiziksel parametrelerini izleyen ve bu değerleri kullanıcıya genelde CAN hattı üzerinden raporlayan cihazlardır.

Denetleyici Alan Ağı protokolü 1983 yılında otomotiv sektöründe kullanılmak üzere Robert Bosch tarafından geliştirilmeye başlanmıştır ve resmi olarak 1986 yılında kullanılmaya başlanmıştır [1,2,3]. CAN protokolü çok yöneticili bir yapısı, hata algılama mekanizması bulunan hızlı ve uzun mesafelerde veri alışverişi yapabilen bir iletişim protokolüdür [2,4,5,6].

CAN standart protokolü, OSI (Open System Interconnect – Açık Sistem Bağlantısı) referans modelinin 1. ve 2. katmanlarına karşılık gelmektedir. Her ne kadar başlangıçta yalnızca otomotiv uygulamaları için geliştirilmiş olsa da küçük boyut, düşük maliyet, yüksek güvenilirlik ve yüksek hız gibi özelliklerinden dolayı birçok dağıtık endüstriyel kontrol uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Güvenliğin çok önemli olduğu gerçek zamanlı uygulamalarda da kullanılır. Çünkü yapılan istatistiksel olasılık hesapları doğrultusunda bir asırda bir tane tespit edilemeyen mesaj hatası yapabileceği tespit edilmiştir [1,7,8,9,10].

CAN haberleşme protokolünde gönderilen ve alınan mesajlardan dolayı düğümler, hatta belirli bir yük bindirirler. CAN veri yolunun belirli bir kapasitesi vardır. Bu kapasite bir saniyede kaç bitlik bir veri transferi yapabileceğine göre ölçüsüdür. Düğümden gönderilen bir mesajın kaç bitlik veri taşıdığı ve ilgili çerçevenin kaç bitten oluştuğu belli olduğu için bu yoğunluk hesaplanabilir [11].

CAN hattının yoğunluğu belirli bir değer üzerinde çıkarsa düşük öncelikli mesajlar sürekli baskılanacağından dolayı veri yoluna mesaj gönderemezler. Böyle bir durum ise CAN protokolünün güvenilirliğini düşürecektir. Hat yoğunluğunu hesaplamak için düğümdeki her bir mesajın hatta oluşturduğu yükü ayrı olarak hesaplamak gereklidir [12]. Daha sonra hattaki yoğunluk bu değerlerin toplamına eşit olacaktır. Veri yolundaki bir adet mesajı X tane düğümün alacağını düşündüğümüzde tek bir mesajın hatta oluşturduğu yoğunluk mesajın basılması ve dinleyen her bir düğümün buna vereceği yanıt bir araya gelerek hesaplanır.[13]

CAN hattındaki yoğunluk hesabı veri iletişiminin güvenliği açısından oldukça önemlidir. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada Rohler, traktörler için gerçek zamanlı bir CAN hattı veri analizi yapmıştır. Analiz programı olarak Kvaser CanKing, Vector CANalyzer gibi araçları kullanmıştır. Analiz ettiği bu araçlardan sonra kendisi basit yapıda bir analiz programı geliştirmiştir [14].

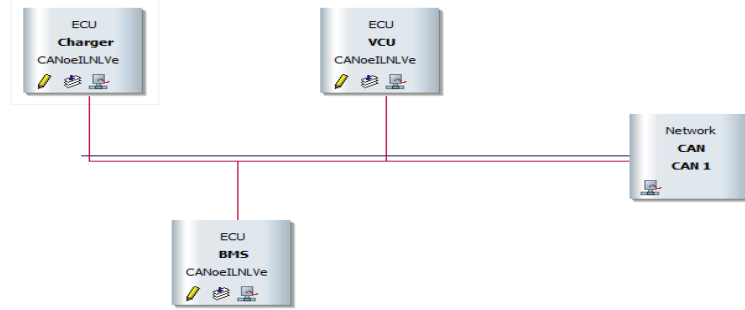
Kelkar ve Kamal (2014), yapmış oldukları çalışmada uyarlanabilir hata teşhis algoritması (AFDCAN) adlı yeni bir algoritma önermektedirler. Düşük maliyetli kaynak kısıtlı dağıtılmış gömülü sistemler için tasarlanmıştır. Önerilen bu algoritma, CAN üzerindeki tüm hatalı düğümleri tespit eder. Bir teşhis döngüsü sırasında yeni düğüm girişine ve onarılan hatalı düğümlerin yeniden girişine izin verir. AFDCAN' in yüksek hata toleransı sağladığı ve güvenilir iletişim sağladığı bulunmuştur [15].

BYS bataryanın sıcaklık, voltaj, akım gibi önemli verileri ölçerek şarj ve deşarj işlemlerini yöneten yazılım ve donanım tabanlı bir sistemdir. Bununla beraber ölçtüğü bu verileri toplayarak belirli algoritmalarla pilin SoC ve SoH değerlerini hesaplar. Pili tehlikeye girdiği durumlarda kullanıcıyı bilgilendirir ve gerekirse sistemi devre dışı bırakabilir. BYS elektrikli araçlarda diğer donanımlarla haberleşmelidir. Bütün donanımların birbirleriyle haberleşmesini sağlayan ve otomotiv sektöründe en çok kullanılan haberleşme protokolü CAN haberleşmesidir.

2. MATERYAL VE METOTLAR (MATERIALS AND METHODS)

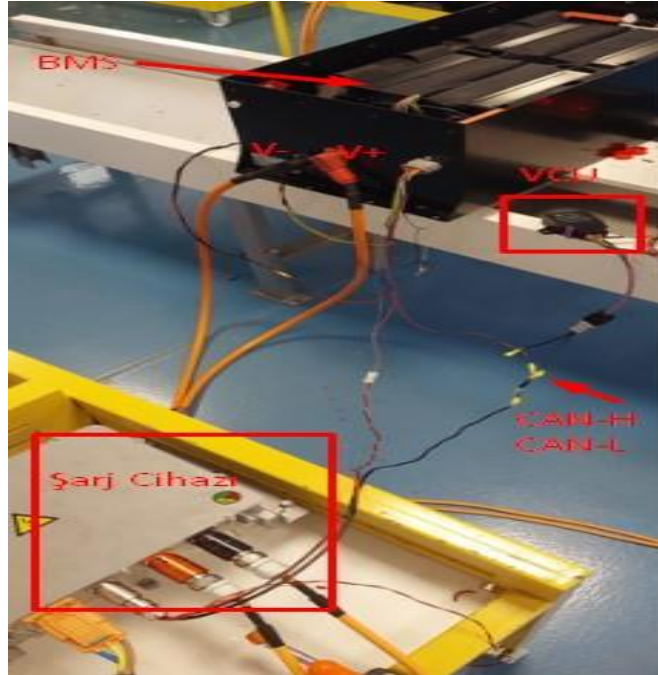
Hazırlanan deney düzeneğinde CAN hattında 3 tane düğüm bulunmaktadır. Bunlar VCU, BYS ve şarj cihazıdır. Bütün bu düğümler birbirleriyle iletişim içerisinde olmalıdır. Her düğüm diğer düğümleri kontrol etmeli ve olası bir arıza durumunda pilleri tehlikeye atmadan sistemi kapatmalıdır. Birbirleriyle iletişim içerisinde olan her bir düğümün kendine ait belirli CAN mesaj kimlikleri bulunmaktadır. Bu mesaj

kimlikleri birbirlerinden bağımsız olmalıdır. CAN hattının düzgün çalışabilmesi için mesaj kimlikleri birbirleriyle karıştırılmamalıdır. Sistem üzerindeki bulunan düğümler Şekil 1’de gösterilmiştir. Bu düğümler, CANalyzer (CANalyzer.J1939/pro 9.0.86, Vector Informatik GmbH, Stuttgart, Germany) programından alınan görüntüdür.



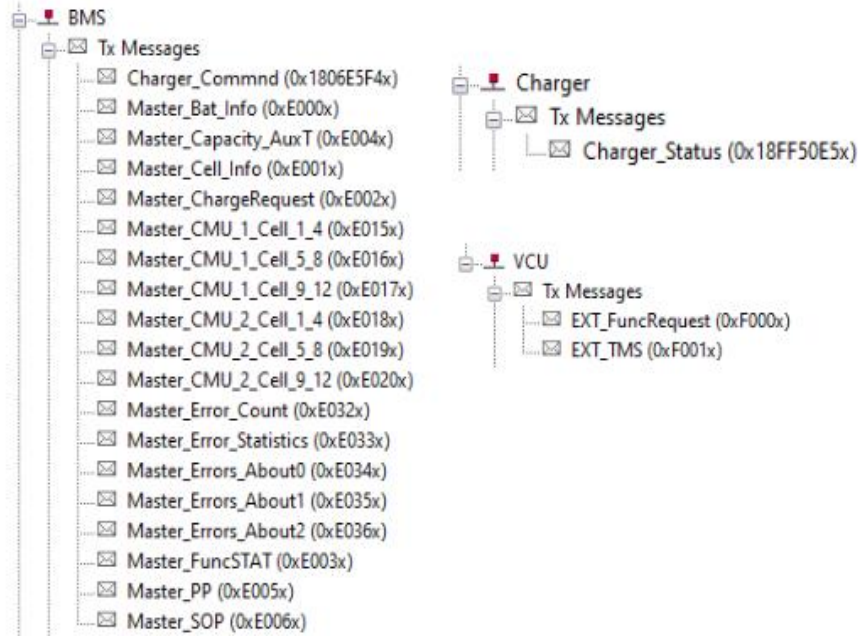
Şekil 1. CAN hattı üzerindeki bulunan düğümler

CAN hattındaki düğümler veriyolunda bir yük oluşturmaktadır.. Oluşan bu yük trafiği incelemek için sisteme VN1630A (Vector Informatik GmbH, Stuttgart, Germany) cihazı ve CANalyzer yazılımı ile deney düzeneğine bağlantı sağlanmıştır. Bu program ve cihaz aracılığı ile CAN hattında bulunan düğümlerin her birinin hat üzerine ne kadar yük oluşturduğu görüntülenmektedir. Ayrıca düğümlerdeki mesajları rahatlıkla görüp analiz edebilmek için database file (.dbc) programa dahil edilebilmektedir.



Şekil 2. Deney düzeneği

Şekil 2’ de deney düzeneği gösterilmektedir. Deney düzeneğinde nominal 48V bir batarya paketi bulunmaktadır. Bu batarya paketinin kontrolü BY5 üzerinden yapılmaktadır. BY5 sisteminin kontrolü ise VCU ile yapılmaktadır. Deney düzeneğinde şarj cihazı enerjisini şebeke üzerinden almaktadır ve DC gerilim üretmektedir. Ürettiği bu gerilim ile batarya paketini şarj etmektedir.



Şekil 3. Düğümlerin mesaj kimlikleri

CAN hattındaki düğümlerin göndermiş olduğu mesajlar Şekil 3'te gösterilmektedir. BMS, batarya paketinin gerekli tüm bilgilerini bu mesaj kimlikleri ile CAN hattına göndermektedir. VCU düğümünün göndermiş olduğu mesajlar ile batarya paketi aktif veya pasif hale gelmektedir. Şarj cihazının göndermiş olduğu mesaj ise anlık olarak verilerini CAN hattına göndermektedir.

3. BULGULAR (RESULTS)

CAN hattı üzerinde üç tane düğüm bulunmaktadır. Bu düğümler BMS, VCU ve şarj cihazıdır. Bu düğümlerin göndermiş olduğu mesajlar ve bunların sıklığı, CAN hattı üzerinde bir yük oluşturmaktadır. Sistem üzerinde altı farklı test yapılmıştır. Bunlar şu şekildedir:

- CAN Hat hızı = 125 kbit/s, 0xE000 ve 0xE001 mesajları 1ms ve 1s
- CAN Hat hızı = 500 kbit/s, 0xE000 ve 0xE001 mesajları 1ms ve 1s
- CAN Hat hızı = 1000 kbit/s, 0xE000 ve 0xE001 mesajları 1ms ve 1s

CAN hattındaki bu yükü bulmak için üç farklı yöntem kullanılmıştır ve bu yöntemlerden çıkan sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Öncelikle CAN hattındaki bu yük için hesaplama yapılmıştır. Hesaplama işlemi yapılırken bit doldurma işlemi yok sayılmıştır ve CAN mesaj çerçevesi bit uzunluğu 128 bit olarak alınmıştır. Her bir mesajın CAN hattı üzerindeki yoğunluğu yaklaşık olarak şu şekilde hesaplanabilir:

$$t_{bz} = 1 / V_{bh} \quad (3.1)$$

$$t_{mg} = t_{bz} * S_{mb} \quad (3.2)$$

$$M_{bl} = (t_{mg} / t_{mgs}) * 100 \quad (3.3)$$

t_{bz} = Bir bitin gönderilme süresi (ms)

V_{bh} = Bit hızı (kbit/s)

- t_{mg} = Mesajın gönderilme süresi (ms)
- t_{mgs} = Mesajın gönderilme sıklığı (ms)
- S_{mb} = Mesaj bit sayısı
- M_{bl} = Mesajın hat üzerindeki yoğunluğu (%)

1.1. CANBUS HIZI 125 KBIT/S ANALİZİ (CANBus Speed 125 KBIT/S Analysis)

Statistic	Current / Last	Min	Max	Avg
Busload [%]	19.77	19.58	20.69	19.78
Charger	1.15	1.13	1.15	1.15
Charger_Status (0x18FF50E5x)	1.15	1.13	1.15	1.15
VCU	2.37	2.33	2.38	2.37
EXT_FuncRequest (0xF000x)	1.19	1.17	1.19	1.19
EXT_TMS (0xF001x)	1.18	1.16	1.18	1.18
BMS	16.24	16.05	17.22	16.27
Charger_Commnd (0x1806E5F4x)	1.17	1.17	1.26	1.17
Master_Bat_Info (0xE000x)	1.14	1.12	1.14	1.14
Master_Capacity_AuxT (0xE004x)	1.18	1.18	1.27	1.18
Master_Cell_Info (0xE001x)	1.09	1.07	1.09	1.09
Master_ChargeRequest (0xE002x)	1.19	1.19	1.29	1.19
Master_CMU_1_Cell_1_4 (0xE015x)	1.10	1.09	1.19	1.10
Master_CMU_1_Cell_5_8 (0xE016x)	1.12	1.11	1.20	1.12
Master_CMU_1_Cell_9_12 (0xE017x)	1.18	1.17	1.27	1.18
Master_CMU_2_Cell_1_4 (0xE018x)	1.09	1.08	1.17	1.09
Master_CMU_2_Cell_5_8 (0xE019x)	1.10	1.10	1.19	1.10
Master_CMU_2_Cell_9_12 (0xE020x)	1.19	1.19	1.29	1.19
Master_Error_Count (0xE032x)	0.12	0.05	0.12	0.11
Master_Error_Statistics (0xE033x)	0.12	0.00	0.12	0.12
Master_Errors_About0 (0xE034x)	0.00	0.00	0.00	0.00
Master_Errors_About1 (0xE035x)	0.00	0.00	0.00	0.00
Master_Errors_About2 (0xE036x)	0.00	0.00	0.00	0.00
Master_FuncSTAT (0xE003x)	1.13	1.13	1.23	1.13
Master_PP (0xE005x)	1.18	1.16	1.18	1.18
Master_SOP (0xE006x)	1.17	1.17	1.26	1.17

Şekil 4. Deney düzeneği 125 kbit/s ve 100 ms gönderme sıklığı ile düğümlerin hat yükleri

Şekil 4'te 125 kbit/s ve 0xE000 ve 0xE001 mesajlarının 100 ms ile gönderildiği deney düzeneğindeki her bir mesajın ayrı ayrı hat üzerinde oluşturduğu yükler gösterilmektedir. Şarj cihazının hat üzerinde oluşturduğu maksimum hat yükü %1.15, VCU düğümünün %2.38 ve BMS düğümünün oluşturduğu hat yükü ise %17.22 olduğu saptanmıştır. Bu testte elde edilen verilere göre tüm düğümlerin CAN hattında oluşturduğu toplam hat yükü maksimum %20.69 olduğu görülmüştür.

1.2. CAN HIZI 500 KBIT/S ANALİZİ (CANBus Speed 500 KBIT/S Analysis)

Şekil 5'te 500 kbit/s ve 0xE000 ve 0xE001 mesajlarının 100 ms ile gönderildiği simülasyon programında her bir mesajın ayrı ayrı hat üzerinde oluşturduğu yükler gösterilmektedir. Şarj cihazının hat üzerinde

oluşturduğu maksimum hat yükü %0.28, VCU düğümünün %0.59 ve BYS düğümünün oluşturduğu hat yükü ise %4.03 olduğu saptanmıştır. Bu testte elde edilen verilere göre tüm düğümlerin CAN hattında oluşturduğu toplam hat yükü maksimum %4.91 olduğu görülmüştür.

Statistic	Current / Last	Min	Max	Avg
Busload [%]	4.91	4.91	4.91	4.91
Charger	0.28	0.28	0.28	0.28
Charger_Status (0x18FF50E5x)	0.28	0.28	0.28	0.28
VCU	0.59	0.59	0.59	0.59
EXT_FuncRequest (0xF000x)	0.30	0.30	0.30	0.30
EXT_TMS (0xF001x)	0.30	0.30	0.30	0.30
BMS	4.03	4.03	4.03	4.03
Charger_Commnd (0x1806E5F4x)	0.29	0.29	0.29	0.29
Master_Bat_Info (0xE000x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_Capacity_AuxT (0xE004x)	0.29	0.29	0.29	0.29
Master_Cell_Info (0xE001x)	0.27	0.27	0.28	0.27
Master_ChargeRequest (0xE002x)	0.29	0.29	0.29	0.29
Master_CMU_1_Cell_1_4 (0xE015x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_CMU_1_Cell_5_8 (0xE016x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_CMU_1_Cell_9_12 (0xE017x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_CMU_2_Cell_1_4 (0xE018x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_CMU_2_Cell_5_8 (0xE019x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_CMU_2_Cell_9_12 (0xE020x)	0.28	0.28	0.28	0.28
Master_Error_Count (0xE032x)	0.03	0.03	0.03	0.03
Master_Error_Statistics (0xE033x)	0.03	0.03	0.03	0.03
Master_FuncSTAT (0xE003x)	0.29	0.29	0.29	0.29
Master_PP (0xE005x)	0.29	0.29	0.29	0.29
Master_SOP (0xE006x)	0.29	0.29	0.29	0.29

Şekil 5. Simülasyon 500 kbit/s ve 100 ms gönderme sıklığı ile düğümlerin hat yükleri

1.3. CAN HIZI 1000 KBIT/S ANALİZİ (CANBus Speed 1000 KBIT/S Analysis)

Hat üzerinde bulunan mesajların kimlik bilgileri, gönderme sıklıkları ve hat üzerindeki yoğunlukları gibi bilgiler Tablo 1’de gösterilmiştir. 0xE000 mesajının hatta olan yoğunluğu şu şekilde hesaplanabilir:

$$t_{bz} = 1 / 1000 = 0.001 \text{ ms}$$

$$t_{mg} = 0.001 * 128 = 0.128 \text{ ms}$$

$$M_{bl} = (0.128 / 100) * 100 = \% 0.128$$

Buradaki yapılan hesaplamada, 0xE000 ve 0xE001 mesaj kimliklerine sahip olan mesajların gönderilme sıklıkları 100 ms olarak ayarlanmıştır. Bit uzunlukları sabit 128 olarak alınmıştır. Yapılan hesaplamalara göre şarj cihazının hat üzerindeki yoğunluğu %0.128, araç kontrol ünitesinin yoğunluğu %0.256 ve batarya yönetim sisteminin hat üzerindeki yoğunluğu ise %1.8176 olarak bulunmuştur. Tüm düğümlerin hat üzerindeki yoğunluğu ise %2.20 olarak bulunmuştur.

Tablo 1. Hesaplama 1000 kbit/s ve 100ms gönderme sıklığı ile toplam hat yükü

Gönderen Düğüm	Mesaj ID	Gönderme Sıklığı(ms)	Bit Uzunluğu	Hat Yüğü (%)
Şarj Cihazı	0x18FF50E5	100	128	0.128
VCU	0xF000	100	128	0.128
VCU	0xF001	100	128	0.128
BYS	0xE000	100	128	0.128
BYS	0xE001	100	128	0.128
BYS	0xE002	100	128	0.128
BYS	0xE003	100	128	0.128
BYS	0xE004	100	128	0.128
BYS	0xE005	100	128	0.128
BYS	0xE006	100	128	0.128
BYS	0xE015	100	128	0.128
BYS	0xE016	100	128	0.128
BYS	0xE017	100	128	0.128
BYS	0xE018	100	128	0.128
BYS	0xE019	100	128	0.128
BYS	0xE020	100	128	0.128
BYS	0xE032	1000	128	0.0128
BYS	0xE033	1000	128	0.0128
BYS	0x1806E5F4	100	128	0.128
			Toplam Hat Yüğü:	2.2016

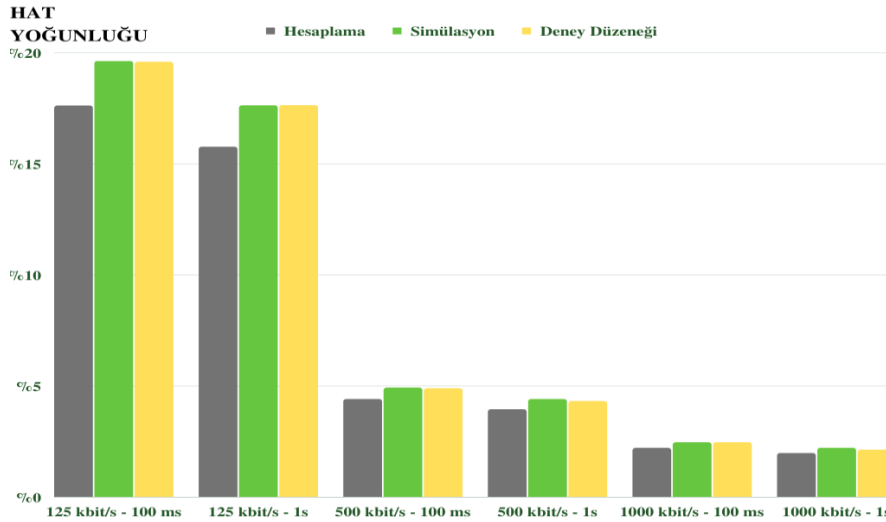
3.4. GENEL ANALİZ (GENERAL ANALYSIS)

Farklı CAN hızlarında ve farklı mesaj gönderme sıklıklarında yapılan testlerin sonuçları Tablo 2'de ve Şekil 6.'da gösterilmiştir.

Tablo 2. Toplam hat yükleri

CAN hızı	Gönderilme sıklığı	Toplam hat yükü		
		Hesaplama	Simülasyon	Gerçek hat
125 kbit/s	100 ms	%17.61	%19.62	%19.58
	1s	%15.76	%17.62	%17.73
500 kbit/s	100 ms	%4.40	%4.91	%4.88
	1s	%3.94	%4.40	%4.31
1000 kbit/s	100 ms	%2.20	%2.45	%2.45
	1s	%1.97	%2.20	%2.12

Hesaplama işlemi yapılırken bit doldurma işlemi yok sayılmıştır ve mesaj bit uzunluğu 128 bit olarak alınmıştır. Bundan dolayı yapılan hesaplama işleminde elde edilen sonuç minimum değerdir. Tablo 2'deki veriler, tüm yapılan testlerden elde edilen sonuçların minimum değerleridir. Hesaplama yöntemiyle yapılan sonuçlardan elde edilen verilere göre 125 kbit/s, 100 ms mesaj gönderme sıklığında hattın toplam yoğunluğu %17.61'dir. Simülasyon sonucunda bu değer %19.62, deney düzeneğinde ise %19.58 olarak bulunmuştur.



Şekil 6. Toplam hat yükleri çubuk grafiği

Hat yoğunluğu, 3 farklı CAN hızlarında ve mesaj sıklıkları değiştirilerek yapılan test sonuçlarından elde edilen veriler Şekil 6'da gösterilmiştir. Farklı renklerle gösterilen çubuk grafiğinde, gri renk ile gösterilen hesaplama yöntemini, yeşil renk simülasyon sonuçlarını ve sarı renk ile gösterilen veriler ise deney düzeneğinden elde edilen verileri göstermektedir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Yapılan bu çalışmada batarya yönetim sistemi, şarj cihazı ve araç kontrol ünitesinin bulunduğu CAN hattına bağlantı sağlanmıştır. Bu CAN hattında bulunan düğümler birbirlerine belirli bir mesajlar gönderirler ve böylelikle birbirleri ile iletişim halinde olurlar. Yapılan analizlerle beraber farklı CAN hızlarında verilerin hatta olan yoğunluğu incelenmiştir. 3 farklı hızlarda belirlenen bu deney düzeneğinde her bir hızda farklı bir yoğunluk bulunmuştur ve bunun hesaplaması yapılmıştır.

Bütün yapılan testlerde sadece iki tane mesajın gönderilme sıklığı 100 ms ve 1 s olarak değiştirilmiştir. Diğer mesajların gönderilme sıklıkları sabit tutulmuştur. Hat yükü hesabı yapılırken her bir mesajın hat üzerindeki yoğunluğu hesaplanır ve bunların hepsinin toplamı genel hat yükü olarak kabul edilir. Hesaplama işlemi bulunan hat yükü, simülasyon ve deney düzeneği üzerinde bulunan hat yükü ile farklı sonuç çıkmaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi CAN protokolünün bit doldurma işlemi yapmasıdır. Gelen her verinin değişmesine göre bit uzunluğu değişmektedir. Bu yüzden hesaplama işlemi yapılırken mesajların bit uzunluğu sabit 128 olarak alınmıştır. Simülasyon ve deney düzeneği üzerindeki yoğunluk birbirine yakın çıkmaktadır. Bunun sebebi ise simülasyon ortamında yapılan testlerde bit doldurma işlemi program üzerinden hesaplanmıştır. Ancak buna rağmen tamamen aynı sonuç çıkması beklenemez çünkü deney düzeneği üzerindeki mesajların göndermiş olduğu veriler sürekli olarak değişmektedir. Bunun sonucunda ise bit doldurma işlemi sürekli olarak değişmektedir.

CAN hızının belirlenmesinde önemli olan faktör genel olarak düğümlerinin birbirine olan uzaklıklarıdır. CAN hızı seçildikten sonra mesajların gönderilme sıklıkları verilerin önem sırasına göre ayarlanabilir. Yapılmış olan deney düzeneğinde BYS düğümünün hata mesajları saniyede bir defa göndermektedir. Diğer veriler 100 ms ile diğer düğümlere gönderilmektedir. Yapılan testlerde 0xE000 ve 0xE001 adreslerinden gelen sinyallerin gönderilme sıklıkları değiştirilmiştir ve hatta olan yükleri analiz edilmiştir. CAN hattının yoğunluğu maksimum %50 veya %60 civarlarında olması kabul edilebilir. Tasarlanan bu deney düzeneğinde 125 kbit/s hızında maksimum %20.69 olmuştur ve bu yoğunlukta kabul edilebilir bir yüzdendir. Ancak düğümlerin fazlaşması veya CAN hattına gönderilen mesajların artmasıyla bu yüzde değişecektir.

CAN hattının yoğunluğu ve BYS ile ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda ya sadece batarya yönetim sistemi geliştirilmiş veya sadece CAN hattının yoğunluğu hesaplanmıştır. Hesaplanan bu hat yoğunlukları belirli bir sistem üzerindeki yapılan hesaplamalardır. Yani CAN hattının hızlarının değiştirilmediği veya mesajların gönderilme sıklıklarının sabit olduğu çalışmalardır. Ancak yapılmış olan bu çalışmada, bataryanın güvenli bir şekilde çalışabileceği bir batarya yönetim sistemi tasarlanıp CAN hattı üzerindeki her bir mesajın yoğunluğu farklı hızlarda hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Lawrenz, W. (1997). CAN System Engineering: From Theory to Practical Applications. Springer, New York.
- [2] Bosch, (1991). CAN Specification, Version 2.0, Robert Bosch GmbH, Stuttgart.
- [3] Kiencke, U. (1994). Controller Area Network - From Concept to Reality. In Proceedings of 1st International CAN Conference, Can in Automation (CIA). 04-07 October, Erlangen, 11-20.
- [4] Farsi, M., Ratcliff, K., Babosa M., "An overview of Controller Area Network", Computing & Control Engineering Journal June, 113-120, 1999.
- [5] Marino, P., Dominguez, M., A., Poza, F., Machoda, F., "Fieldbuses Education Using Training System Designed With State-Of-The- Art Technologies", 18th International Conference on Systems Engineering, 2005

- [6] F. Li, L. Wang and C. Liao, "CAN (Controller Area Network) Bus Communication System Based on Matlab/Simulink," 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008, pp. 1-4, doi: 10.1109/WiCom.2008.1004
- [7] Özçelik, İ., Ertürk, İ. & Ekiz, H. (2001). CAN – Eternet Uyumlu Köprü Tasarımı ve Uygulaması. EEBM 9. Ulusal Kongresi. 17-22 Eylül, İzmit, 264-268.
- [8] Zuberi, K.M. & Shin, K.G. (1995). Non – Preemptive Scheduling of Messages on Control Area Network for Real – Time Applications, In Proc. Of the IEEE Real Time Applications Symposium. 15-17 May, Chicago, IL, USA, 240–249.
- [9] Renjun Li, Chu Liu and Feng Luo, "A design for automotive CAN bus monitoring system," 2008 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, 2008, pp. 1-5, DOI: 10.1109/VPPC.2008.4677544.
- [10] Lawrenz, W. (1995). Worldwide Status of CAN–Present and Future. In Proceedings of 2nd International CAN Conference, CAN in Automation (CIA), Erlangen. 13-14 October, London. 2-16.
- [11] Tindell, K., Hanssmon, H. & Wellings, A.J. (1994). Analysing Real-Time Communications: Controller Area Network (CAN). 1994 Proceedings Real-Time Systems Symposium. 07-09 December, San Juan, PR, USA, 259-263.
- [12] Natale M.D., Scheduling the CAN BUS with Earliest DeadlineTechniques, 21st IEEE Real-Time Systems Symposium, 2000, Proceedings., 259-268.
- [13] Tindell, K., Burns, A. & Wellings, A.J. (1995). Calculating controller area network (CAN) message response times. Control Engineering Practice, 3(8), 1163-1169.
- [14] Rohrer, R.A., Pitla, S.K. & Luck, J.D. (2019). Tractor CAN bus interface tools and application development for real-time data analysis. Computers and Electronics in Agriculture, 163, 104847.
- [15] Kelkar, S. & Kamal, R. (2014). Adaptive fault diagnosis algorithm for controller area network. IEEE transactions on Industrial Electronics, 61(10), 5527-5537.