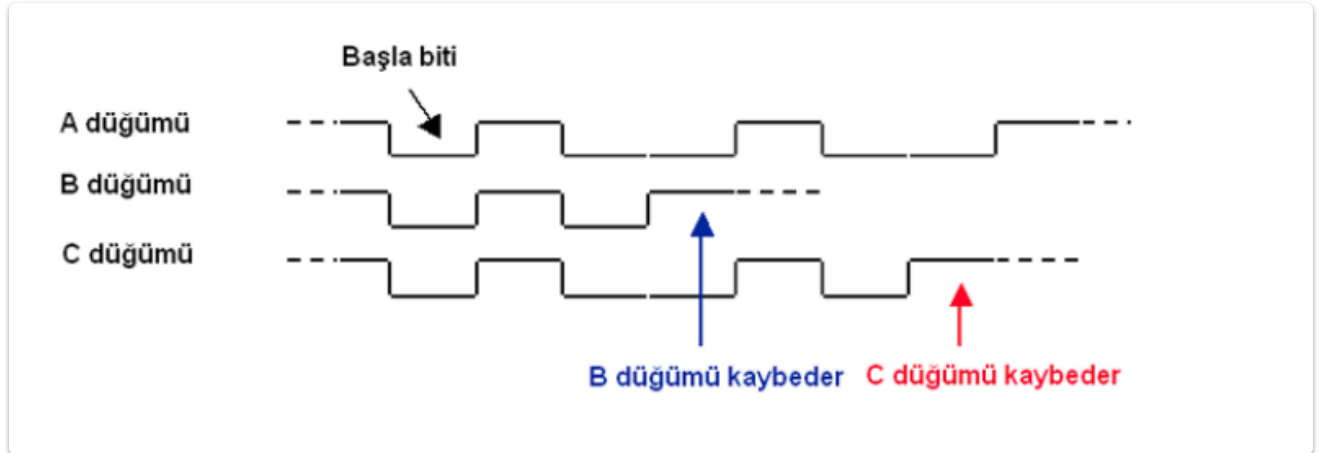


Mesaj ID temellidir.

CAN-BUS sisteminde tüm üniteler eşit öncelikli olarak iletim hattına veri yollama hakkına sahiptir. Buna **multimaster** çalışma denir.

Peki CAN-BUS'ta hatasız veri iletimi nasıl oluyor ?

- Herkes bir anda veri gönderirse çatışmalar olacağı açık. **Bunun çözümü tüm nodelar daima iletim hattını dinler ve iletim hattının boş olduğu anı yakalamaya çalışır.**
- **CAN** iletişim ortamına erişim yöntemi olarak bit öncelikli yapı ile **CSMA/CD** kullanır.
- Lojik 0'ın lojik 1 e baskın gelmesi sonucu **küçük mesaj ID sine sahip mesajlar öncelik kazanırlar.**
- Bir düğüm tarafından mesaj gönderilmesi kararlaştırıldığında mesaj yol boşalana kadar bekletilir.
- Her düğüm yolu devamlı izlemektedir.
- Yol boşaldıktan sonra düğüm yola başla işaretini vererek mesajı yollamaya başlar.
- **Mesaj her düğüme ulaşmaktadır** ve ilişkisi olan düğümler mesajı okuyup işlemektedir.
- Eğer yol boşaldığında birden fazla düğüm yola mesaj yazmaya başlarsa **düşük ID'li mesajı yazan düğüm yolu ele geçirir** ve diğer düğümlerden aradan çekilerek tekrar göndermek üzere yolun boşalmasını beklerler.
- Bir düğüm veri yoluna mesaj yazarken **1 yazdığına 0 okuyorsa eğer, başka bir düğümünde yola mesaj yazdığını anlar ve onun önceliği yüksek olduğundan veri yolunu ona bırakır.**
- Örneğin yola aynı anda veri yazmaya çalışan A,B ve C adında üç düğümümüz olsun. A düğümü yola **36 (100100)**, B düğümü **47 (101111)** ve C düğümü **37 (100101)** yazsın .

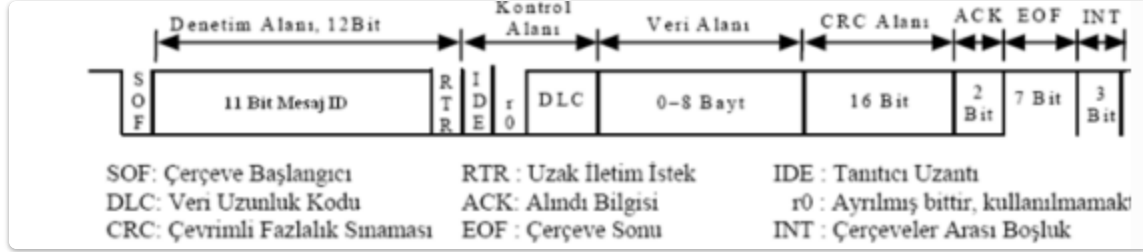


CANBUS MESAJLARI

- CAN sistemlerinde veriler paketlerin halinde iletilir. Ancak burada iki tip paketleme yapılır ve bu paketlemelerin özel adları vardır.
- 11 bit tanımlayıcıya sahip olanlar CAN2.0A diğer adıyla STANDART CAN, 29 bit tanımlayıcıya sahip olanlara ise CAN2.0B diğer adıyla EXTENDED (Geliştirilmiş) CAN denir. Aralarındaki temel fark ise tanımlanacak mesaj sayısıdır.

- Standart CAN'de $2^{11} = 2048$ mesaj tanımlanır.
- Extended CAN'de $2^{29} = 536\,870\,912$ mesaj tanımlanır.

BASE FRAME (Temel Çerçeve)



Her çerçeve SOF (Start of Frame) sinyali ile başlar.

- Bu sinyal 1 bitliktir ve dominattır. Ardından 12 bitlik denetim alanı gelmektedir.
- İlk 11 biti mesaj ID alanıdır ve bu alandaki ID değeri ile mesajlar etiketlenir.
- Denetim alanındaki son bir RTR diye adlandırılır ve özel anlamı vardır.
 - Bu bit 0 (dominant) ise gönderilen çerçeve veri çerçevesidir ve veri alanında, ID alanında tanımlanan mesaja ait veri vardır.
 - Bu bit 1 ise çerçeve istek çerçevesidir ve veri alanı yoktur.
- Bu çerçevenin ID alanındaki değer ile belirlenen mesaja ait veri ilgili düğümlerden istenmektedir.
- Bu çerçeveyi alan alıcı ID alanındaki değeri okuyarak hangi veriyi göndermesi gerektiğini anlar ve yol boşa çıktığında gönderir. Bu sayede CAN protokolü master ve slave olarak çalışabilmektedir.
- ID alanındaki ilk 7 bit ardışık olarak **resesif(1) olamaz.**

Kontrol Alanı

- Denetim alanından sonra kontrol alanı gelmektedir.
- Bu alanı ilk biti IDE diye isimlendirilir ve bu çerçevenin 11 bitlik ID alanına sahip 2.0A çerçevesi olduğunu belirten dominant bir bittir.
- Bu bitin ardından bir bitlik kullanılmayan rezerve alanı gelmektedir.
- Daha sonra 4 bitlik DLC diye isimlendirilen bir alan gelir.
 - DLC alanı gönderilen verinin kaç byte olduğunu söyler.

CRC Alanı

Veri alanını CRC alanı takip eder.

- Bu alan 16 bitliktir ve 15 bitlik CRC (Cyclic Redundancy Check) bilgisi ile resesif CRC Delimiter bitinden oluşmaktadır.
- CRC alanı gönderilen SOF alanına kadar gönderilen verinin doğru olup olmadığının anlaşılması için bir değerdir.
- Veriyi gönderen düğüm veri üzerinde bir takım işlemler yaparak 15 bitlik CRC değerini hesaplar ve çerçeveye ekler.

- Alan düğüm veriyi aldığı anda göndericinin yaptığı işlemler ile aynı işlemleri yapar ve CRC yi tekrar hesaplar. Alınan ve gönderilen CRC tutarlı ise veri doğru gönderilmiştir.
- Alıcı düğümlerden en az 1 tanesi bile veriyi yanlış aldıysa veri tekrar gönderilmelidir.

ACK Alanı

Bu alan iki bitliktir.

- İlk bitini gönderici resesif olarak gönderir.
- Eğer veri en az bir alıcı tarafından doğru alınmışsa alıcı yolda dominant biti yazar.
- Böylece gönderici mesajın en az bir alıcı tarafından alındığını anlar.
- Eğer gönderici dominant biti okuyamazsa ACK işaretinden kaynaklı bir hata olduğuna kanaat getirir ve veriyi tekrar yollar.
- Bu alanın ikinci biti ise ACK delimiter olarak adlandırılır ve resesiftir.

EOF Alanı

ACK alanının arkasından çerçevenin sonlandırıldığını belirten 7 bitlik EOF alanı gelir.

- Bu alandaki bitler resesiftir.
- Daha sonra ise çerçeveler arasında boşluk bırakmak amacıyla 3 bitlik INT alanı gelmektedir ve bitleri resesiftir.
- Böylece temel çerçevede bir mesaj gönderilmiş ve alınmış olur.

Extended Frame (Geliştirilmiş Çerçeve)

- Extended frame'de dominant SOF ile başlar.
- Ardından 2.0A da olduğu gibi 11 bitlik IDA alanı gelir.
- Ardından 2.0A'daki dominant RTR biti yerine resesif SRR biti gelmektedir.
- Ardından 2.0A'daki offsete denk gelecek şekilde IDE biti gelir.
 - Tek farkı 2.0B de bu bit resesiftir çünkü 29 bitlik ID ye sahip mesajlar iletilmektedir.
- IDE bitinden sonra 18 bitlik ikinci ID B alanı gelir.
- Ardından dominant RTR biti gelerek bu çerçevenin veri çerçevesi olduğunu belirtir.

Request Frame

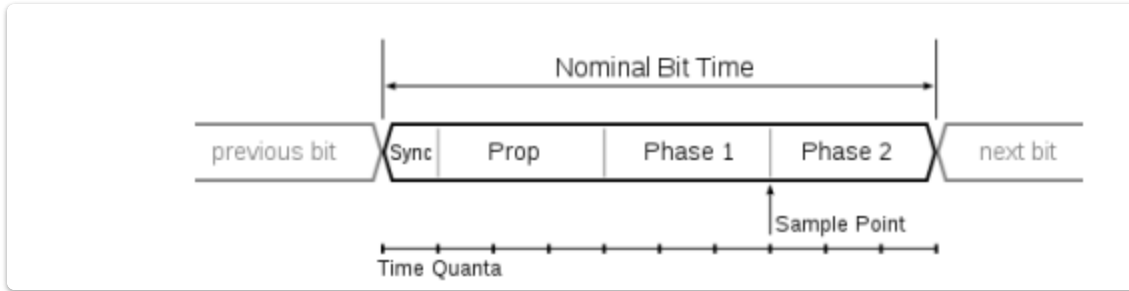
- Çoğu zaman veri yolu okunan,oluşan bilgilerin gönderilmesi ile çalışmaktadır.
- Bazen düğümler istekte bulunurlar.
- Bunu istek çerçevesi ile yaparlar.
- İstek çerçevesi ile veri çerçevesinin 2 farkı vardır.
- Bunlar istek çerçevelerinde RTR biti resesiftir ve istek çerçevelerinin veri alanı yoktur.
- Kalan kısımlar veri çerçevesi ile aynıdır.

ERROR Frame

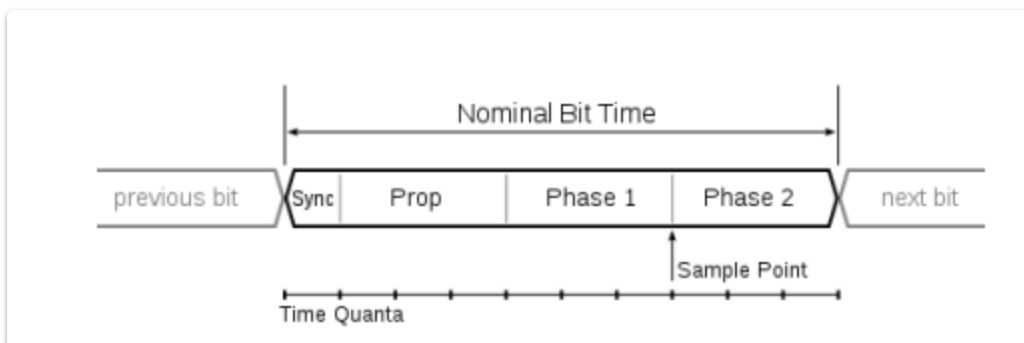
- Veri yolunda hata oluştuğunda hata çerçevesi gönderilmektedir.

- Hata çerçevesi iki alandan oluşmaktadır.
- Bu alanlar hata bayrakları (Error Flags) ve hata ayracı (Error Delimiter) alanıdır.
- Aktif ve pasif olmak üzere iki adet hata bayrağı vardır.
- Yolun durumuna göre aktif veya pasif hata oluşturmaktadır.
- CAN haberleşmesi haricinde clock yoktur.
- Senkronizasyon lojik değişimlere göre yapılmaktadır.
- Altı veya daha fazla adet aynı lojik seviyeden bitin ardışık okunması senkronizasyonun kayboluğu anlamına gelir.
- Bu yüzden aynı lojik seviyesine sahip her beş ardışık bit gönderildikten sonra araya karşı seviyeden bir bit sıkıştırılır.
- **Bunu CAN donanımı yapmaktadır ve bu işlemin adına bit stuffing denilmektedir.**

CAN BUS Bit Süresi



- Çoğu diğer seri protokolün aksine, CAN protokolünde bit hızı direk olarak baud rate önbölücüsünü kurarak ayarlanmaz.
- CAN donanımlarında baud rate önbölücüsü vardır fakat kuanta denilen küçük bir zaman dilimini üretmek için kullanılır.
- Bir bitlik süre 3 kısma bölünmüştür.
- Birinci kısım senkronizasyon kısmıdır ve sabit olarak bir kuanta uzunluğundadır.
- Takip eden kısımlar ise Tseg1 ve Tseg2 olarak isimlendirilir ve kullanıcı tarafından uzunlukları kuanta cinsinden ayarlanabilir.
- Bir bitlik periyot minimum 8 maksimum 25 kuanta uzunluğunda olmalıdır
- Gönderilen bitin alıcıda alındığı nokta örnekleme noktası diye isimlendirilir ve Tseg1 sonundadır.



- Tseg1 ve Tseg2 oranı ayarlanarak örnekleme noktası bir bitlik zaman içerisinde kaydırılabilir.
- Bunu yapmamızdaki amaç iletim hattının uzunluğuna göre sistemin kararlı çalışabilmesini sağlamaktır. Uzun iletim hatları kullanıyorsak örnekleme noktası geri çekilmelidir.
- Osilatörümüz hassas değil ve kesinliği düşük ise örnekleme noktası ileri kaydırılır.
- Ek olarak alıcılar bit zamanlamalarını ayarlayarak vericiye kilitlenebilirler.
- Bu vericinin bit hızındaki ufak sapmaları telafi eder.
- Her bit, kullanıcı tarafından ayarlanabilen, synchronous jump width denilen, 1 - 4 kuantaya süresi arasında değer alan bir değişken tarafından ayarlanır.
- Bit hızı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır (BRP=Baud Rate Prescaler).
- $\text{Bit Rate} = \text{PCLK} / (\text{BRP} * (1 + \text{Tseg1} + \text{Tseg2}))$
- Bu bağıntı birkaç bilinmeyene sahiptir.
- Bit hızını 125Khz, PCLK'yı 60Mhz ve örnekleme noktasını %70 olarak kullandığımızı varsayalım.
- Bir bitlik periyot toplam kuantaya sayısı ile hesaplanır ve bu değer (1+Tseg1+Tseg2) dir.
- Bu değere KUANTA diyelim ve yukarıdaki bağıntıyı tekrar düzenleyelim.
 - $\text{BRP} = \text{PCLK} / (\text{Bit Rate} * \text{KUANTA})$
- Bilinen değerlerimizi denklemde yerine koyalım.
 - $\text{BRP} = 60\text{M} / (125\text{K} * \text{KUANTA})$
- Bir bitlik periyodun 8 ile 25 kuanta arasında olduğunu biliyoruz.
- Bu bilgiyi kullanarak BRP tam sayı olacak şekilde KUANTA yerine 8 ile 25 arasında uygun bir sayı seçelim.
- $\text{KUANTA} = 16$, $\text{BRP}=80$ olacak şekilde denklemi çözeriz.
- Şimdi Tseg1 ile Tseg2 arasındaki oranı ayarlayalım.
 - $16 = (1+\text{Tseg1}+\text{Tseg2})$
- olduğuna göre hedeflenen örnekleme noktasının periyodun %70 ine denk gelmesi için
 - $\text{Örnekleme Noktası} = (\text{KUANTA} * 70) / 100$
- Dolayısıyla $16 * 0.7 = 11.2$ olur.
- Buradan $\text{Tseg1} = 10$ ve $\text{Tseg2} = 5$ olarak bulunur. Bu durumda örnekleme noktası %68.8 e denk gelir.
- Synchronous jump width değeride aşağıdaki şekilde hesaplanır.
- $\text{Tseg2} \geq 5 \text{ TKUANTA}$ ise $\text{SJW} = 4$ tür.
- $\text{Tseg2} < 5 \text{ TKUANTA}$ ise $\text{SJW} = (\text{Tseg2} - 1) \text{ TKUANTA}$ dır.
- Bizim örneğimizde $\text{SJW}=4$ tür.