

# TRUSTED WIRELESS

## Trusted Wireless™ – in detail

### INTERFACE

Gebruikersinformatie  
103146\_00\_nl



### Voordelen van Trusted Wireless™

De draadloze technologie **Trusted Wireless™** werd door het Canadese bedrijf Omnex Control Systems speciaal ontwikkeld voor industriële toepassingen. De in de licentievrije frequentiebanden 900 MHz en 2,4 GHz functionerende techniek biedt een zeer hoge mate van betrouwbaarheid en robuustheid. De techniek kenmerkt zich bovendien door het grote bereik, de goede interferentie- en coëxistentie-eigenschappen alsmede zeer goede diagnose-mogelijkheden.

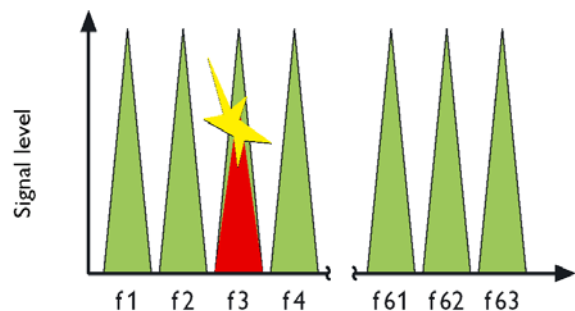
In dit document wordt beschreven hoe deze eigenschappen door de draadloze technologie Trusted Wireless™ worden bereikt en hoe deze technologie zich onderscheidt van andere technieken.

### Robuustheid en betrouwbaarheid

De basis van de draadloze technologie Trusted Wireless™ is het zogeheten frequency hopping (FHSS = **F**requency **H**opping **S**pread **S**pectrum). Frequency hopping is een in 1942 door Hedy Lamarr en George Antheil uitgevonden en gepatenteerde technologie. Het werd gebruikt voor militaire doeleinden, om de storingsvrije besturing van torpedo's mogelijk te maken. Daarnaast werd het gebruikt om te verhinderen dat militaire berichten werden afgeluisterd.

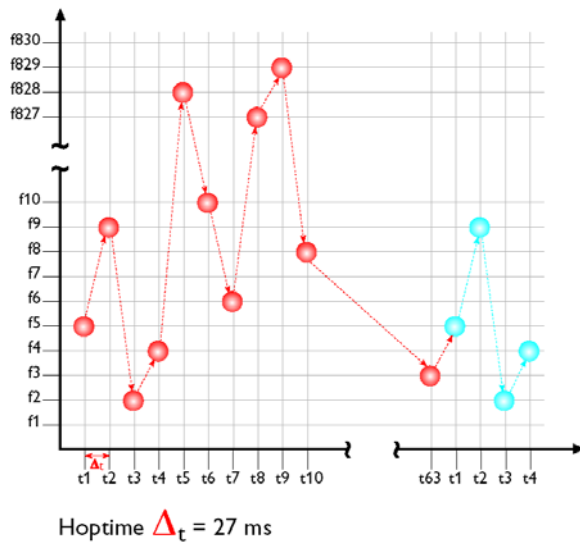
Bij deze overdrachtsmethode worden de signalen via verschillende draadloze smalbandkanalen overgedragen. Daarbij wisselen zender en ontvanger continu van overdrachtsfrequentie. De gebruikte frequentie en de volgorde waarin deze wordt toegepast vormen het zogeheten sprongpatroon. Dit sprongpatroon is pseudotoevallig en alleen bekend bij de zender en de ontvanger. Daardoor kan de communicatie tussen twee apparaten van buitenaf niet worden gevolgd en kan het bericht niet worden afgeluisterd.

Naast de af luisterveiligheid biedt deze methode echter nog meer voordelen. Door de continue wisseling van frequentie kunnen storingen zeer goed worden getolereerd. Afbeelding 1 toont dat een smalband stoorsignaal slechts één of enkele naast elkaar gelegen frequenties kan storen waardoor een communicatiecyclus mogelijk wordt gehinderd. De draadloze techniek wisselt bij de volgende communicatiecyclus naar een andere frequentie en ontloopt op deze wijze het stoorsignaal (zie afb. 1). Dit vindt – afhankelijk van het product – in slechts enkele milliseconden plaats.



Afb. 1 Frequentiewisseling na een storing

De draadloze techniek Trusted Wireless™ kan daarbij afhankelijk van de toepassing op maximaal 830 afzonderlijke draadloze frequenties terugvallen. Deze frequenties worden pseudotoevallig en over de volledige bandbreedte verdeeld geselecteerd (zie afb. 2). Daarmee wordt een hoge mate van betrouwbaarheid en robuustheid gerealiseerd.

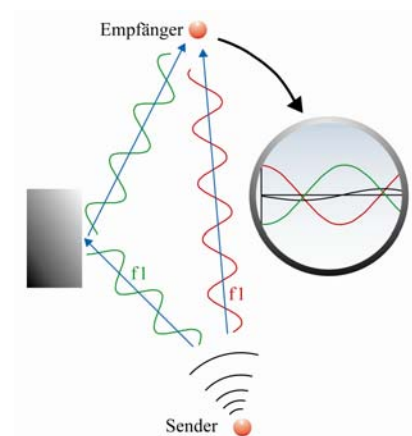


Afb. 2 Frequency hopping

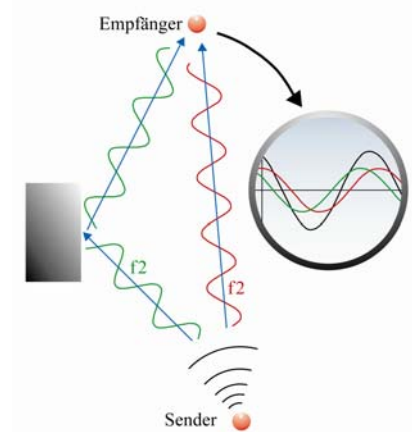
## Interferenties

Alle draadloze systemen zijn onderhevig aan interferenties. Dat houdt in dat signalen bij de ontvanger elkaar overlappen. Deze signalen zijn een combinatie van het gewenste signaal, zijn reflecties en andere draadloze signalen (zie ook „Coëxistentie“ op pagina 3). Interferentie door reflecties is een natuurkundig fenomeen. Het gewenste signaal bereikt de ontvanger op een vaste locatie door overlapping van het directe pad en oneindig veel reflecties. Omdat de reflecties verschillende afstanden afleggen, zijn de amplitudes bij de ontvanger verschillend (faseverschuiving). De ontstane overlapping kan toevalligerwijs positief zijn. In dat geval wordt het signaal door de reflecties versterkt. Maar de overlapping kan ook negatief zijn, zodat het signaal wordt gedempt. Dit kan er zelfs toe leiden dat het draadloze signaal volledig wegvalt, waardoor een zogeheten dode zone ontstaat.

Een draadloos systeem dat gebruik maakt van een vaste frequentie wordt altijd met dit probleem geconfronteerd. Bij een frequency hopping-systeem wordt de golflengte door frequentiesprongen steeds gewijzigd waardoor de reflectieomstandigheden op een vaste locatie veranderen. Onder de voorwaarde dat de wijziging van de frequentie of golflengte voldoende groot is, kan zo op frequentie  $f_1$  het signaal geheel wegvallen (zie afb. 3) terwijl het op de volgende frequentie  $f_2$  weer voldoende sterk is (zie afb. 4). Een frequency hopping-systeem verplaatst zich dus automatisch uit de mogelijke dode zones.



Afb. 3 Wegvallen van signaal door interferentie



Afb. 4 Voldoende signaal ondanks interferentie

## Coëxistentie

Het aspect van coëxistentie moet vanuit twee gezichtspunten worden bekeken: enerzijds de coëxistentie van meerdere Trusted Wireless™-systemen naast elkaar en anderzijds de coëxistentie met andere systemen. De coëxistentie van meerdere Trusted Wireless™-systemen naast elkaar is uitstekend, omdat de systemen niet alle beschikbare frequenties gebruiken maar slechts een subset daarvan. Bovendien wordt de volgorde van de gebruikte frequenties zo gevarieerd dat het sprongpatroon van een Trusted Wireless™-systeem uniek is. Hierdoor zijn er geen twee Trusted Wireless™-systemen die hetzelfde sprongpatroon gebruiken. Daardoor kan een groot aantal nabij gelegen systemen parallel worden gebruikt zonder elkaar significant te storen. Metingen hebben aangetoond dat de datadoorvoer bij gebruik van 400 nabij gelegen systemen gemiddeld slechts 50 % wordt gereduceerd. De interferentie door het gebruik van parallel werkende systemen, ofwel hun onderlinge storing, is daardoor extreem gering. Het tweede aspect van coëxistentie is het gedrag ten opzichte van andere draadloze technieken in dezelfde frequentieband. De draadloze techniek Trusted Wireless™ is vriendelijk t.o.v. andere draadloze systemen omdat deze een zeer smalbandige zendfrequentie gebruikt. Daardoor kunnen andere frequency hoppers (zoals Bluetooth) probleemloos parallel werken. Daarnaast kunnen zendfrequenties of frequentiebereiken van gebruik worden uitgesloten, zodat de Trusted Wireless™-techniek ook probleemloos met WLAN-systemen kan worden gebruikt. Bij niet-configureerbare Trusted Wireless™-producten is dit gewoonlijk kanaal 5 van WLAN (2422 MHz tot 2442 MHz). Bij de configureerbare producten kunnen maximaal twee WLAN-kanalen worden geselecteerd.

## Betrouwbaarheid en diagnose

De betrouwbaarheid van de draadloze techniek Trusted Wireless™ wordt nog verder verhoogd door speciale softwaremechanismen in het protocol. De communicatiepakketten worden daartoe voorzien van zend- en doeladressen die het gebruik van verkeerd ontvangen pakketten voorkomen. Bovendien wordt op het gehele telegram een 16-bit-CRC-check uitgevoerd, die de correctheid van de telegrammen waarborgt. Met behulp van Forward Error Correction (FEC) kan informatie worden hersteld die tijdens de overdracht is beschadigd. Daartoe wordt aan de eigenlijke telegrammen extra bit-informatie toegevoegd die met behulp van wiskundige algoritmen een reconstructie

mogelijk maken. De draadloze techniek Trusted Wireless™ biedt zeer goede diagnosemogelijkheden waarvan, afhankelijk van het product, gebruik kan worden gemaakt. De status van de draadloze verbinding wordt gediagnosticeerd via het „RF-LINK“-signaal. De kwaliteit van het draadloze traject kan daarentegen met behulp van een RSSI-sig-naal (**R**eceive **S**ignal **S**trength **I**ndicator) nauwkeurig worden bewaakt. Dit signaal kan in een installatie continu worden bewaakt of alleen voor de inbedrijfstelling en het richten van de antennes worden gebruikt. Afhankelijk van het product is er direct toegang tot het aantal pakketfouten en andere parameters.

## Bereik

De draadloze techniek Trusted Wireless™ is geoptimaliseerd voor middellange en lange afstanden. Bij toepassing van geschikte antennes alsmede het aanhouden van de betreffende wettelijke richtlijnen en maximumwaarden kunnen de volgende afstanden worden gerealiseerd:

- In de 900-MHz-band bij een zendvermogen van 1 W 25 kilometer
- In de 2,4-GHz-band bij 10/100 mW 3 kilometer.

Deze waarden kunnen – afhankelijk van de applicatie – beduidend lager of hoger zijn.

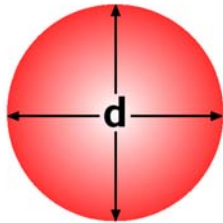
Parameters die het bereik van een draadloos systeem kunnen beïnvloeden, zijn enerzijds de energie per bit die wordt gebruikt om de gewenste informatie over te dragen en anderzijds de ontvangergevoeligheid.

## Energie per bit

Des te hoger de energie per bit des te hoger het bereik. Daarom zijn er in theorie twee mogelijkheden: ofwel de energie verhogen ofwel de overdrachtssnelheid verlagen. De energie is wettelijk gelimiteerd tot 36 dBm in de 900-MHz-band en 20 dBm in 2,4-GHz-band. Beide waarden gelden voor het bij de antenne uitgestraalde vermogen EIRP (**E**ffective **I**sotropic **R**adiated **P**ower). Dat wil zeggen dat ze zowel het zendvermogen van het HF-niveau bevatten als alle versterkingen en verliezen van de aangesloten antenne. Omdat de energie dus niet onbeperkt kan worden verhoogd, kan alleen de overdrachtssnelheid worden verlaagd. Trusted Wireless™ gebruikt afhankelijk van de toepassing de minimaal benodigde overdrachtssnelheid zodat een maximale energie per bit kan worden bereikt.

In afbeelding 5 kan worden gezien hoe de energie per bit van een Trusted Wireless™-systeem ondanks het lage zendvermogen veel hoger is dan die van een WLAN-systeem.

$$\frac{10 \text{ mW}}{19200 \text{ bps}} = 520 \text{ nWs/Bit} > \frac{100 \text{ mW}}{11 \text{ Mbps}} = 9 \text{ nWs/Bit}$$



Trusted Wireless™



WLAN

Afb. 5 Energie per bit

In vergelijking met een 900-MHz-Trusted Wireless™-systeem zou de energie per bit op grond van het zendvermogen van 1 W zelfs nog 100 keer hoger zijn.

### Ontvangergevoeligheid

De ontvangergevoeligheid is een bepalende parameter voor het maximale bereik. In het algemeen geldt dat het bereik wordt verdubbeld als de signaalsterkte of de gevoeligheid met +6 dB resp. -6 dB toeneemt. Dit kan aan zenderzijde worden bereikt door een verhoging van het zendvermogen of door de toepassing van een antenne met grotere versterking (let op: het uitgestraalde vermogen EIRP is wettelijk begrensd).

Een hogere ontvangergevoeligheid is echter veel bepalender, omdat deze niet wettelijk is begrensd en sterk afhankelijk is van de toegepaste schakeltechniek en de kwaliteit van de gebruikte componenten.

In afbeelding 6 wordt een standaard Single-Chip-Bluetooth-kaart weergegeven. Vanwege de sterk gereduceerde productieprocessen van dergelijke Single-Chip-oplossingen ligt de ontvangergevoeligheid gewoonlijk bij ca. -80 dB. Daarnaast wordt de discrete uitvoering van een draadloze Trusted Wireless™-kaart weergegeven. Door de toepassing van vele speciale componenten kan – afhankelijk van het product – een ontvangergevoeligheid van maximaal -110 dB tot -115 dB worden bereikt. Dat betekent dat een verschil van 30 dB of een factor 1000. De Trusted Wireless™-kaart is dus 1000 keer gevoeliger dan de Bluetooth-kaart (zie afb. 6).

Zoals gezegd leidt een verbetering van de gevoeligheid met -6 dB tot een verdubbeling van het bereik. Daarom is het bereik van de Trusted Wireless™-oplossing bij een verschil van 30 dB 32 keer groter dan dat van de weergegeven Single-Chip-Bluetooth-oplossing:

$$6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 30 \text{ dB}$$

$$\rightarrow 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^5 = 32\text{-voudig}$$



Single-Chip-HF-kaart

Typische  
Bluetooth-  
ontvangergevoeligheid:  
**-80 dB**



Discrete HF-kaart

Typische  
Trusted Wireless™-  
ontvangergevoeligheid:  
**-110 dB tot -115 dB**



Afb. 6 Ontvangergevoeligheid