



FOTO: LUC VANDE GINSTE

# Hoe werkt een Can-busnetwerk?

De vervanging van mechanische door elektronische componenten zorgt voor een steeds groter en complexer bedradingsnetwerk op landbouwvoertuigen. Bovendien is er met een klassieke bedrading geen communicatie mogelijk tussen de verschillende besturingsunits. De introductie van het elektronische Can-busnetwerk zorgt voor de oplossing. – LUC VANDE GINSTE, LANDBOUWJOURNALIST –

Sinds de jaren 90 vervangen landbouwmachinefabrikanten steeds vaker mechanische componenten door hun elektronische evenknie, zowel voor detectie, aansturing, besturing als controle. De introductie van het Can-busnetwerk zette de stap naar minder hardware en meer software op de machines. In dit artikel gaan we dieper in op de werking.

## Het Can-bussysteem

In tegenstelling tot een conventionele bedrading gebeurt de bedrading in dit systeem volgens het principe van de mul-

tiplebedrading. Deze manier van bedrading is beter gekend onder zijn merknaam Can of Controller Area Network. Can is een lineair bussysteem dat gebruikt wordt om gecodeerde signalen van de ene module naar de andere door te sturen. Bij de multiplexbedrading gaat de informatie van sensoren, schakelaars, ... naar een module. Hier wordt deze informatie via een seriële bus naar een andere module gestuurd. Daar vertaalt men het bericht weer in het activeren van actuatoren. Er is hier geen rechtstreekse verbinding meer tussen de bedieningsorganen en de actua-

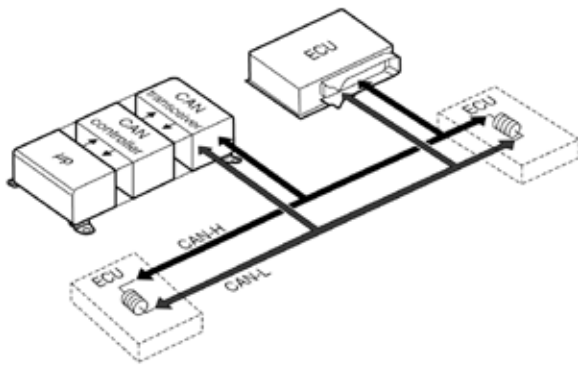
toren. Dat resulteert in een drastische verlaging van het aantal draden en de totale draadlengte.

De overdracht loopt hier via de seriële bus. De bus wordt gevormd door 2 in elkaar gedraaide koperdraden (ook gekend als Can-High of CanH en Can-Low of CanL). Die draden zijn aan beide uiteinden met elkaar verbonden door afsluitweerstand. Elke unit (deelnemer) wordt met zijn zend/ontvangsttrap via 2 aansluitingen – CanH en CanL – parallel op de buskabel aangesloten. De deelnemers kunnen hierdoor onbeperkt met elkaar communiceren. De units kunnen dus zowel zenden als ontvangen. De gegevensoverdracht gebeurt door middel van spanningsverschillen.

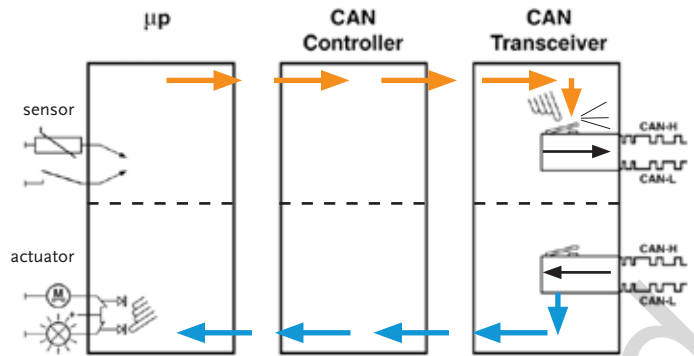
## Werkingsprincipe

Een Can-netwerk bestaat uit de verschillende deelnemers of ECU's (*electronic control unit*). Die bestaan telkens uit een microprocessor, een Can-controller en een -transceiver (verzender/ontvanger), de databusbedrading (CanH en CanL) en de databusafsluitweerstand (figuur 1). Deze afsluitweerstand zijn zeer belangrijk voor de goede werking van de bus. Allereerst sluiten deze weerstanden de

• mechanisatie



**Figuur 1** De structuur van het Can-netwerk



**Figuur 2** Communicatie tussen sensoren en actuatoren in een Can-netwerk

bus af, maar ze zetten ook spanning op de bus, zorgen voor het juiste spanningsniveau en beschermen de bus tegen reflectie. Reflectie betekent dat de signalen op het einde teruggekaatst worden en zo de werking van de bus verstoren. Door op het einde weerstanden te plaatsen, worden de signalen daar uitgedempt. De weerstanden hebben een waarde van  $120\Omega$ .

Hoe komt nu een bericht van een sensor bij een actuator terecht? Als een sensor bediend wordt, zal de microprocessor het signaal ontvangen. Die geeft de data door aan de Can-controller, die de informatie verwerkt en doorgeeft aan de Can-transceiver. Deze laatste zet deze data om in CanH- en CanL-signalen en zet het bericht op de bus. Alle andere modules ontvangen dit bericht. Enkel de module voor wie het bericht bedoeld is, verwerkt het bericht verder. In die module ontvangt de Can-transceiver het bericht en geeft dit door aan de Can-controller die het bericht opnieuw verwerkt. Deze geeft het door aan de microprocessor die dan de actuator aanstuurt (figuur 2).

Op de bus is niet alle aanwezige informatie bedoeld voor elke module. Ook moet je er rekening mee houden dat

belangrijke informatie voorrang krijgt. Er zal dus gefilterd moeten worden. Om dit alles ordelijk te laten verlopen, bestaat hiervoor een *Can Protocol*.

### Digitale overdracht

Het overbrengen van signalen gebeurt door middel van verschillspanningen tussen de laagspanningsdraad (CanL) en de hoogspanningsdraad (CanH) op het netwerk (figuur 3). Een spanningsverschil tot  $0,5\text{ V}$  komt overeen met een logische 1 (recessieve toestand). Een spanningsverschil van meer dan  $0,9\text{ V}$  komt overeen met een logische 0 (dominante toestand).

Het werken met verschillspanningen garandeert een betrouwbare gegevensoverdracht. Daar eventuele storingen van buitenaf voor beide draden dezelfde zijn, wordt het spanningsverschil er niet door beïnvloed. Het rond elkaar wikkelen van beide draden maakt dat de communicatie ook weinig gevoelig is voor externe elektromagnetische stoorsignalen. Uiteindelijk krijgt men dan op de bus een signaal dat in feite een opeenvolging van bits is, die telkens een waarde 0 of 1 hebben.

Daar de gegevensoverdracht van één bit zeer beperkt is, namelijk 0 of 1 (wat

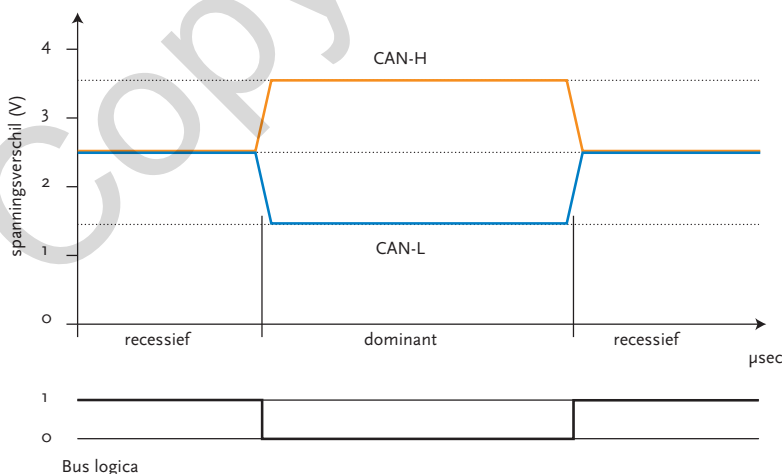
overeen komt met bijvoorbeeld lamp aan of uit, schakelaar aan of uit, ...) worden in werkelijkheid een aantal bits na elkaar geplaatst (seriële overdracht) om data door te geven. Hierdoor stijgt de gegevensoverdrachtcapaciteit exponentieel.

Een voorbeeld: men wil de motortemperatuur digitaliseren en men gaat uit van de grenswaarden van  $-20\text{ °C}$  tot  $+120\text{ °C}$ . Met behulp van 1 bit kunnen we het temperatuurverschil van  $140\text{ °C}$  maar in 2 stappen verdelen (die dan overeenkomen met een waarde 0 of 1). Doet men dit met 8 bits, dan kunnen we verdelen over  $256 (= 2^8)$  stappen. Hoe meer stappen, hoe correcter de digitale waarde zal overeen komen met de werkelijke waarde. In functie van de over te brengen boodschap plaatst men berichten op de bus waarbij de datalengte varieert van 0 tot 64 bits. De gegevensoverdracht gebeurt met een snelheid van  $250\text{ kbits/seconde}$  of 1 bit per 4 microseconden.

Deze gegevens kunnen uiteraard niet zomaar op de bus geplaatst worden. Men moet weten wanneer een bericht start, wie de afzender is, voor wie het bericht bedoeld is, welke prioriteit het heeft, ... en tenslotte wanneer het bericht eindigt. Daarom bestaat het versturen van een bericht niet enkel uit data of gegevens, maar uit een heel frame waarin bovenstaande elementen allen in een gestandaardiseerde digitale vorm opgenomen zijn.

### Bedrading en meetwaarden

De bekabeling binnen het netwerk bestaat in totaal uit 4 draden (foto p.31). Deze zijn van het type *twisted unshielded quad kabel*. Twee draden zorgen er voor de communicatie. De andere 2 voor de stroom. De 4 draden hebben een kleurcodering. De CanH is geel, de CanL is groen, de 12 V-draad is rood en de massadraad zwart. Deze 2 laatste draden zorgen voor stroom naar de geschakelde afsluitweerstand die dan op hun beurt de spanning ( $2,5\text{ V}$ ) op de bus zetten. Alle aansluitingen van de ECU's op de Can-bus (foto p.29) gebeuren dus ook via een 4-pins aansluiting (voeding, massa, CanH en CanL).



**Figuur 3** Het bussignaal op de CanH-draad (rode lijn) en de CanL-draad (blauwe lijn) en de digitalisatie van het signaal

Meten we de spanning op de 4 draden, dan zullen we volgende waarden kunnen aflezen: zwarte draad 0 V, rode draad 12,6 V, groene draad (CanL) een waarde tussen 1,5 en 2,5 V en gele draad (CanH) een waarde tussen 2,5 en 3,5 V. De juiste waarden op de Can-busdraden hangt af van de hoeveelheid communicatie die op dat ogenblik op de bus aanwezig is.

## Can-busnetwerken en standaardisatie

Can-busnetwerken laten aan de software-programmeur heel wat vrijheid en dit biedt voor autonoom werkende machines enkel voordelen. In de landbouw wordt Can-bus momenteel universeel toegepast op zelfrijders en tractoren. Het grote verschil tussen beide is dat tractoren eigenlijk werktuigendragers zijn voor verscheidene externe machines, terwijl zelfrijders autonoom werkende machines zijn waar motor, aandrijving en werktuig een eenheid vormen. Het intern netwerk hoeft hier niet te communiceren met andere machines. Willen we van de tractor-werktuigcombinatie een even efficiënte eenheid als de zelfrijder maken, dan is ook communicatie tussen tractor en werktuig nodig. De tractor moet echter met vele machines, vaak van diverse merken, kunnen werken. Standaardisatie van deze



communicatie is hier dan ook absoluut noodzakelijk. Deze standaardisatie is vastgelegd in de ISO 11783. Een Can-bus die volgens deze norm werkt, is een Iso-bus.

In de praktijk volgen heel wat zelfrijdende machines deze Isonorm niet volledig, het blijft dus een Can-busnetwerk. Op tractoren heeft men 2 netwerken die via een brug met elkaar verbonden zijn. Enerzijds is er de tractorbus waar onder andere de motor en versnellingsbak op aangesloten zijn. Deze interne bus is een Can-busnetwerk dat meestal niet volledig de Isonorm volgt. Het tweede netwerk, de werktuigbus, volgt de Isonorm wel volledig en maakt de externe communicatie met andere werktuigen mogelijk.

In een volgend artikel gaan we in op deze Iso-bus.

## Fysische busdefecten

Tijdens de normale werking van het Can-netwerk kunnen zich vele verschillende fouten voordoen. Dit heeft mogelijk ook een invloed op de goede werking van het systeem. Zolang het Can-netwerk kan communiceren, zelfs bij melding van verschillende fouten, kan het netwerk verder werken. Zo heeft het uitvallen van een module, door bijvoorbeeld het verlies van de netwerkverbinding of het verlies van de voeding, geen invloed op de communicatie tussen de andere modules. Een fout is ook pas kenbaar als een specifiek bericht wordt verzonden door de module die een probleem detecteert. Het totale dataverkeer is dus slechts in uitzonderlijke gevallen totaal onmogelijk. Met een multimeter kan je de oorzaken hiervan eenvoudig achterhalen. Mogelijk maken de CanH- en CanL-draad kortsluiting met elkaar (men meet dan op beide Can-draden 2,5 V) of is de massa onderbroken tussen een ECU en een geschakelde afsluitweerstand (men meet dan op beide Can-draden 0 V). ■

Dit was het derde artikel in een korte reeks over elektriciteit op tractoren en landbouwmachines.