

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

WERKPLAATS

Eerste hulp bij CAN-busproblemen

Storingen lokaliseren met diagnosetester en labscope

Niet bang voor CAN

Moderne voertuigen zijn veelal uitgerust met verschillende systemen voor data-overdracht. Ze maken de elektronische communicatie overzichtelijk en betrouwbaar. Toch kunnen er storingen optreden. Dan komt het aan op systeemkennis, logisch denken en de juiste meetapparatuur zoals een labscope, om het probleem te lokaliseren en op te lossen. AMT helpt u op weg.

Moderne voertuigen zijn uitgerust met talrijke elektrische systemen die waken over de veiligheid, het comfort en de emissies. Personenauto's bevatten wel 25 tot 60 verschillende regeleenheden.

Bij conventionele bekabeling zou de benodigde infrastructuur met kabels, stekkers en zekeringkasten enorm uitgebreid zijn. Maar misschien nog wel erger, het maakt het opsporen van sto-

ringen ontzettend ingewikkeld en onoverzichtelijk. Ook de uitwisseling van gegevens tussen de regeleenheden nadert de grenzen van het haalbare.

Van lage tot hoge snelheid

De traditionele bekabeling is deels vervangen door een netwerkstelsel dat het mogelijk maakt om op relatief eenvoudige wijze nieuwe

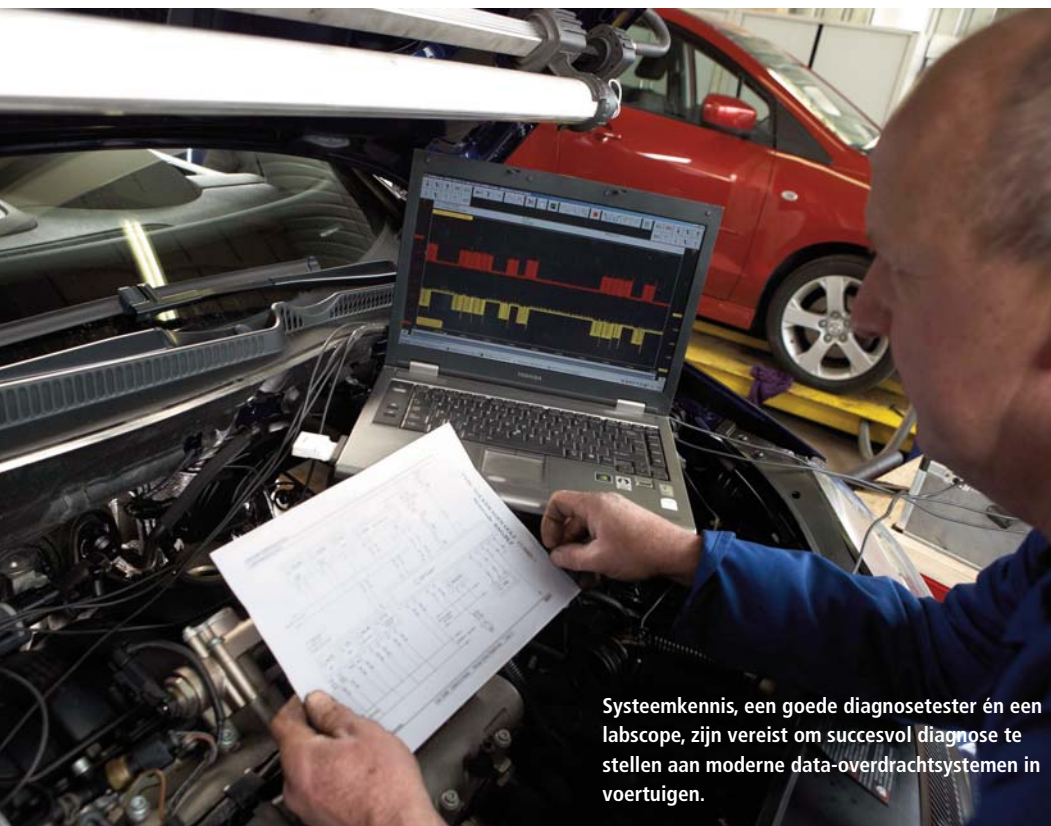
functionaliteiten toe te voegen, vergelijkbaar met het plug and play-systeem dat gebruikt wordt bij de huidige generatie pc's. In januari 1983 eiste de automobielindustrie een communicatiesysteem dat regeleenheden onderling met elkaar verbindt en gegevens uitwisselt. Bosch startte dat jaar met de ontwikkeling van het Controller Area Network en in 1988 was het eerste CAN-systeem zo ver ontwikkeld dat Mercedes het kon integreren in auto's. Het duurde tot 1991 voordat het in het eerste productiemodel (S-Klasse) werd toegepast. In 1997 kreeg de nieuwe C-Klasse een CAN-bus voor het interieur. In 2001 sjoepde deze data-overdrachtstechniek door naar de kleine auto's zoals de Opel Corsa voor toepassingen in de aandrijflijn en carrosserie.

Inmiddels is het CAN-protocol een universeel geaccepteerde standaard voor de autofabrikanten. Naast dit protocol worden er ook andere systemen toegepast zoals LIN, VAN, MOST en Bluetooth.

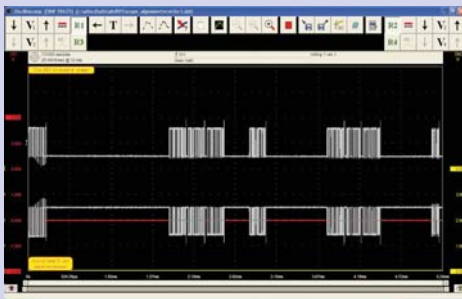
Het CAN-protocol heeft zich verder ontwikkeld. Dat leidde tot de lage-, midden- en hogesnelheid CAN-systemen (LSCAN of A-CAN, MSCAN of B-CAN en HSCAN of C-CAN). De verschillen hebben voornamelijk betrekking op de data-overdrachtsnelheid en signaalvorming. Signalen die belangrijk zijn voor de veiligheid zoals het ABS-sigitaal worden verstuurd over de hogesnelheid-CAN omdat deze een 'realtime aanpak' vereisen. Voor het comfortstelsel in het voertuig passen de fabrikanten veelal het midden-snelheidstelsel toe, terwijl voor het infotainmentstelsel de lage-snelheid volstaat.

Van analog naar digitaal

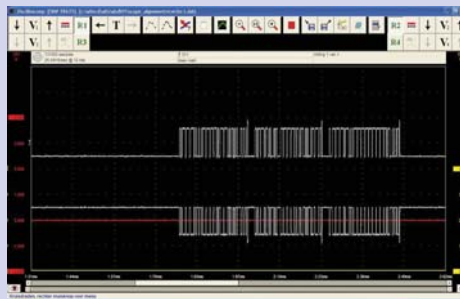
Kern van een datanetwerk is dat de informatie niet meer als een fysieke analoge waarde wordt



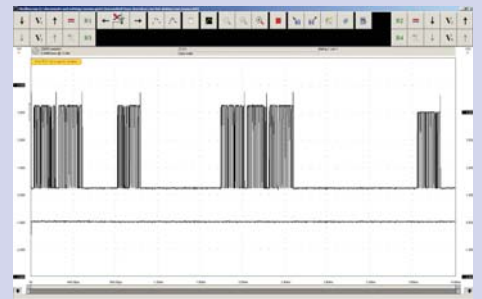
Systeemkennis, een goede diagnosetester én een labscope, zijn vereist om succesvol diagnose te stellen aan moderne data-overdrachtssystemen in voertuigen.



Het scoopbeeld van een goed werkend systeem. De beide signalen staan in spiegelbeeld ten opzichte van elkaar. Wordt er een recessieve bit verstuurd, dan bedraagt het spanningsverschil tussen beide 2 Volt. CAN-High gaat naar 3,5 Volt en CAN-Low naar 1,5 Volt. Bij een dominante bit zijn beide 2,5 Volt en bedraagt het verschil 0 Volt.



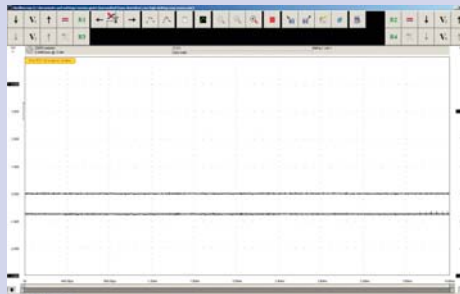
Wederom een scoopbeeld van het goed werkend systeem, maar nu ingezoomd. Op dit beeld zien we dat er drie berichten verstuurd worden, tussen ieder bericht is er een pauze van minimaal drie recessieve bittijden.



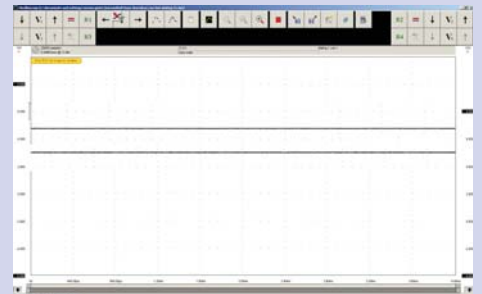
Het scoopbeeld van een systeem waarbij CAN-Low sluiting maakt naar massa. Via CAN-High is er nog steeds communicatie mogelijk, op de bus is een signaalniveau tussen de 250 mV en 3 Volt afleesbaar.

Mogelijke CAN-busfouten

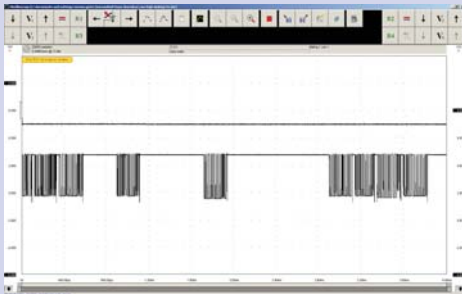
Op zich munt een CAN-bussysteem uit in betrouwbaarheid. Maar dat betekent helaas niet dat de monteur geen omkijken meer heeft naar de elektrische installatie van de moderne auto. Wij hebben de belangrijkste storingen voor u verzameld en presenteren deze hier in de vorm van scoopbeelden.



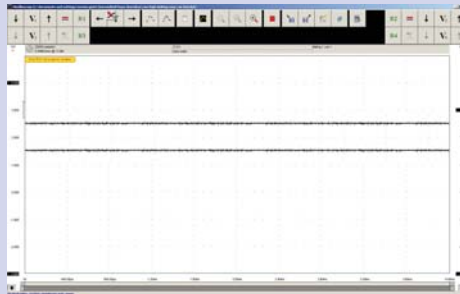
Massasluiting op CAN-High, er is geen communicatie meer en op de bus is er geen signaal.



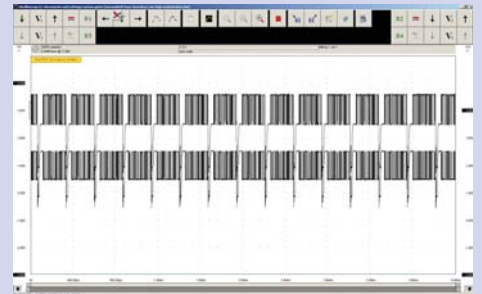
CAN-Low sluiting naar plus, te zien is dat er geen communicatie is en dat de bus in ruste is, geen activiteit.



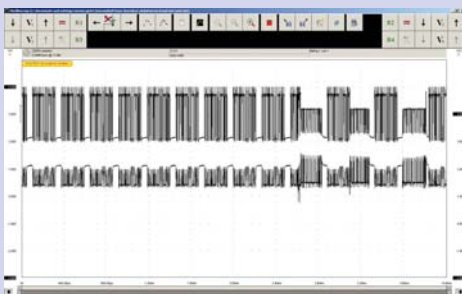
In dit geval maakt CAN-High sluiting met de 5 Volt voedingspanning, er is nog communicatie en er is nog activiteit te meten op de CAN-Low vanaf de plus sluiting.



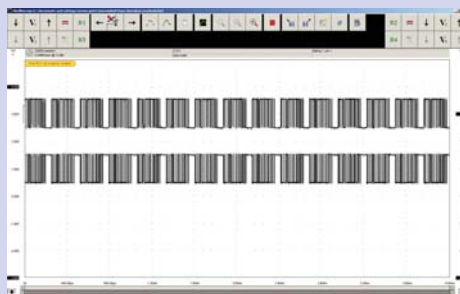
Dit beeld krijgt u te zien indien de beide CAN-draden contact met elkaar maken. Er is geen communicatie op de beide bussen.



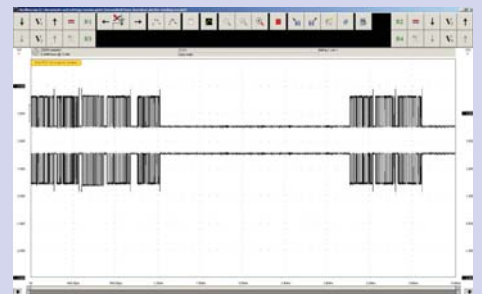
Een onderbreking in een van de beide draden heeft dit beeld tot gevolg. Er is, afhankelijk van de bus-snelheid, meestal geen communicatie mogelijk en het signaal is onregelmatig met plotselinge variaties.



Een storing waarbij er een weerstand van 300 Ohm in de CAN-High draad zit, waardoor de totale weerstand van de bus verandert. Dit kan protocolfouten veroorzaken omdat de afsluitweerstand worden beïnvloed. Het signaal dat u meet is afhankelijk van de hoogte van de weerstand.



Duidelijk beeld van een data-overload. Normaal hoort er maximaal 60% busactiviteit te zijn, maar waarschijnlijk is er een communicatiestoring in de modules of op de bus waardoor er constant en waarschijnlijk door één module berichten verstuurd worden.



Een ECU met slechte voeding veroorzaakt een dergelijk beeld. De slecht gevoede ECU schakelt uit, maar er verandert niets aan de CAN-signalen. Wel zullen alle andere ECU's een code schrijven die wijst naar de uitgeschakelde ECU.

WERKPLAATS

Eerste hulp bij CAN-busproblemen

Eerst inventariseren, dan diagnosticeren

We onderscheiden busfouten, protocolfouten en moduulfouten. Bij de eerste categorie moet u denken aan beschadigingen van de draden en verstoorde overgangsweerstanden in de knooppunten en aansluitingen. Bij protocolfouten zal het niet lukken om de communicatie tot stand te brengen, dat kan bijvoorbeeld gebeuren bij te hoge overgangsweerstanden in de knooppunten en aansluitingen of als er een moduul defect is waardoor er een data-overload op de bus optreedt. Met moduulfouten wordt bedoeld dat er daadwerkelijk een moduul is uitgevallen of dat deze zich niet meldt op de bus. Dit leidt tot een foutcode die wordt opgeslagen in het foutcodegeheugen van het voertuig en kan dus worden uitgelezen. Voordat u echter modules gaat uitwisselen is het belangrijk eerst de bedrading, de voeding en massa te controleren. Dat blijken hardnekkige storingsbronnen, zeker als ze incidenteel opspelen. Gestructureerd werken is de rode draad!



Een ABS-lampje dat blijft branden, hoe kan dat? Vertel de klant dat u moet gaan 'graven' in het data-overdrachtstelsel en vergelijk het maar met een pc. Belangrijke is of het lampje constant blijft branden of dat het af en toe voorkomt.

Zodra de auto op contact gezet wordt gaat het lampje branden, de ABS-module voert een zelfdiagnose uit en zodra die OK is gaat er een signaal op de CAN-bus dat het lampje uit kan. Trek uw conclusie waarom het lampje niet uitgaat.



doorgegeven, maar versleuteld is tot digitale informatie. Hierbij wordt de analoge informatie omgezet in digitale eenheden met nullen en enen. Afhankelijk van de nauwkeurigheid of het gewenste aantal mogelijkheden wordt de informatie weergegeven in datablokken bestaande uit een aantal bits, bijvoorbeeld 4, 8 of 16 bits.

Hoe zich dit in de praktijk vertaalt, laten we zien aan de hand van een gaskleppotentiometer. Deze heeft in de 'analoge wereld' een signaalwaarde die ligt tussen de 0 en 5 Volt. Dit moeten we vertalen naar een digitale waarde. We gaan ervan uit dat we een 4 bits datablok toepassen. Dat kent 16 verschillende mogelijkheden en dus wordt het analoge bereik verdeeld in 16 stappen. Iedere stap heeft een

bereik van 0,31 Volt, de digitale schrijfwijze is 0000, die van de volgende 0001 en die vertegenwoordigt een analoge waarde van 0,32 tot 0,62 Volt. De hoogste analoge waarde, in dit geval 5V, wordt digitaal weergegeven als 1111.

Zou de analoge waarde weergegeven worden in een 8 bit datablok, dan ontstaan er 256 verschillende stappen met een onderling verschil van 0,019 V. Deze weergave is nauwkeuriger

Slechts twee draden

Beperken we ons tot het CAN High Speed (HSCAN) datasysteem, dan zien we dat de informatie verstuurd wordt over slechts twee draden, CAN-High en CAN-Low. Deze twee hebben een spanningsverschil ten opzichte van elkaar en de waarde van dat verschil bepaalt of er een

1 of een nul verstuurd wordt.

In principe had dit ook met één draad gekund maar vanwege de eventueel optredende verstoring door bijvoorbeeld elektrische interferentie, heeft men gekozen voor twee getwiste draden.

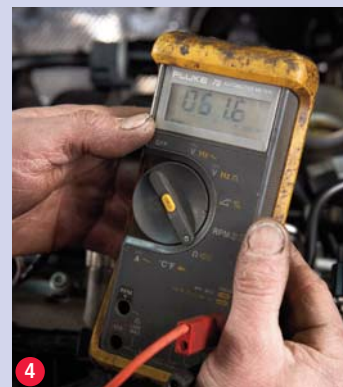
De invloed van een eventuele storing is op beide gelijk waardoor het spanningsverschil niet verandert.

Deze tweedraadsleiding noemen we een buslijn. Bij HSCAN hebben we te maken met snelle data-overdracht en dat impliceert ook dat er een hoge signaalfrequentie ontstaat met de bijbehorende signaalreflectie. Dat kan storingen in de data-overdracht tussen de aangesloten stuurapparaten veroorzaken. Om dit te voorkomen worden aan het begin en aan het eind van de buslijn weerstanden geplaatst die in de auto



Lees eerst het foutcodegeheugen van de auto uit, dat geeft al een mogelijke oorzaak aan. Wees echter voorzichtig om maar meteen modules uit te wisselen. Voordat u daartoe overgaat moeten er eerst andere zaken worden uitgesloten.

De bus maakt gebruik van twee zogenaamde afsluitweerstand die beide een waarde hebben van 120 Ohm. Meet u 60 Ohm, dan weet u dat het traject naar de weerstanden en de weerstanden zelf in orde zijn, maar het zegt niets over de CAN-bus zelf.



Met een multimeter alleen zult u het niet redden, deze geeft altijd een gemiddelde waarde en juist bij het digitale data-overdrachtstelsel zijn het de pieken en dalen die veel vertellen over een mogelijke storingsoorzaak. Daarnaast maakt de vorm van het signaal de ervaren CAN-bustechnicus ook het een en ander duidelijk



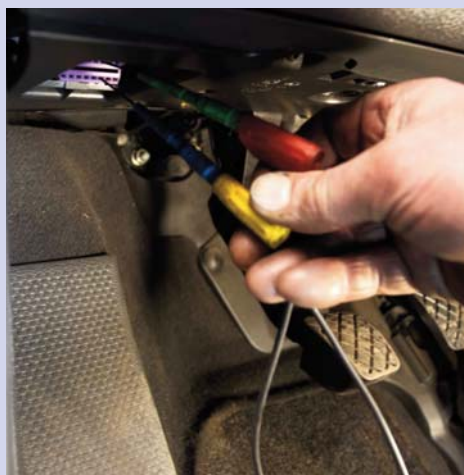
Het CAN-bussysteem is een netwerk bestaande uit twee getwiste draadjes (CAN-High en CAN-Low) die door de hele auto lopen. Om te controleren of er geen draadbreek is ontstaan moet u op verschillende plaatsen de scope aansluiten. Het beeld dat u krijgt voorgeschoteld zegt veel over de conditie van beide draden.

2



Heeft u de CAN-bedrading gecontroleerd en daar geen vreemde zaken ontdekt, dan is de volgende fase het controleren van de modules van het systeem. Controleer de voeding en massa van het stuurapparaat, dat blijken hardnekkige en nare storingsbronnen te zijn.

5



3

Wilt u gericht meten, dan is het belangrijk te weten welke modules er zijn aangesloten en welke structuur de bus heeft.



6

Om te controleren of een stuurapparaat de kwade genius is, blijkt het één voor één loskoppelen van de modules de eenvoudigste en doeltreffendste weg. Houd er wel rekening mee dat u, voordat u de 'volgende' module pakt, eerst het contact uitschakelt en enkele minuten wacht zodat de bus volledig in rust komt. Op de scope controleert u of het beeld verandert bij het loshalen van een exemplaar. Ook hier is de topografie van het systeem uiteraard belangrijk.

CAN-High en -Low zijn toegankelijk via pin 6 en 14 in de EOBD-stekker. Toch moet u op verschillende plaatsen meten in de bus om uitsluitsel te krijgen over de conditie van de twee draadjes.

industrie over het algemeen een waarde hebben van 120 Ohm.

Spanningsverschil bepaalt waarde

De rustspanning op beide draden bedraagt 2,5 Volt. Moet er een 0 worden verzonden dan 'stijgt' CAN-High naar 3,5 Volt en 'daalt' CAN-Low naar 1,5 Volt. Het spanningsverschil tussen beide wordt dan 2 Volt. Bedraagt het spanningsverschil tussen beide 0 Volt dan vertaalt zich dat in een 'digitale' 1.

Het CAN-datasysteem is een multimastersysteem. Dat houdt in dat alle regeleenheden gelijke rechten hebben op toegang tot de bus, en in dezelfde mate verantwoordelijk zijn voor bustoegang, storingsbehandeling en uitvalcontrole. Daarbij zijn ze onafhankelijk en hebben

ze zonder hulp van andere regeleenheden toegang tot de gemeenschappelijke datalijn. Als één module uitvalt leidt dit niet tot het uitvalen van het volledige systeem.

De toegang tot de bus wordt dus niet gecontroleerd. Als de datalijn vrij is heeft 'iedereen' toegang. Dat zou kunnen leiden tot een vreselijke chaos op de lijn. Gelukkig is daar de arbitrage voor bedacht. Een digitale nul is dominant over een recessieve 1. Dat is belangrijk, omdat naast de digitale waarde er ook een prioriteit aan het bericht moet worden gegeven. De informatie van de ABS-module is belangrijker dan de informatie van het motorstuurapparaat, bijvoorbeeld het ABS-snelheidsignaal ten opzichte van het motorstuurapparatsignaal over de koelvloeistoftemperatuur.

Hoe moet u dit zien? Beide zijn aangesloten op dezelfde bus en zenden tegelijkertijd signalen uit. Maar die signalen kunnen alleen maar na elkaar verzonden worden. Echter, voor de veiligheid is het ABS-signaal van grotere prioriteit dan de temperatuur van de koelvloeistof.

Naast de digitale waarde van beide wordt het te versturen signaal voorafgegaan door een zogenaamd arbitrageveld. In de praktijk betekent dit dat het koelvloeistofstuurapparaat wacht totdat het ABS-stuurapparaat zijn bericht heeft verstuurd. Bij deze arbitrage spelen de dominante en recessieve bits de doorslaggevende rol.

Dringen op de bus

Naast het arbitrageveld bestaat een bericht ook nog uit een startveld dat het begin aangeeft van een dataframe en verder uit een controleveld, het eigenlijke dataveld met het bericht, een tweede controleveld, een bevestigingsveld en een einde bericht. Dit alles heeft tot doel om ervoor te zorgen dat de berichten in rangorde van belangrijkheid in goede orde worden verstuurd over de buslijn en ook daadwerkelijk door de ontvangers waar het bericht voor bedoeld was, worden ontvangen. Is dat niet het geval, dan wordt het bericht nogmaals verstuurd en moeten de minder belangrijke berichten nog even wachten.

U zult begrijpen dat als deze situatie zich herhaalt het erg druk wordt de bus. We spreken dan van een data overload. Dit treedt op als er meer dan 80% dataverkeer op de bus is, normaal bedraagt dit tussen de 0 en 60%.

Zoals al eerder vermeld bestaan er verschillende CAN-protocollen. In een moderne auto zien we dan ook dat deze verschillende data-overdrachtsystemen voor verschillende doeleinden worden ingezet. De HSCAN regelt het verkeer van en voor de aandrijflijn en chassissystemen en de MSCAN voor de minder urgente chassissystemen en de comfortsystemen. Beide komen samen in de gateway.

Dat betekent dat bijvoorbeeld de data van de snelheidsensor op de bus gezet wordt en via de gateway beschikbaar is voor alle regelapparaten. Daarmee komt het grote voordeel van dit data-overdrachtsysteem meteen in beeld. Minder draden maar ook minder verbindingen, dus lichter en betrouwbaarder.

Niet bang zijn

Voor het gros van de monteurs is deze techniek nieuw. Veel technici hebben nog angst om het CAN-systeem te diagnosticeren. Probeer die drempelvrees maar snel te overwinnen!

Gaat u storingzoeken en wilt u inzicht krijgen in het verkeer op de bus, dan kunt u niet meer volstaan met alleen een multimeter. De duur voor het verzenden van een frame op de HSCAN-bus neemt 0,25 ms in beslag en in die tijdsduur varieert de spanning van 0 naar maximaal 2,5 Volt. Er bestaat geen multimeter die dat kan weergeven. Ook de vorm van het signaal van

het dataframe is van belang en dan blijft er eigenlijk maar één meetinstrument over: de scope.

Verder is van belang dat u weet hoe het systeem is opgebouwd, zodat u doelgericht kunt meten. Als u de pinbezetting van de verschillende stuurapparaten kent, dan wordt het door-meten een stuk eenvoudiger. We noemen een dergelijke blauwprint waarop al deze informatie staat, de topografie van het CAN-bussysteem.

Weinig systeemstoringen

Het CAN-bussysteem is destijds geïntroduceerd om een beetje orde te scheppen in het elektronische verkeer in het voertuig. Belangrijk was ook om de kans op storingen te minimaliseren en de ervaring leert dat dit inderdaad is gelukt. Veel problemen doen zich niet voor en als de monteur zich aan de spelregels houdt, kan er weinig fout gaan.

Om een voorbeeld te geven: In een CAN-bussysteem draait alles om communicatie. Zien de verschillende stuurapparaten elkaar en kunnen ze data uitwisselen? Maar dat betekent wel dat

het systeem moet weten welke stuurapparaten zijn aangesloten. Wisselt u bijvoorbeeld het ABS-stuurapparaat uit omdat deze defect is, dan kan het zijn dat u het nieuwe exemplaar volgens een vaste procedure moet aanmelden. De diagnosetester leidt u stapsgewijs door deze procedure.

Maar het betekent bijvoorbeeld ook dat het aansluiten van de trekhaakverlichting anders wordt. Zomaar signalen aftakken van de CAN-bus is uit den boze, het CAN-bussysteem raakt dan compleet de kluts kwijt en zal niet meer naar behoren werken. Dat betekent niet dat het moeilijker is. Als u zich aan de spelregels houdt en de juiste tools aanschaft, dan durven wij zelfs wel de stelling aan dat het simpeler is!

CAN-deskundige?

Een CAN-bussysteem is een betrouwbare manier om data uit te wisselen. Het systeem is zo opgebouwd dat het bestand is tegen de zware gebruiksomstandigheden in het voertuig. Toch kan er wel het een en ander fout gaan. In een serie artikelen gaan we met u een aantal storin-

gen behandelen in de data-overdrachtsystemen van moderne voertuigen. We behandelen in het kader op de voorgaande pagina's een storing in het ABS-systeem, die betrekking heeft op het HSCAN-systeem. In volgende artikelen behandelen we de overige systemen ook weer in de vorm van praktijkstoringen.

Hoe ga je te werk bij diagnosestellen en waar doe je een meting? Belangrijke doelstelling is om de angst voor de moderne datasystemen enigszins weg te nemen. Dat betekent niet dat u zich na het lezen van deze informatie meteen een CAN-busdeskundige mag noemen. Daar is meer systeemkennis voor nodig. Het is raadzaam om bij een gerenommeerd opleidingsinstituut een cursus te volgen. Zij bieden opleidingen voor zowel de beginnende als de gevorderde monteur.

Wij hebben zelf ons oor te luister gelegd bij GMTO Opleidingen in Alkmaar. In hun trainingsruimte hebben zij de beschikking over duidelijke borden waarop het complete elektrische systeem van een auto is nagebouwd. Een ideale manier om de opgedane theoretische kennis op een veilige manier in de praktijk te toetsen!

Hans Doornbos