

# WHITE PAPER “DE PRINCIPES VAN MODERNE RADIOCOMMUNICATIE NETWERKEN”

W.J. de Vries en T. Sierksma - Rohde & Schwarz Nederland

Efficiënte communicatie is cruciaal voor de huidige militaire missies. In het bijzonder combined missies in multinationale omgevingen roepen om oplossingen die aan de groeiende vraag naar informatie met betrekking tot situational awareness kunnen voldoen en tegelijkertijd kunnen zorgen voor Command en Control van de effectiviteit in dreigingsscenario's. Deze eisen gelden vooral voor (mobiele) grondtroepen, waar de migratie naar netwerk centric operaties van vitaal belang is.

Network centric operations (NCO) spelen een steeds belangrijker rol in de militaire Command en Control. Deze trend wordt mede gevoed door het meer en meer verspreid gebruik van computers en smartphones op alle Command en Control niveaus.

De auteurs beschrijven in onderstaand artikel de fundamentele van state-of-the-art netwerken, die voorbereid zijn voor toekomstige tactische radiocommunicatie in het mobiele tactische domein.

## INTRODUCTIE

Radiocommunicatie is van vitaal belang voor de huidige tactische militaire operaties. Tactische communicatie vanaf bataljonsniveau en lager is afhankelijk van mobiele radiocommunicatie netwerken. De inzet van deze netwerken en de bewegingen van de nodes zijn afhankelijk van de missie en de missiefase en veranderen regelmatig.

In dit artikel ligt de focus op de communicatie tussen bataljonsniveau en de lagere echelons en binnen de lagere echelons. De communicatie tussen bataljons en hoger echelons wordt buiten beschouwing gelaten.

## COMBINED INTERNATIONALE MISSIES - EEN KERNUITDAGING VOOR COMMUNICATIES

Somalië, Kosovo, Afghanistan, Congo, Libanon, Mali - deze landen zijn of waren topics in de internationale media. Vanwege diverse lokale en regionale conflicten, is de Verenigde Naties vaak gedwongen geweest om multinationale troepen te sturen naar de betrokken regio's om peacekeeping of peace-making operaties uit te voeren. Gebruikelijk bij deze missies is een groeiende vraag naar de uitwisseling van informatie. Zeker wanneer troepen uit verschillende landen deelnemen aan een missie, is het cruciaal om situationele en positiegegevens te coördineren en uit te wisselen om het succes van de missie te waarborgen.

De grootste potentiële uitdaging voor samenwerking tijdens missies is de veilige, betrouwbare uitbreiding van IP-gebaseerde communicatienetwerken vanaf soldaat/voertuig tot aan de bataljons en pelotonscommando-niveaus. De betrokken strijdkrachten moeten zeer mobiel zijn. Ze

communiceren voornamelijk via tactische radio- of satellietverbindingen en deze communicatiemiddelen bieden meestal geen hoge bandbreedte of hoge beschikbaarheid.

## IN DE TOEKOMST MET HET INTERNET PROTOCOL

Geavanceerde battle management systemen (BMS) en Command en Control (C2) systemen zijn gebaseerd op Internet Protocol technologie of zullen dat doen in de nabije toekomst. Deze IP-oplossingen maken het mogelijk om mobiele ad-hoc netwerken te creëren met zelf-herstelend vermogen en voldoende redundantie, die robuuste, betrouwbare radioverbindingen bieden onder alle omstandigheden. In deze netwerken behoeven de gebruikers niet te weten hoe ze hun tegenpost kunnen bereiken, omdat het netwerk die taak afhandelt. Dergelijke radioverbindingen bieden een betrouwbare connectiviteit, zelfs voor hoog mobiele netwerk nodes, die vaak worden beïnvloed door snelle veranderingen in de propagatie als ze bewegen.

## HIËRARCHISCHE STRUCTUREN

De huidige militaire communicatie en legacy netwerken zijn hiërarchisch en communicatie binnen deze legacy-netwerken is radio-circuit gebaseerd. De vooruitgang in radiocommunicatie voorziet in daadwerkelijke netwerken, waar een bepaalde gebruiker tegelijkertijd deel kan uitmaken van meerdere circuits.

Voor een hiërarchische communicatiestructuur moeten de IP tactische radiocommunicatie-netwerken dan ook beschikken over voorzieningen om de hiërarchische communicatie te ondersteunen, zoals nader wordt beschreven.

Vanuit een technisch oogpunt zijn deze geavanceerde radio netwerken niet-hiërarchisch, in principe kan elke gebruiker een andere gebruiker binnen een netwerk bereiken. Niettemin moeten de netwerken wel de militaire communicatie-ketens omvatten, wat betekent dat ze gekoppeld moeten kunnen worden aan de hiërarchische niveaus (zie figuur 1).



Fig. 1 Militaire communicatie netwerken versus hiërarchische communicatie structuren

Aanvullende directe communicatie over verschillende hiërarchische niveaus is van cruciaal belang voor effectieve acties. Moderne netwerken bieden deze vereiste hoge mate van connectiviteit. De netwerk nodes kunnen verschillende functies aannemen, zoals vereist voor de specifieke taak of missiefase en dit omvat zelfs het veranderen van de golfvorm. De voorwaarde voor het bereiken van deze voordelen is het gebruik van software defined radio (SDR). Naast het aanbieden van operationele flexibiliteit, vereenvoudigen deze radio's in hoge mate de logistiek en apparaat-upgrades, aangezien nieuwe functies uitsluitend door het laden van nieuwe software kunnen worden geïmplementeerd. Nieuwe golfvormen of upgrades kunnen namelijk zonder wijziging van de hardware worden geïmplementeerd.

Moderne radiocommunicatie apparatuur is gebaseerd op dit software defined radio (SDR) principe, d.w.z. één radio platform kan meerdere radiocommunicatie-standaarden (=golfvormen) verwerken, die kunnen worden geselecteerd zonder aanpassingen/wijziging van de onderliggende hardware.

## ENKEL NETWERK OF MEERDERE AFZONDERLIJKE NETWERKEN

Elke missie vereist een adequate communicatiestructuur. Sommige missies kunnen beter ondersteund worden met een groot

dekkend communicatienetwerk dat bestaat uit sub-netwerken. Binnen deze sub-netwerken kan dan lokaal communicatie plaatsvinden. Niettemin kan informatie binnen de sub-netwerken ook automatisch uitgewisseld worden en zowel horizontaal als verticaal worden doorgestuurd.

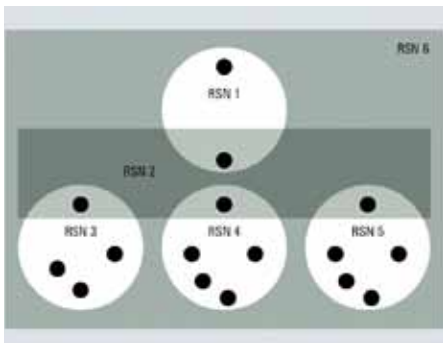


Fig. 2 Netwerk met hiërarchische structuur en MANET functionaliteit

In figuur 2 bijvoorbeeld, kan radio sub-netwerk RSN 1 worden gebruikt voor communicatie tussen een bataljon en een compagnie. RSN 2 kan worden gebruikt voor de communicatie tussen de compagniescommandant en pelotonscommandanten, die dan communiceren met hun teams via RSN 3 t/m RSN 5. Slechts één radio is vereist voor elk knooppunt in deze communicatienetwerken.

Voor communicatienetwerken die zijn opgezet voor andere doeleinden, zijn fysiek gescheiden netwerken soms een betere keuze (figuur 3). In deze gevallen wordt de uitwisseling van informatie, zoals spraak, op basis van het internetprotocol gerealiseerd. Moderne battle management systemen voor gegevensverwerking en selectieve gegevens gebruiken dit protocol ook. Zelfs legacy netwerken en radio's, die veelal niet IP-capable zijn, kunnen worden geïntegreerd met behulp van gateways. Hierdoor is er bij de introductie van IP technologie geen noodzaak om bestaande apparatuur in één keer te vervangen.

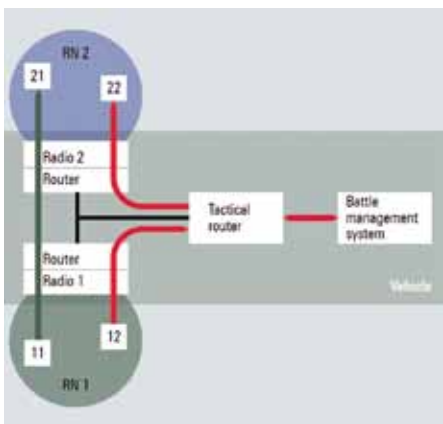


Fig. 3 Twee radiocommunicatie netwerken (RN1 en RN2) gecombineerd met één logisch netwerk

## NIEUWE OPLOSSINGEN VOOR DE BOTTLENECK IN TACTISCHE RADIOCOMMUNICATIE

Tactische radiocommunicatie is altijd de bottleneck geweest in de hiërarchische netwerken van de strijdkrachten. Een nieuwe generatie software gedefinieerde tactische radio's, gebaseerd op de standaard software communicatiearchitectuur (SCA) verschaft nu een oplossing voor dit probleem. Deze radio's, in combinatie met nieuwe high data rate (HDR) golfvormen, bieden zelfs zeer mobiele units op het internet protocol (IP) gebaseerde veilige, betrouwbare hoge datasnelheid communicatieverbindingen.

Een groot voordeel van de SCA is dat het gemakkelijker is geworden om de radioapplicatie software over te zetten, dat wil zeggen de golfvormen. Tot een paar jaar geleden was het overzetten van software tussen tactische radio's van verschillende fabrikanten bijna onmogelijk. De gestandaardiseerde SCA maakt dit proces (zgn. porten) van software nu relatief eenvoudig, waardoor er aanzienlijk meer flexibiliteit is in de aanschaf van apparatuur. Een markt die voorheen gesloten was, is nu open voor technologische concurrentie en biedt gebruikers kortere innovatie-cycli en lagere kosten. Deze nieuwe generatie radio's is interoperabel met legacy radio's en beschermt daardoor bestaande investeringen.

## TACTISCHE VHF / UHF GOLFORMEN VOOR VOERTUIG-COMMUNICATIE

De op genoemde SCA gebaseerde SDR's kunnen meerdere golfvormen verwerken, inclusief legacy golfvormen en zorgen voor backwards compatibiliteit. Geavanceerde IP-gebaseerde golfvormen bieden tevens MANET-functionaliteit en frequency hopping (Transec) technieken om de communicatie robuuster te maken tegen (on-)opzettelijke jamming en fading. State-of-the-art golfvormen bieden zeer robuuste modi voor gebruik in elektromagnetische omgevingen. Deze golfvormen leveren datasnelheden van 10 bits/s tot enkele honderden kbit/s en zelfs tot enkele Mbit/s voor video -en gegevensoverdracht.

De robuuste functies die door deze golfvormen worden geboden zijn zeer geschikt voor het versturen van vitale services zoals spraak, blue force tracking, alarmen, tekstberichten (SMS), enz. Eén enkele radio kan tegelijk twee voice-kanalen verwerken en heeft dan nog transmissie-capaciteit voor andere services. Bovendien zorgt encryptie binnen de radio voor veiligheid en bescherming tegen af luisteren en soortgelijke EOVAanvallen.

Om maatwerk mogelijk te maken, is een speciale ontwikkelomgeving beschikbaar om gebruikers en system integrators in staat te

stellen golfvormen aan te passen aan nationale bepalingen of het porten van gepatenteerde golfvormen naar SDRs.

Geavanceerde technologie maakt het mogelijk om compacte radio's te ontwikkelen die ook uitstekende RF kenmerken hebben, vooral op het gebied van co-siting. Dit is noodzakelijk voor installatie in voertuigen, waar meerdere radioverbindingen tegelijk werken hoewel er minimale ruimte beschikbaar is om de antennes gescheiden op te stellen. Geïntegreerde filters, die in staat zijn tot snelle frequency hopping, onderdrukken de interferentie van andere radioverbindingen.

## PLANNING EN BEHEER VAN RADIO-NETWERKEN

Radiocommunicatienetwerken met deze complexiteit vereisen geavanceerde planning tools, bijv. voor het opzetten van netwerken, het configureren van sub-netwerken, het instellen van de netwerkadressen en het definiëren van de frequenties voor frequency hopping (hop set). Deze netwerk management systemen bieden uitgebreide consistentie controles en zorgen voor missie-specifieke instellingen. Met deze systemen kunnen gebruikers sleutels genereren en deze toevoegen aan de vooraf gedefinieerde instellingen. Voor distributie zijn de sleutels en pre-sets versleuteld, waardoor ze kunnen worden verzonden over onveilige (radio) verbindingen, bijvoorbeeld wanneer ze op de radio's worden geladen. Lokaal geïnstalleerde planning tools maken het mogelijk om vooraf gedefinieerde instellingen aan te passen en uit te breiden om hiermee aan de missie specifieke eisen te voldoen.

## DE WEG NAAR 21E EEUW NETWORK CENTRIC OPERATIES

De lancering van moderne tactische radio's in combinatie met hoge datarate golfvormen maakt het mogelijk voor mobiele grondtroepen om de stap te maken in de richting van 21e eeuw network centric operaties. Volledige integratie in bestaande IP-netwerken, uitstekende RF kenmerken voor cosite radio bediening, state-of-the-art beveiligingsarchitectuur - dit zijn slechts een paar van de opvallende kenmerken van deze nieuwe generatie van software defined radio's, waardoor ze ideaal zijn voor gebruik in militaire operaties.

## AFSLUITING

In dit artikel is ingegaan op de fundamenten van state-of-the-art netwerken die voorbereid zijn voor tactische (mobiele) radiocommunicatie.

Het complete White Paper "Radiocommunications Principles, Applied in the Tactical Theater" is op aanvraag beschikbaar via Rohde & Schwarz Nederland (info.nl@rohde-schwarz.com).