08 UART

5 Mayıs 2021 Çarşamba 08:03

08 UART

Giriş

- https://cennttceylnn.medium.com/elektronik-haberleşme-protokolleri-nedir-d11a6d3a5957 link üzerinden haberleşme protokolleri hakkında bilgi alabiliriz.
- https://www.ercankoclar.com/2018/04/uart-iletisim-protokolu-ve-mikroc-kutuphanesi/ https://arduinodestek.com/uart-haberlesme-nedir-ve-nasil-gerceklesir/
- https://youtu.be/uktFwZX2TTE, https://youtu.be/K0JuUAQYsaQ ve https://youtu.be/UCXVFJSrIbE protokol hakkında videolardan bilgi edinebiliriz.
- https://youtu.be/GRmYKJgAtQ4 , https://youtu.be/NDwpWbXJ0sc , https://youtu.be/vrSzdoKv558 , https://youtu.be/vzRuLn_Gzx8 , https://youtu.be/ic8NUSytU-g , https://youtu.be/y7ZETFlohp0 , https://youtu.be/1IGm99He7g4 linklerinden STM32 ile yapılmış örnek uygulamaları izleyebiliriz.
- UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), 1 ve 0'lardan oluşan verileri iki dijital sistem arasında alıp verme işlemlerinde kullanılan bir iletişim protokolüdür.

Avantajları ve Dezavantajları

Avantajlar;

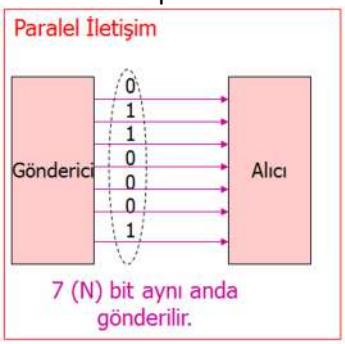
- Sadece iki kablo kullanır.
- Saat sinyali gerekli değildir.
- Hata denetimine izin vermek için bir eşlik biti vardır.
- Veri paketinin yapısı, her iki taraf da buna göre ayarlandığı sürece değiştirilebilir.
- İyi belgelenmiş ve yaygın olarak kullanılan yöntem.

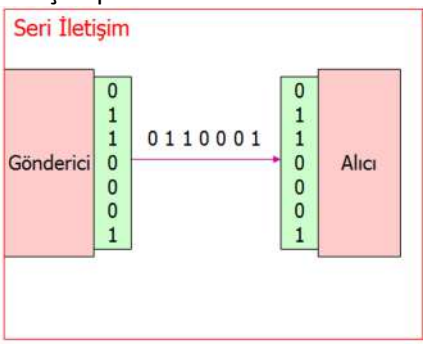
Dezavantajlar;

- Veri çerçevesinin boyutu maksimum 9 bit ile sınırlıdır.
- Birden çok bağımlı veya birden çok ana sistemi desteklemez.
- Her UART'ın baud hızı, birbirinin %10'u dahilinde olmalıdır.

İletişim Yöntemi

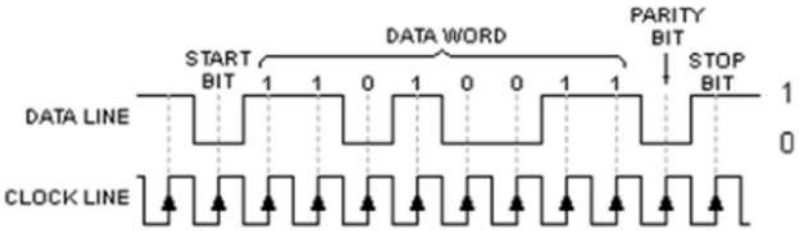
- Dijital sistemlerde iletişim paralel ve seri olmak üzere iki türlü yapılır.
- **Paralel** iletişimde bilgi vericiden alıcıya aynı anda birden fazla bit gidecek şekilde gönderilir. Böylece tek hamlede birden fazla veri karşı tarafa gönderildiği için iletişim hızı yüksektir. Fakat bu iletişim türünde kullanılan hat sayısı fazladır ve uzun mesafeler için uygun değildir.
- **Seri** iletişimde ise vericiden alıcıya gönderilecek bilgi, tek hat üzerinden sırayla gönderilir. Bu şekilde giden bilginin, tek hamlede tek biti gönderebileceği için iletişim hızı yavaşlatır. Fakat seri iletişimde hat sayısı azdır ve uzun mesafeli iletişim için daha uygundur.
- USART protokollü bir seri iletişim protokolüdür.



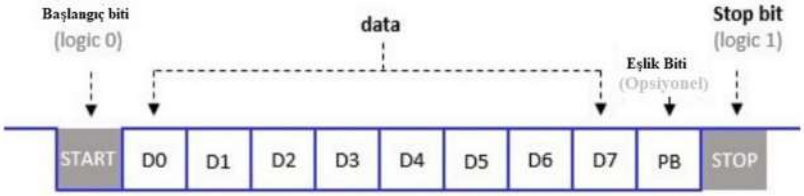


İletişim Modu

- USART protokolünde veriler senkron veya asenkron olarak alınabilirler.
- **Senkron** veri alışverişinde bir data hattı ve bir clock hattı bulunmalıdır.
  Daha hattından gidecek veriler clock hattından gönderilen sinyalin her düşen veya yükselen kenarında alıcıya iletilir.



- **Asenkron** modda ise verilerin iletilmesinde bir clock hattına ihtiyaç duyulmaz.



Parametreler

- Verilerin gönderilmeye başlayacağı, alıcıya bir başlangıç için **Start** sinyali ile bildirir ve hemen arkasından veriler akmaya başlar daha sonrasında **Stop** biti ile sonlandırılır.
- Start biti "O" stop biti "1" verilerinden oluşmaktadır. Veri bitleri ise 7 veya 8 bit olabilir.
- Verilerin doğru olarak gönderilip gönderilmediğini anlamak için kullanılan **Parity** biti bulunmaktadır. Parity bitinin gönderilmesi şart değildir.
- Parity biti genellikle üç farklı şekilde kullanılır. Even, Odd ve None olarak seçilebilir.
  Parite, **Even** olarak kullanıldığında, iletilen verinin toplamda çift sayıda yüksek seviyeye sahip olması gerekmektedir. Eğer iletilen verinin yüksek seviyeye sahip bit sayısı tek ise, parite biti 1 olacak şekilde ayarlanır ve toplamda çift sayıda yüksek seviye olmasını sağlar. Eğer iletilen verinin yüksek seviyeye sahip bit sayısı zaten çift ise, parite biti 0 olarak ayarlanır. **Odd** ise bunun tam tersidir. Parite bitinin kullanılmadığı durumlarda **None** seçeneğini kullanırız ve böylece iletilen verinin doğruluğu kontrol edilmez. Parite biti için boş bir bit alanı bırakılır ve sadece veri bitleri iletimi gerçekleştirilir.
- Parite biti, basit bir hata kontrol mekanizmasıdır ve veri bütünlüğünü sağlamak için kullanılır. Ancak, parite biti tek başına tüm hataları tespit etmek veya düzeltmek için yeterli değildir. Daha güvenli ve sağlam hata kontrol yöntemleri için farklı yöntemler ve algoritmalar kullanılabilir, örneğin **CRC** (Cycle Redundancy Check)
- **Baudrate** saniyede gönderilen bit sayısıdır ve bps (bits per second - saniyede gönderilen bit sayısı) birimi ile ölçülür. Standart veri gönderme hızları 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 56000, 115200 gibi hızdadır. Baudrate hızı **arttıkça** veri iletim mesafesi **azalır**.
- İki cihaz arasında UART haberleşmesi yapılıyorsa, her iki cihazın da **aynı** baud oranı, veri bitleri, parite biti ve stop bitleri yapılandırmasına sahip olması gerekmektedir. Bu parametrelerin doğru bir şekilde yapılandırılması, güvenilir ve hatasız veri iletimini sağlar.

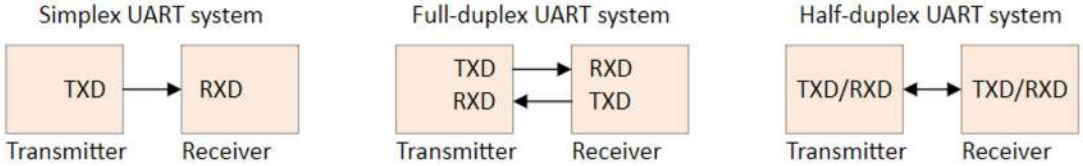
Veri İletimi Süresi

- Belirli bir baud hızında (baud rate) veri iletiminin ne kadar sürdüğünü hesaplamak için aşağıdaki hesaplama yöntemi kullanılır.
  - **Baud Hızı (Baud Rate):** Bu, saniyede kaç karakter gönderildiğini belirtir. Eğer her karekter 1 bit'e eşitse, bu durumda saniyede kaç bit gönderildiğini de gösterir.
    Örneğin, 9600 baud, saniyede 9600 bit'in iletildiği anlamına gelir.
  - **Bir Bit'in İletim Süresi:** Bir bit'in iletilmesi için geçen süre, baud hızı ile ters orantılıdır. Yani bir bit'in iletim süresi, Bit Süresi = 1 / Baud Rate hesap edilir. Saniye cinsinden sonuç verir.
  - **Bir Byte'ın İletim Süresi:** Bir byte 8 bit'ten oluşur, fakat genellikle veri iletiminde başlangıç biti, durdurma biti ve bazen hata kontrol biti gibi ek bitler de olabilir. Standart bir asenkron iletişimde bu, genellikle 10 bit olarak kabul edilir. Byte Süresi = Bit Sayısı × Bit Süresi şeklinde hesap edilir.
- Baud hızına göre bir byte'ın iletim süresini hesaplamak için kullanılan formül,

  Byte Süresi = 10 / Baud Hızı
  - Bu formülü kullanarak farklı baud hızları için byte süreleri;
    115200 baud hızı için Byte Süresi ≈ 86.8 µs
    57600 baud hızı için Byte Süresi ≈ 173.6 µs
    38400 baud hızı için Byte Süresi ≈ 260.4 µs
    19200 baud hızı için Byte Süresi ≈ 520.8 µs
    9600 baud hızı için Byte Süresi ≈ 1.04 ms
    4800 baud hızı için Byte Süresi ≈ 2.08 ms

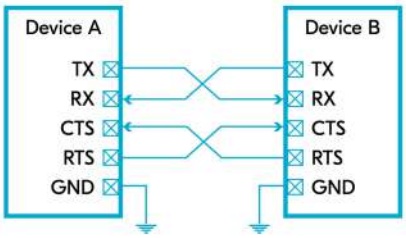
Çalışma Modları

- UART'ın üç çalışma modu vardır. Bunlar Full Duplex, Half duplex ve Simplex'dir.
    - **Full Duplex** iletişimde, veri gönderme ve veri alma işlemleri aynı anda ve bağımsız olarak gerçekleştirilir.
    - **Half Duplex** iletişimde, veri gönderme ve veri alma işlemleri aynı hattı paylaşan cihazlar arasında sırayla gerçekleştirilir.
    - **Simplex** iletişimde, veri iletimi sadece bir yönde gerçekleşir.



Pin Yapısı

- TX (Transmit) ve RX (Receive), UART haberleşmesinde kullanılan veri gönderme ve veri alma hatlarını temsil eder.
- CTS (Clear To Send) ve RTS (Request To Send) ise UART haberleşmesinde kullanılan kontrol sinyalleridir. RTS ve CTS sinyalleri, veri akışını kontrol etmek için kullanılır ve genellikle aşırı yüklenmeyi önlemek veya veri kaybını engellemek için kullanılır.
- **TX** hattı, veri gönderici tarafından kullanılan seri veri gönderme hattını temsil eder. Veri gönderici, veri paketini seri olarak TX hattına gönderir ve bu hattı kullanarak veriyi alıcıya iletir.
- **RX** hattı, veri alıcı tarafından kullanılan seri veri alma hattını temsil eder. Veri alıcı, veriyi seri olarak RX hattından alır ve bu hattı kullanarak veriyi işler.
- Veri gönderici tarafından veri göndermeye hazır olduğunu bildirmek için **RTS** sinyalini HIGH seviyeye çeker. Bu, veri alıcının veriyi almasını ve işlemeye başlamasını sağlar.
- Veri alıcı tarafından veri almayı ve işlemeyi kabul etmek için hazır olduğunu belirtmek için **CTS** sinyalini HIGH seviyede tutar. Bu, veri göndericinin veriyi göndermeye başlamasını sağlar.
- RX giriş pini ile TX çıkış pini ve CTS giriş pini ile RTS çıkış pini birbirlerine ters bağlanır.

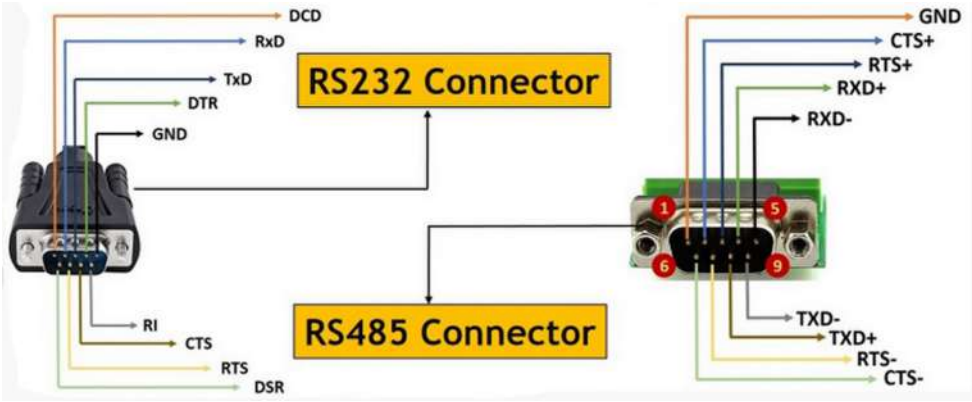


Fiziksel Standartlar

- USART, seri iletişimde geniş bir kullanım alanına sahiptir ve çeşitli protokollerin uygulanmasına olanak tanır. Bu protokoller arasında RS232, RS422, RS485 fiziksel standartlar yer alır.
- https://blog.direnc.net/rs232-ve-rs485-nedir-kullanim-alani-avantaj/, https://www.elektrikde.com/rs-232-rs-485-ve-rs-422-seri-iletisim/ ve https://youtu.be/ChCRlU2kEE0 link üzerinden fiziksel standartlar hakkında bilgi edinebiliriz.
- **RS232**, tek bir veri iletim hattı üzerinden iletişim sağlar ve asenkron veri iletimine uygun bir protokol kullanır. Genellikle 15 volt ile -15 volt arasında bir gerilim seviyesi kullanır. Seri iletişim yaklaşık 15 metre kadardır.
- **RS-485** ve **RS-422**, her ikisi de seri haberleşme standardı olan ve diferansiyel sinyal iletimini kullanan protokollerdir. RS485, RS422'nin bir üst kümesidir, bu nedenle tüm RS422 cihazları RS485 tarafından kontrol edilebilir.
- RS485, birden fazla cihaz arasında noktadan noktaya veya çok noktaya bağlantılar sağlayabilir. Düşük hızlardan (baud hızı) yüksek hızlara kadar geniş bir veri iletim hızı aralığına sahiptir. Genellikle 100 kbps ila 10 Mbps arasında değişen hızlarda iletişim sağlar. Uçtan uca maksimum mesafe 1200 metreye kadar olabilir.
- RS232 ile RS485 standartlarının özellikleri şu şekildedir:

	RS232	RS485
Voltaj Sistemi	Gerilim seviyesine dayalı	Diferansiyel
Tek Hatta Toplam Sürücü ve Alıcı	1 Sürücü, 1 Alıcı	32 Sürücü, 32 Alıcı (Aynı anda bir Sürücü etkin)
Hat Yapılandırması	Noktadan Noktaya	Çok Aktarmalı
Maksimum Operasyonel Mesafe	15M/50FT	1200M / 3000FT
Maksimum Veri İletim Hızı	1 MBit/sn	10 MBit/sn
Maksimum Sürücü Çıkış Voltajı	±25V	-7V ila +12V
Alıcı Giriş Direnci	3 ila 7 kΩ	12 kΩ
Alıcı Giriş Voltaj Aralığı	±15V	-7V ila +12V
Alıcı Duyarlılığı	±3V	±200mV

- RS232 ve RS485 konnektörlerinin pin bağlantı bilgileri şu şekildedir:

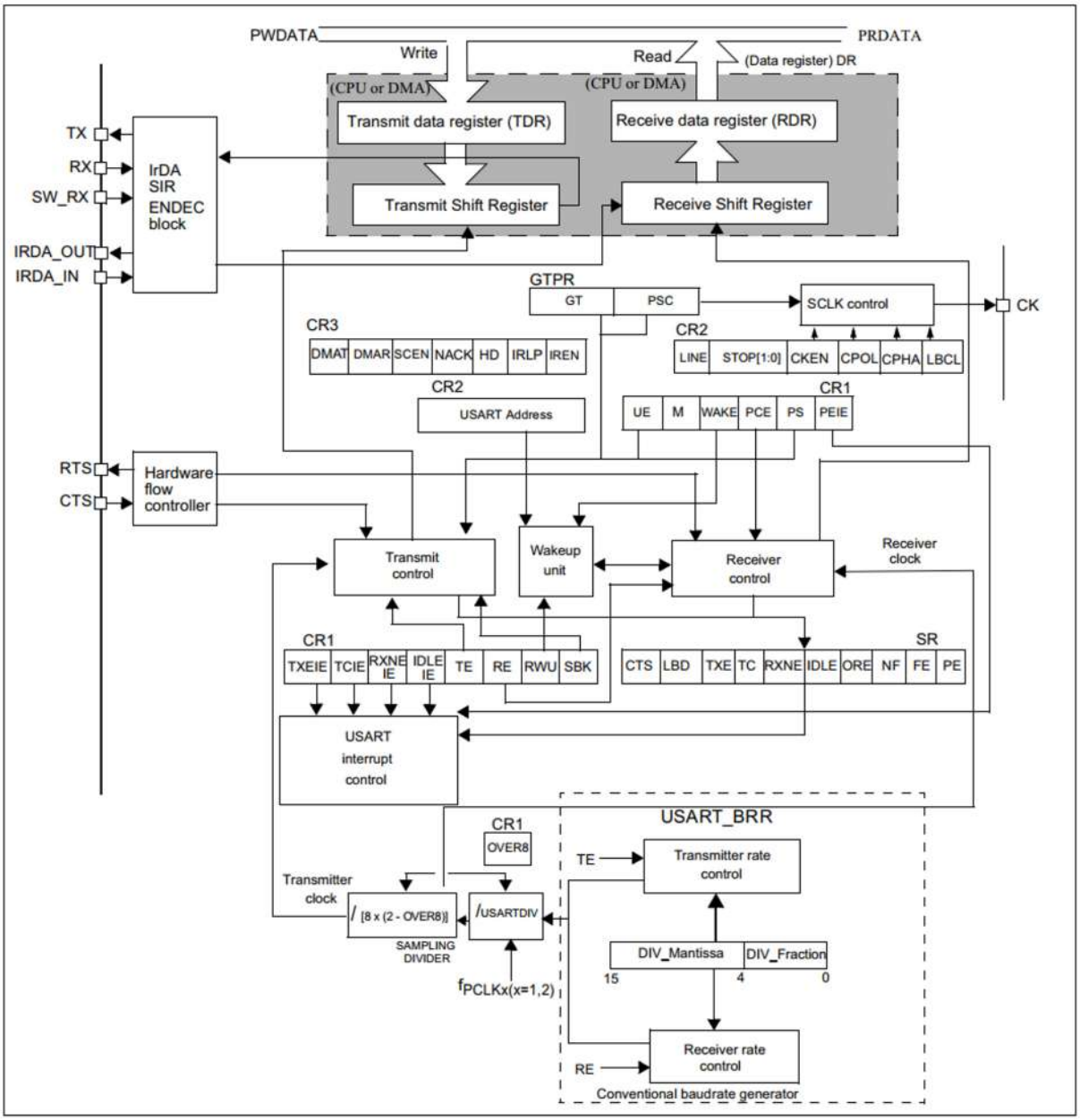


- RS-232, eski ve yaygın olarak kullanılan bir seri haberleşme standardıdır. Ancak daha yüksek veri hızları, uzun mesafe iletimi ve çok noktalı haberleşme gerektiren uygulamalarda RS-485 gibi daha modern haberleşme standartları tercih edilmektedir.

Haberleşme Metotları

- UART üzerinden Polling, Interrupt ve DMA olmak üzere üç farklı haberleşme yapılabilir.
- https://deepbluembedded.com/how-to-receive-uart-serial-data-with-stm32-dma-interrupt-polling/, https://controllerstech.com/uart-receive-in-stm32/ ve https://controllerstech.com/uart-transmit-in-stm32/ link ile bu metotlar ile yapılan örnekleri inceleyebiliriz.
- **Polling** yani Yoklama yöntemi, mikrodenetleyici tarafından sürekli olarak UART veri alımını kontrol etmek için kullanılır. Mikrodenetleyici, UART veri alımını düzenli aralıklarla sorgular ve yeni veri varsa onu işler. Veri gelene kadar mikrodenetleyici diğer işlemleri yapamaz ve sürekli olarak UART'ı kontrol etmek zorunda kalır. Bu yöntem, basit uygulamalarda ve düşük hızlı veri iletiminde tercih edilebilir.
- Yalnızca UART kullanıyorsak ve başka bir şey kullanmıyorsak bu kullandığımız polling yöntemi kullanmak iyidir, aksi takdirde diğer tüm işlemler etkilenecektir.
- **Interrupt** yöntemi, UART'dan veri alındığında veya veri gönderildiğinde mikrodenetleyiciye kesme sinyali göndererek mikrodenetleyicinin normal işlemesini kesmesini sağlar. Bu yöntem, mikrodenetleyicinin sürekli olarak UART'yı sorgulamaktan kurtulmasını sağlar ve daha etkili bir şekilde diğer görevlerini gerçekleştirmesine olanak tanır. Interrupt yöntemi, yüksek hızlı veri iletimi veya zamanlama hassasiyeti gerektiren uygulamalarda tercih edilir.
- **DMA** yöntemi, veri transferini mikrodenetleyicinin müdahalesi olmadan doğrudan bellekten yapılmasını sağlar. DMA denetleyici, UART'dan gelen veya UART'a gönderilecek verileri doğrudan bellekten okur veya belleğe yazar. Bu yöntem, mikrodenetleyicinin UART veri transferiyle uğraşmadan diğer işlemleri gerçekleştirmesine olanak sağlar ve veri transferinde yüksek hızlı ve verimli bir çözümdür. DMA yöntemi, yüksek hızlı veri transferlerinde veya sürekli veri akışı gerektiren uygulamalarda kullanılır.
- Özellikle USART ile gönderilecek yüklü miktarda verimiz var ise, bu veriyi döngü içerisinde göndermek, işlemci zamanının önemli bir bölümünü harcayacaktır. Baud hızımız ne kadar az ise, gönderme hızımız o kadar düşecek, dolayısıyla bekleme hızımız da o kadar artacaktır.
- Gönderme işleminin bitmesini beklemeden işimize devam edebilmek için ya DMA ya da EXTI kullanırız.
- Interrupt kullanımında ise CPU tarafından saniyede çok sayıda kesinti yapılması gerekecektir. Bu yüzden çok etkili yöntem değildir. Verileri doğrudan belleğe yönlendirmek için DMA biriminin kullanılması en etkili yöntemdir.

Birim Yapısı


PWDATA
PRDATA
Write
Read
(Data register) DR
(CPU or DMA)
(CPU or DMA)
Transmit data register (TDR)
Receive data register (RDR)
Transmit Shift Register
Receive Shift Register
TX
RX
SW_RX
IrDA SIR ENDEC block
IRDA_OUT
IRDA_IN
GTPR
GT
PSC
SCLK control
CK
CR3
DMAT DMAR SCEN NACK HD IRLP IREN
CR2
LINE STOP[1:0] CKEN CPOL CPHA LBCL
CR2
USART Address
CR1
UE M WAKE PCE PS PEIE
RTS
CTS
Hardware flow controller
Transmit control
Wakeup unit
Receiver control
Receiver clock
CR1
TXEIE TCIE RXNE IE IDLE IE TE RE RWU SBK
SR
CTS LBD TXE TC RXNE IDLE ORE NF FE PE
USART interrupt control
USART_BRR
CR1
OVER8
TE
Transmitter rate control
Transmitter clock
/ [8 x (2 - OVER8)]
/USARTDIV
SAMPLING DIVIDER
DIV_Mantissa
DIV_Fraction
15
4
0
fPCLKx(x=1,2)
Receiver rate control
RE
Conventional baudrate generator

Register

Offset	Register	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0x00	**USART_SR**	Reserved																						CTS	LBD	TXE	TC	RXNE	IDLE	ORE	NF	FE	PE
	Reset value																							0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0x04	**USART_DR**	Reserved																						DR[8:0]									
	Reset value																							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x08	**USART_BRR**	Reserved																DIV_Mantissa[15:4]												DIV_Fraction [3:0]			
	Reset value																	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x0C	**USART_CR1**	Reserved																OVER8	Reserved	UE	M	WAKE	PCE	PS	PEIE	TXEIE	TCIE	RXNEIE	IDLEIE	TE	RE	RWU	SBK
	Reset value																	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10	**USART_CR2**	Reserved																	LINEN	STOP [1:0]		CLKEN	CPOL	CPHA	LBCL	Reserved	LBDIE	LBDL	Reserved	ADD[3:0]			
	Reset value																		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x14	**USART_CR3**	Reserved																				ONEBIT	CTSIE	CTSE	RTSE	DMAT	DMAR	SCEN	NACK	HDSEL	IRLP	IREN	EIE
	Reset value																					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x18	**USART_GTPR**	Reserved																GT[7:0]								PSC[7:0]							
	Reset value																	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- **USART_SR (Status Register)**, Bu kayıt, iletişim durumu hakkında bilgi sağlar. Örneğin, veri alımı veya iletimi tamamlandığında veya hata durumlarında bayraklar (flag) içerir.
- **USART_DR (Data Register)**, iletişimde iletilen veya alınan veriyi tutar. Veriyi bu kayıta yazarak iletimi başlatabilir veya bu kayıttan okuyarak alınan veriyi elde edebilirsiniz.
- **USART_BRR (Baud Rate Register)**, iletişim hızını ayarlamak için kullanılır.
- **USART_CR1 (Control Register 1)** ve **USART_CR2 (Control Register 2)**, UART modunu, iletim ve alım parametrelerini ve diğer iletişim ayarlarını kontrol eder.
- **USART_CR3 (Control Register 3)**, üçüncü kontrol kaydıdır ve DMA ayarları gibi daha gelişmiş ayarları kontrol eder.
- **USART_GTPR (Guard Time and Prescaler Register)**, zamanlama ayarları için kullanılır.