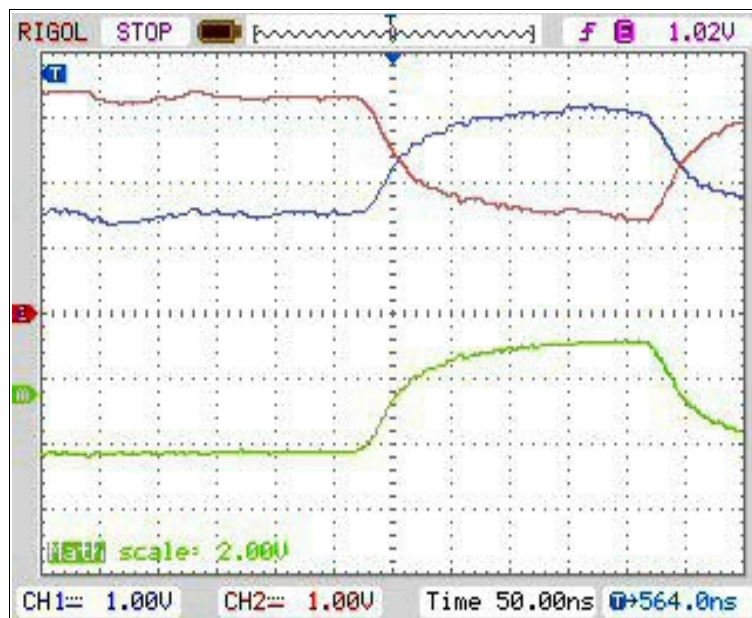


# Industriell Datakommunikation

Nätverk med signal- och partvinnad kabel  
samt fältbusstandard RS-485

Teori och övningar



DataRäven Elektroteknik  
Email [info@foxcomputer.se](mailto:info@foxcomputer.se) Webbsida <http://www.foxcomputer.se>

# Ulf Rääf

## Datakommunikation och Industriell IT

### Nätverk med signal- och partvinnad kabel samt fältbusstandard RS-485

### Teori och övningar

Beskrivning: Datakommunikation och Industriell i nätverk med signal- och partvinnad kabel samt fältbusstandard RS-485

Ansvar: DataRäven Elektroteknik och författaren avsäger sig allt ansvar som berör detta dokument samt för all slags användning, i vilken form det än må vara, av innehåll i detta kompendium

Utgåva: 03/13

Författare: Ulf Rääf

Copyright: 2014 Ulf Rääf och DataRäven Elektroteknik  
Varje form av kopiering, spridande eller mångfaldigande av kartan, helt eller delvis, inkluderat överföring till datamedia är förbjuden enligt lagen om upphovsrätt.

Kopieringsförbud  
Detta verk är skyddat av upphovsrättslagen! Kopiering, utöver lärares rätt att kopiera för undervisningsbruk enligt BONUS-avtal är förbjudet. BONUS-avtal tecknas mellan upphovsrättsorganisationer och huvudman för utbildningsanordnare t ex kommuner / universitet. För information om avtalet hänvisas till utbildningsanordnarens huvudman eller BONUS.

Den som bryter mot lagen om upphovsrätt kan åtalas av allmän åklagare och dömas till böter eller fängelse i upp till två år samt bli skyldig erlägga ersättning till upphovsman / rättsinnehavare.

Kommersiell förbud  
Detta verk i sin helhet eller delar därav får inte användas kommersiellt syfte eller som del i annan kommersiell verksamhet.

Första upplagans tredje tryckning  
DataRäven Elektroteknik 2013  
ISBN 91-974111-6-7

# Innehållsförteckning

Inledning.....	7
Handledning.....	8
Inledning RS-485.....	9
Enkelt om nätverk, protokoll, kabel och RS-485.....	10
Vad är standard RS-485 och vad används den till.....	10
Vad är protokoll (regler).....	10
Nätverk.....	11
Daisy-Chain nätverk.....	11
Överföring av datapaket i ett bussnätverk.....	12
Enhets adress.....	12
Tillträde till nätverk.....	13
Tillträde till nätverk med Master kontroll (Master/Slave).....	13
Tvåtråd RS-485 nätverk med Master kontroll (Master/Slave) och halv duplex.....	14
Fyrtråd RS-485 nätverk med Master kontroll (Master/Slave) och full duplex.....	14
Signalkodning av informationen.....	15
Databitarnas elektriska värden och betydelse för RS-485.....	15
Datakodning av information i datapaket enligt ASCII standard.....	16
Tolkning av information i datapaket.....	16
Upptäcka fel i datapaket i RS-485 nätverk.....	17
Kontaktdon och kabel för RS-485.....	17
Start och stopp vid skickande av datapaket med mjukvaruhandskakning 1.....	18
Start och stopp vid skickande av datapaket med mjukvaruhandskakning 2.....	18
Kommunikationsprotokoll Master/Slave i RS-485 nätverk.....	19
Asynkron och synkron överföring i RS-485 nätverk.....	19
Störningar i RS-485 nätverk.....	20
Symbolinterference och Pre-Emphasis .....	21
Fördelar med balanserad överföring.....	21
Lokalt nätverk, protokoll, busskabel och RS-485.....	22
Industri- och fastighetsnätverk med RS-485.....	32
Industrinätverk.....	32
Vad är fältbuss.....	32
Typ av information som skickas i fältbuss.....	33
Överföringshastighet av datapaket i fältbuss.....	33
Maskinfältbuss.....	33
Profibus DP.....	34
BITBUS.....	35
Interbus.....	35
CAN.....	35
Processfältbuss.....	36
Modbus.....	36
Fastighetsnätverk.....	37
Viken typ av information skickas i fastighetsbuss.....	37
EIB.....	38
LON.....	39
Ethernet som trådbunden fältbuss.....	39
WLAN IEEE 802.11 som radioöverförd fältbuss.....	39
ZigBee IEEE 802.15.4 som radioöverförd fältbuss.....	40
Datakommunikation, signalkvalitet och störningar.....	41
Inledning.....	41

Signaldistorsion.....	44
Terminering och fail-safe.....	49
Jordning och störning.....	51
Galvanisk isolering.....	54
Signal- datakabel och transmissionsledning.....	56
Signal- datakabel och överhörning.....	60
Standard RS-485.....	63
ASCII Tabell.....	68
Information på Internet.....	69

# Inledning

Detta kompendium innehåller allt du behöver veta för att förstå datakommunikation över signal- och partvinnad kabel.

Kompendiet kommer att ge dig en kombination av teoretiska och praktiska kunskaper, samt förståelse för datakommunikation i nätverk, kablage, överföringsprotokoll, störningar samt standard RS-485. Denna standard ingår som fysiskt medium i många industriella fältbussar.

Kompendiet innehåller ett antal kapitel med teori samt ett antal övningar.

Kompendiets olika delar är lämpliga att användas:

- för dig som behöver en start och introduktion i datakommunikation och nätverk
- för dig som behöver begränsade eller djupare kunskaper inom standard RS-485
- för undervisning i datakommunikation och nätverk på gymnasium, arbetsmarknadsutbildningar samt för utbildning av nätverkstekniker, servicetekniker, elektriker och montörer

Stor tyngd har lagts på kapitel "Datakommunikation, signalkvalitet och störningar", vilket är viktigt för dig som arbetar praktiskt med att installera, drifva och felsöka i nätverk (fältbuss) med partvinnade ledningar i en kabel.

Genomgående i kompendiet är signalkodning enligt differentiell (balanserad) NRZ och datakodning enligt "RS-232" och ASCII, detta bl.a. för att alla beräkningar blir enklare och därmed blir förståelsen för datakommunikation mycket enklare.

Industriell Datakommunikation är en serie kompendium om datakommunikation inom Industri och Fastighet.

Andra utgivna i serien är:

- Allt du behöver veta om RS-232
- Allt om partvinnad kabel i nätverk (under utveckling)
- Nätverk med Ethernet och TCP/IP samt WLAN (under utveckling)

Ulf Rääf  
Författare

# Handledning

För att kunna genomföra alla övningar krävs att ett antal program är installerade på en PC (persondator med operativsystem Windows, dock ej Linux). Som PLC används FC34 från FESTO samt deras programmeringsverktyg FST 4. Det går även att använda andra typer och fabrikat av PLC-system och programmeringsverktyg, kontakta oss för mer information.

## Övning 1 - Felsökning i lokalt nätverk med RS-485:

Felsökning samt analys av signalkvalitet, TDR-mätning och Jitter-mätning med oscilloskop.

## Övning 2 - Felsökning i lokalt nätverk med RS-485:

Utförande av BIR (Bit error rate) test.

## Övning 2 - Felsökning i lokalt nätverk med RS-485:

Felsökning samt analys av signalkvalitet med kommersiella instrument.

## Övning 3 - Industrinätverk för utbildning med RS-485 noder och Ethernet gateway:

OBS. Denna övning kommer att ingå i nästa version av detta kompendium

## Övning 4 - Lokalt nätverk med RS-485 mellan PC och Industriell styrsystem ( PLC):

OBS. Denna övning kommer att ingå i nästa version av detta kompendium.

PLC-program finns på Fox Computer's CD "Industriell Datakommunikation" i mapp "Ind\_Data". Denna mapp ska kopieras till mapp "C:\Fst4\Projects" (vilken skapas vid installation av programmeringsverktyg FST 4).

Konfigurera programmeringsverktyg FST 4 genom att klicka på texten **Extras** sedan på texten **Preferensces**. Under flik **General** i rutan Project directory skriver du **C:\FST4\Projects\Ind\_data\RS485**. Klicka sedan på **OK**.

Varje PLC-program (zip-fil) ska med programmeringsverktyg FST 4 konverteras till projektmapp (övningsmapp), det görs genom att klicka på **Project** sedan på **Restore** och sedan (i mapp C:\Fst4\Projects\Ind\_Data\RS485) markera **Ovning1.zip** och sedan klicka på **OK**.

För mer information om hur man använder och programmerar PLC (styrsystem) FC34 från FESTO, se läromedel "Industriell IT - teori och övningar" från FESTO.

Kommunikationsprogram som du ska använda är Terminal, som alternativ kan du använda programmet Hyperterminal båda från Microsoft Corp. Programmet Terminal finns på Fox Computer's CD "Industriell Datakommunikation". Installera programmet i mapp "C:\Ind\_Data" i båda datorerna. Programmet HyperTerminal finns installerad med operativsystem Windows XP och kan installeras i Vista, 7 och 8.

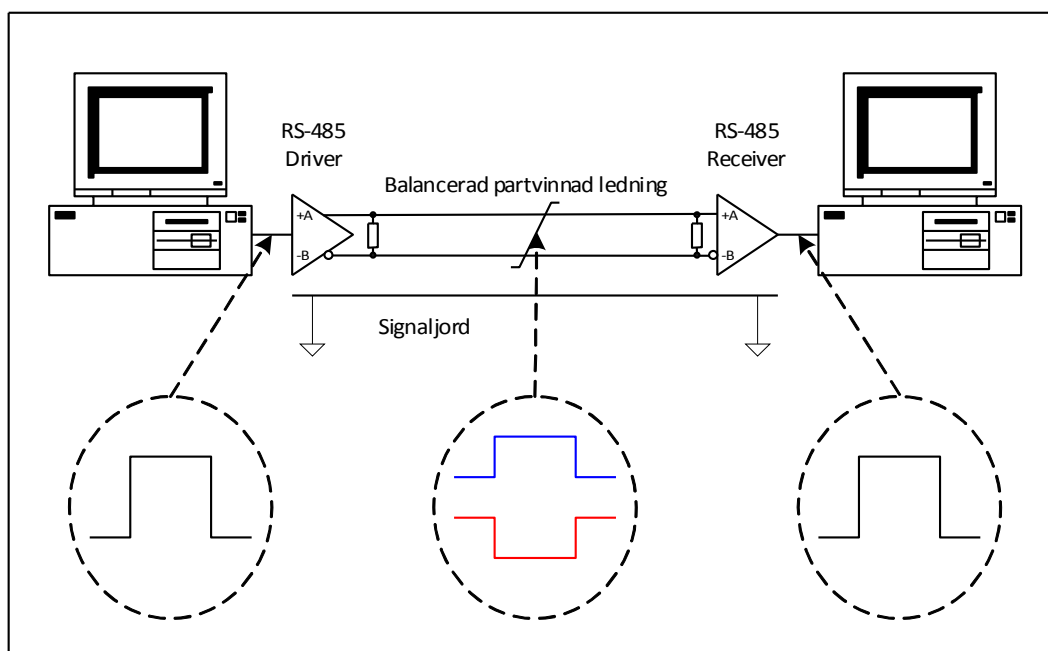


## Inledning RS-485

RS-485 är en standard för överföring av information i datapaket, genom en eller flera kablar, mellan två eller flera anslutna enheter (multipunktnätverk). Standarden utvecklades för att enheter som befinner sig långt ifrån varandra ska kunna kommunicera i en störrik miljö, samt för att enheter från olika tillverkare ska kunna kommunicera med varandra. Överföring av datapaket sker i en kabel, vanligen i två ledningar som är partvinnade och med differentiell (balanserad) elektrisk spänning (se figur 1). Med balanserad menas att signalen på ena ledningen är exakt densamma som på den andra andra ledningen men inverterad. Det är elektriska spänningsskillnaden mellan de två ledningarna som är den egentliga elektriska signalen.

En elektrisk störspänning som induceras i de två partvinnade ledningarna, ger på båda ledningarna samma spänningsnivå till jord. Detta kallas för Common-Mode Voltage och förkortas CMV. Mottagarna har differentiell ingång som känner av spänningsskillnaden mellan de två ledningarna (inte mellan ledning och jord), den gemensamma störspänningen undertrycks därmed och det kallas för Common-Mode Rejection (CMR). Mottagningen av signalen påverkas negativt, om CMV är utanför intervallet  $-7$  till  $+12$  V.

RS-485 är en vidareutveckling av standard RS-422, vilken är konstruerad för att från en sändare skicka datapaket till en eller flera mottagare. RS-485 är konstruerad för att skicka datapaket mellan två eller flera enheter, där varje kan både sända och ta emot. Nätverk med RS-485 som elektriskt gränssnitt, används bl.a. inom industrier för att styra produktionen och kallas då för fältbuss.



Figur 1. RS-485 punk-till-punkt förbindelse mellan två enheter

# Enkelt om nätverk, protokoll, kabel och RS-485

## Vad är standard RS-485 och vad används den till

RS-485 är en standard för seriell datakommunikation mellan flera enheter i ett multipunktnätverk (kallas även för multidrop och party-line). Enheter som t.ex. operatörsdatorer, styrsystem (s.k. PLC), PC-baserade styrsystem, operatörspaneler, drivsystem för motorstyrning, smarta styr och mätdon är sammankopplade med en eller flera datakommunikationskablar. Vid flera än vad standard anger, så kan dessa sammankopplas med en kopplingsenhet som kallas för repeater.

RS-485 är ett protokoll som beskriver fysisk del (s.k. lägsta) av en protokollstack, i den stacken ingår andra typer av mjukvaruprotokoll (s.k. högre). Det finns en mängd olika stackar som används inom datakommunikation bl.a. i olika typer av fältbuss (nätverk för styrning av industriella produktionsanläggningar, fastigheter och fordon). Överföringshastigheten (datahastighet) av databitarna i datapaketet för RS-485 kan vara enligt standard upp till 10 Mbit/s (50 Mbit/s med speciella RS-485 kretsar). Avståndet mellan de två enheter som är längst från varandra på kabeln kan enligt standard vara upp till 1200 meter och antalet enheter anslutna till kabeln kan vara upp till 32 stycken. Ska fler enheter (upp till 256 st.) anslutas kan speciella RS-485 kretsar användas. Eller så kan via en repeater ny kabel med ytterligare 32 (256) enheter anslutas.

## Vad är protokoll (regler)

Ett protokoll är en samling regler som definierar hur kommunikationen ska gå till. Det innebär:

- att alla kontaktdon till vilken datakommunikationskabel ska anslutas, är konstruerade och utformade på ett mekaniskt och elektriskt standardiserat sätt
- att signalen som ska överföra databitarna i datapaketet är specificerad elektriskt och i tid
- att det är specificerat hur många databitar och vad de ingående databitarna i ett datapaket har för betydelse. Det kan vara start, adress(er), den egentliga informationen samt information för felkontroll och stopp.
- att det är specificerat hur tillträde till kabeln ska ske, t.ex. så att inte två enheter sänder samtidigt
- att det är specificerat hur tillfälligt stoppa och återuppta skickandet av datapaket ska gå till
- att det är specificerat hur omsändning av datapaket som inte kommit fram till mottagaren ska gå till
- att det är specificerat hur den mottagande enheten ska kunna läsa databitarna i paketet i samma takt (överföringshastighet) som den sändande enheten skickar databitarna
- att det är specificerat hur upptäcka och korrigera om databitarna i datapaketet ändrat värde (s.k. bit-fel) under överföringen, samt regler för omsändning av datapaket som har varit felaktiga

I protokoll som t.ex. TCP/IP och Ethernet, så sköts detta "automatiskt" av protokollstacken i operativsystemet, medan för protokoll RS-485 måste detta implementeras i programmoduler till en egen protokollstack.