

Tijdschrift van het NERG

Correspondentie-adres: postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Internet: www.nerg.nl, secretariaat@nerg.nl
Gironummer 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

DE VERENIGING NERG

Het NERG is een wetenschappelijke vereniging die zich ten doel stelt de kennis en het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie te bevorderen en de verbreiding en toepassing van die kennis te stimuleren.

BESTUUR

prof.dr.ir. N.H.G. Baken, voorzitter
prof.dr.ir. P. Regtien, vice-voorzitter
ir. E. Bottelier, secretaris
P.F. Maartense, penningmeester
dr.ir. A.B. Smolders, tijdschrift-manager
ir. B. Dunnebie, programma-manager
ir. R.J. Kopmeiners, web-beheer
ir. F. Speelman, onderwijs-commissaris
vacature, ledenwervings-manager

LIDMAATSCHAP

Voor het lidmaatschap wende men zich via het correspondentie-adres tot de secretaris of via de NERG website: <http://www.nerg.nl>. Het lidmaatschap van het NERG staat open voor hen, die aan een universiteit of hogeschool zijn afgestudeerd en die door hun kennis en ervaring bij kunnen dragen aan het NERG. De contributie wordt geheven per kalenderjaar en is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan vergaderingen, lezingen en excursies. De jaarlijkse contributie bedraagt voor gewone leden € 43,- en voor studentleden € 21,50. Bij automatische incasso wordt € 2,- korting ver-

leend. Gevorderde studenten aan een universiteit of hogeschool komen in aanmerking voor het studentlidmaatschap. In bepaalde gevallen kunnen ook andere leden, na overleg met de penningmeester voor een gereduceerde contributie in aanmerking komen.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt vijf maal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica, signaalbewerking, communicatie- en informatietechnologie. Auteurs, die publicatie van hun onderzoek in het tijdschrift overwegen, wordt verzocht vroegtijdig contact op te nemen met de hoofdredacteur of een lid van de Tijdschriftcommissie.

Toestemming tot overnemen van artikelen of delen daarvan kan uitsluitend worden gegeven door de tijdschriftcommissie. Alle rechten worden voorbehouden.

TIJDSCHRIFTCOMMISSIE

dr. ir. A.B. Smolders, voorzitter.
Philips Semiconductors,
BL RF-modules, Nijmegen,
E-mail: Smolders@ieee.org
ir. H.J. Visser, hoofdredacteur.
TNO-IND, Postbus 6235,
5600 HE Eindhoven,
E-mail: Visser@ieee.org
ir. G.W. Kant, redactielid.
ASTRON, Dwingeloo,
E-mail: kant@astron.nl
dr. ir. C.J.M. Verhoeven, redactielid
ITS, TU Delft, Mekelweg 4,
2628 CD Delft, E-mail:
C.J.M.Verhoeven@et.tudelft.nl

Deze uitgave van het NERG wordt geheel verzorgd door:

Henk Visscher, Zutphen

Advertenties: Henk Visscher
tel: (0575) 542380
E-mail: henk.v@wxs.nl



INHOUD

Van de redactie 94
Bart Smolders

A Different Business Approach for the Strategic Innovation of Fibre to the Home 95
Nico Baken and Wim van der Bijl

Building services on heterogeneous networks . 101
Frank Kroon

Dr. ir. H.C.A. van Duuren (1903-1981) en foutvrije digitale radiocommunicatie 111
ir. J. van Duuren

Wisselstroomtheorie zonder hogere wiskunde. Een didactische beschouwing 118
ir. P. Van der Wurff

Aankondigingen & Oproepen 121



ISSN 03743853

Van de redactie

Bart Smolders
Voorzitter redactie NERG
E-mail: redactie@nerg.nl



Deze "van de redactie" wordt ditmaal niet door onze hoofdredacteur verzorgd, maar door ondergetekende. Reden hiervoor is feestelijk. Huib Visser is namelijk op donderdag 25 September jl. in het huwelijksbootje gestapt. Momenteel geniet hij samen met zijn vrouw van een welverdiende huwelijksreis in verre oorden. Huib, namens het de redactie van het NERG nogmaals gefeliciteerd!

Een droevig bericht ontvingen we in het afgelopen voorjaar met het overlijden van het NERG-erelid en oud-hoofdredacteur ir. Meindert Steffelaar. Steffelaar is tijdens zijn wetenschappelijke loopbaan aan de TU Eindhoven altijd bijzonder actief geweest binnen het NERG. Hij is van 1973 tot en met 1993 lid geweest van de redactiecommissie van het NERG, de eerste twee jaren als gewoon lid later als hoofdredacteur. Op 2 April 1993 werd hij dan ook terecht benoemd tot erelid van onze vereniging. We zullen in het volgende nummer hier uitgebreid aandacht aan besteden in de vorm van een "in Memoriam".

Naar aanleiding van het vorige nummer van ons Tijdschrift, nr. 2 2003, zijn er een groot aantal positieve reacties geweest uit het informele circuit. Het was dan ook een bijzonder aardig nummer rondom nieuwe ontwikkelingen op het gebied van RF-IC ontwerp in Nederland. Het nummer laat zien dat we in Nederland nog steeds in de eredivisie spelen in dit "harde" vakgebied! Het is daarom ook jammer dat er zo weinig Nederlands studenten kiezen voor hardware-gerichte vakken. Bedrijven zoals Philips moeten steeds vaker de expertise uit het buitenland halen, wat de vraag oproept of er op lange termijn nog wel toekomst is voor RF-IC ontwikkeling in Nederland. Hopelijk is het tij nog te keren. Het NERG zou en moet aan deze maatschappelijke discussie een bijdrage kunnen leveren.

Het NERG bestuur heeft tijdens de bijzondere ALV van 19 September jl. een nieuwe voorzitter gekozen, Prof. dr.ir. Nico Baken. Onze oud-voorzitter Wim van Etten was zo verheugd dat hij een geschikte kandidaat gevonden

had dat hij direct na het ja-woord van Nico alle bestuursleden een E-mail stuurde met als titel "Habemus Papam!". Deze kreet is doorgaans te horen vanaf het balkon van de St-Pieter in Rome na de verkiezing van een nieuwe paus. De redactie wenst Nico veel succes in zijn nieuwe rol. Een eerste teken van zijn inzet is reeds in dit nummer te zien in het artikel dat hij samen met Wim van der Bijl geschreven heeft over "Fibre to the Home", dat U vindt op pagina 95. Verder vindt U in dit nummer een bijdrage van ir. Jan van Duuren over het werk van zijn beroemde vader dr. ir. H.C.A. van Duuren. Met name door de TOR (Typendruktelegrafie Over Radioverbindingen) heeft hij wereldwijde erkenning gekregen. Het artikel bevat een groot aantal historische wetenswaardigheden en doet enigszins terugverlangen naar de romantiek van het radio-vakgebied in de prille beginjaren.



A Different Business Approach for the Strategic Innovation of Fibre to the Home

Nico Baken and Wim van der Bijl

The demand for broadband services will grow continuously. Inevitably this will lead to the demand for fibre-to-the-home (FTTH) implementations. At the same time the telecommunications sector is changing. Developments are leading to an increase in the complexity of commercial, technical and operational issues. Also focus should be given to growing business and organisational complexity. In this paper we discuss the issues regarding the introduction of FTTH and draw attention to the important role of the government and local authorities in enabling the evolution towards a broadband society. Based on current insights, cost figures are given to show the business viability of FTTH.

Introduction

In the telecommunications sector, one discerns a functional decomposition in the value chain leading to multi-service platforms through horizontal integration for voice, data/IP and CATV¹ as depicted in Figure 1.

This development is not unique for sectors dealing with infrastructures. Similar evolutions can be found in the water, waste, energy and transport sectors. The breach lines in the momentarily vertically integrated infrastructure-service columns roughly follow the functional decompositions in the OSI-model. Basically, three main layers can be

distinguished. The bottom layer is that for the network infrastructure. It comprises transmission-, switching-, routing- and network-element management systems. The infrastructure layer is necessary for the (wholesale) end-to-end generic network bearer services. In the second layer the initiation, creation and monitoring of end-to-end connections is realised. The third layer can be associated with the actual provisioning of the (retail) value-added services by combining the end-to-end connection to content. One will find very similar decompositions in the other infrastructure sectors, but there is more—in contemplation one will discover this decomposition also occurs in computers, society and even within ourselves!

The functional decomposition is followed by role decomposition on each individual layer; for example, design, financing, ownership, installation, maintenance and exploitation. If one also recognises a more technical, topographical decomposition in access, edge and core that can be refined into the locations house/ office, street, neighbourhood, city, region, country, continent and globe, then one concludes that there are three major dimensions in each infrastructure sector. For the ICT sector, these three dimensions are caught in the Baken[®] ICT cube shown in Figure 2.

Figure 1: Telecommunications sector: from vertical to horizontal integration.



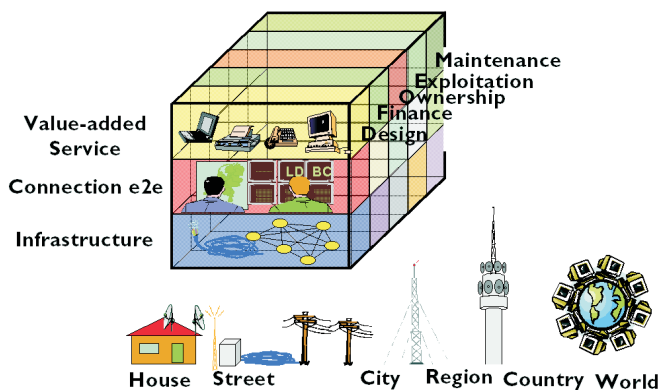


Figure 2: Baker® ICT cube.

Functional decomposition and horizontal integration are inevitable evolutionary steps, driven by both a need for increasing efficiency necessary to deal with growing capacity and scale, and by increasing diversity and dynamics in the upper OSI layers. In the ICT sector they emerge with the evolution towards broadband¹⁾. However, there is a price to pay ...complexity! And the complexity indeed will be manifest in services as well as technology, but another relevant factor has to be dealt with: the managerial complexity. Indeed, on each layer one or more actors will play their role. The number of actors increases in the upward direction; they have to interact and to cooperate to make the value chain a working chain delivering value-added services to the end-user. What are the rules of the ICT game for the different actors in the ICT value chain? We have developed a game just to discover these rules, which are the necessary, sometimes new, players such as the local authorities and to find out the complexity together with the other actors. Thus one detects what kind of decompositions and groupings of roles and functions work out in the first mile; that is, for fibre to the home (FTTH). This game is called the *first mile game*.

Towards Broadband Services

The current interactive information, communication and entertainment services are clearly formatted due to the limitations of the current networks. There will be a need to adapt the services much more to our normal human experiences: with interactivity, video content and audio which is close to reality. Technology developments such as the doubling of processing power roughly every 12

months, doubling storage capacity every 9 months and doubling the bandwidth capacity of fibres every 18 month enables this adaptation of the services to human experience. In order to experience these new services at home there will be a continuous growing need for broadband connections to the home.

Therefore, the vision is that an evolutionary changeover towards FTTH is inevitable. The development of broadband services and the use of them is heavily dependent on their broad and general availability. In greenfield situations new access systems can be implemented relatively easy; however, an evolution towards broadband access based on FTTH implementation only in greenfield situations will be too slow. Therefore, general use and acceptance of broadband services will only emerge when the existing networks are expanded with broadband functionalities to widen the base and interest in broadband services. Only in this way the content industry will have a broad market base, which will stimulate the development in broadband services. These broadband services will then stimulate the development of the customer interests in fibre-based broadband connections. In order to get this flywheel turning an integral vision and joint effort of government and the market is needed.

Owing to current financial situations, it is not expected that the telecommunications and cable operators will be in the forefront for new fibre solutions and therefore the vision is that by stimulating local initiatives, where customers, local governments, real-estate developers work together will be the most important driver towards the transition to fibre-based broadband access environments.

Local FTTH Initiatives

Fibre from the home

In the evolutionary approach, there will be local initiatives where users expand their connectivity towards the outside world with a broadband fibre connection. In our vision these local initiatives will reverse the access as being the last part of an existing network towards the first part of the connection from the user to broadband services (Figure 3). Therefore the abbreviation used is fibre from the home (FftH). In this way, users themselves create a platform where new service providers can compete

1) This phenomenon has been studied by the Expert Group Broadband²⁾, that has been instigated by the Dutch government and presented their reports to advise the new government in matters of broadband (30 May 2002)

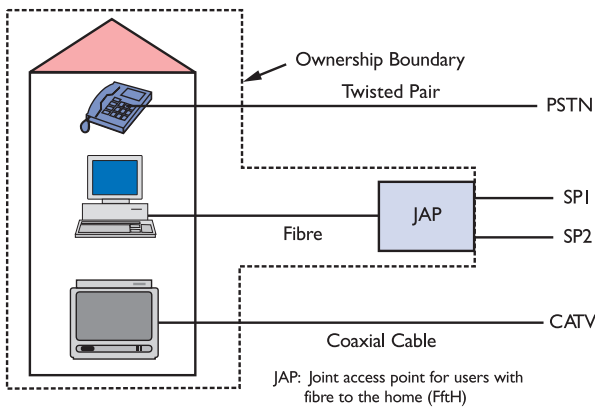


Figure 3: New ownership boundary for FftH.

on the service and content level, without a vertical integration on the local infrastructure part. Gradually, the existing CATV and PSTN services will then migrate or be replaced by new digital services provided via the new services operators.

An important role for the (local) government lies in the fact that these local initiatives only will take off when in these areas users are stimulated to join the local initiatives by enabling these platforms with legal and financial support. Only by this form of demand generation will these initiatives create enough support to justify the additional investments.

Revenue streams

By introducing FftH networks owned by the end-user (directly or indirectly via local organisation) the end-user would pay a fixed monthly fee, based on the installation and a low operational fee for maintaining the first mile. This is an additional fee to be paid by the customer; however, the new services provided by the new service providers can be cheaper, because the local access component is no longer a part of the service fee. In greenfield situations the new fee for the home owner could be low, if the fibre connection is presented as an integral part of the building. In this way the price of the building will be increased with a very low percentage.

The new fee for the FftH will be fixed and should be relatively low because in the evolution phase this will be an additional cost above the costs for access of POTS and CATV. Gradually, these services will migrate to the FftH and the total costs for these services will decrease.

So in the end the end-users will pay, in some way, the costs of the access directly, and they will pay the service provider for the transport services, the end-to-end service creation and the content. In some cases they will pay the content providers directly. (Figure 4) However, in the end they will pay all the costs for providing the services, in the same way they do today, with the difference that the costs of the access network is fixed and transparent and separated from the other costs.

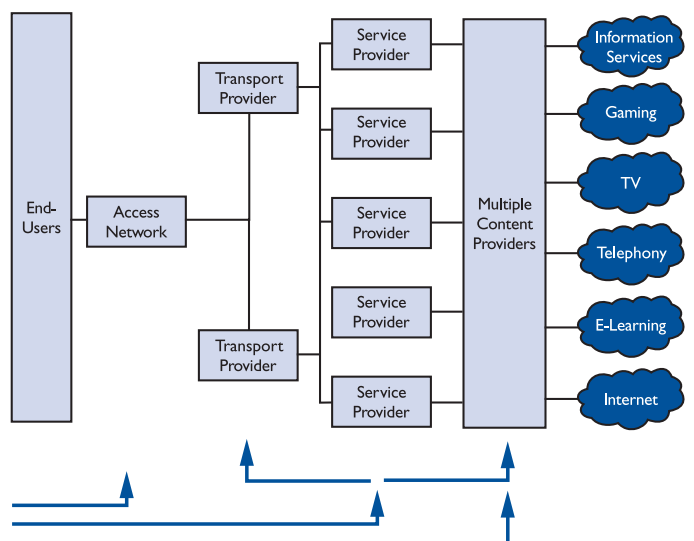
Making Local Initiatives Possible Technological challenges

A challenge that all local initiatives will face, besides all organisational and commercial issues is the question, how should the physical infrastructure be implemented regarding issues like architecture, technology and implementation of operations and maintenance (O&M). There are many implementation questions to be solved. All the choices interact with each other. The challenge is to balance the initial investments versus long time operational costs during the lifetime of the system. Installing cheap fibre will for instance allow for low initial investments, but will require the replacement of the fibre after some years because of the growing bandwidth demand.

Architectural designs issues

There are different network architectures that can support FftH. Different layers can be distinguished and these layers will have different lifetimes:

Figure 4: Revenue streams paid by end-user.



Layer	Duration of life
Ducts/tubes	30–40 years
Fibre(s)	10–15 years
Transmission equipment (CO and CPE)	3–5 years

For every layer choices have to be made on issues like topology and item specific characteristics.

For example, for the first years multimode fibre could be enough for 10 Mbit/s and will be relatively cheap. However, during the lifetime of ducts/tubes they probably need to be replaced to cater for higher bandwidths: this requires a duct/tube system that allows for easy replacement (retracting and blowing) of the fibres. Another question is whether we need tubes with diameters to cater for more fibres or will we also use in future only one?

Also the topology on the different layers has to be selected: We could build the duct/ tube with a tree-shaped topology, implement in this duct/tube layer a star-shaped fibre topology and create logical rings on the transmission level. Changing the topology in one layer after some years due to new technological developments will have a major impact or will be restricted by the other layers. Currently, there is not one preferred solution to implement FftH. This will lead to many different implementations leading to considerable and unnecessary costs.

Current systems under discussion

Above the passive physical layer the active components play a major role in the costs of the FftH solution. Many different solutions can be defined and are under development. A basic solution is creating point-to-point connections between the homes end the access point.

One major development is the standardisation of IEEE 802.3ah Ethernet for the first mile. The goal is 'to expand the application of Ethernet to include subscribed access networks in order to provide a significant increase in performance while minimising equipment, operation and maintenance costs.' This standard will specify the link layer and will allow for different fibre topologies and copper solutions. In this way this standard will cater for different topologies (for example, point-to-point and passive optical networks). The IEEE 802.3ah standard is expected to be finalized Q4-2003.

Need for one standard and possible road map for the three layers

From the above mentioned developments one may conclude that many developments are going on allowing for many options in the implementation of FftH, allowing for different implementation on the different infrastructure levels. These developments, however, limit the speed of implementing local initiatives for FftH. Besides the discussion on how to finance and organise the solution, many choices have to be made on the physical implementation of the passive and active components of the access network. In order to stimulate the developments on local FftH initiatives therefore there is an urgent need to create standards and roadmaps to overcome these problems in such a way that solutions can be implemented today.

Operational challenges

When creating local initiatives with FftH solutions, another challenge will be to exploit the local infrastructure in an economical way. The traditional (CATV and PSTN) networks have been operated for many years. Operating and maintaining these networks is cheap owing to their scale and the experience built up over many years. The local initiatives will have to set up (new) processes and procedures for maintaining the FftH network and delivering the new services with the expected quality of service. Operating access networks for local initiatives will require setting up a relative large operational organisation: Owing to the 7×24 economy there is a need for a 7×24 manned network operating centre—in the first years many personnel will be involved for a relatively small number of customers. Outsourcing these O&M activities to specialised companies will be one of the ways to overcome this issue; however, it will increase the managerial complexity.

Managing the FftH access network will require also clear O&M interfaces with the network operating centres of the service providers in order to be able to manage the end-to-end services the end-user is interested in.

Financial Portfolio

In the Netherlands different local initiatives are emerging. Based on the work done in these initiatives some first indications have been extracted on the required investments and operational costs for these FftH solutions.

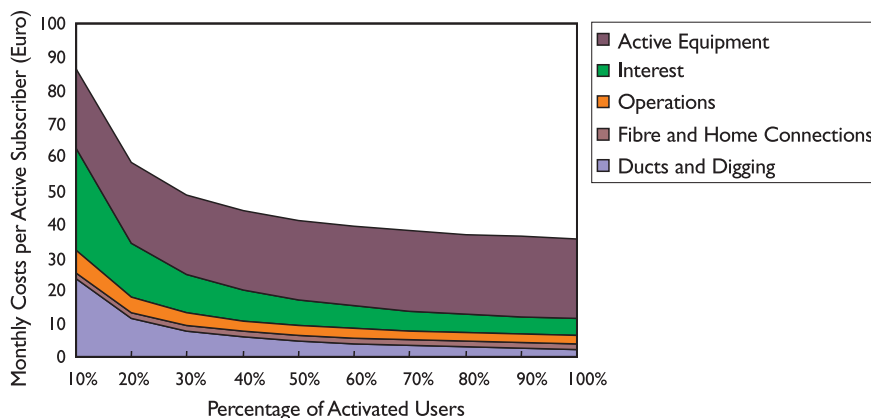


Figure 5: Costs of FftH, depending on number of active users.

The price indications are based on the following assumptions:

- Several thousands of installations in highdensity urban areas, star-shaped networks, with pre-installed tubes-based ducts, single-mode fibre and PSTN and CATV network through existing infrastructure.
- Passive network: e700–1100.
- Active network: e500–800.

Based on these figures the monthly cost per user has been calculated. Since the basic infrastructure and the interest are based on installing FftH in a whole area, the costs per household depend on the percentage of active customers. (Figure 5.)

Looking to current user acceptance, users currently seem to accept paying a fee for broadband access of around €50 per month. From the above first calculations indicate that FftH local initiatives may be possible if at least 30% of the households in the defined area are willing to participate. Therefore we conclude that there will be a need for demand generation, based on stimulation of local governments.

Conclusions

Broadband and FTTH are unavoidable evolutionary steps that will take place in the coming 15 years. They require a different business and organisational approach. Functional and role decomposition will occur in the value chain of the first mile. This will result in challenges to solve not only service and technological problems, but above all to find new ways to deal with the managerial complexity. Local authorities will play a role in the new value chains and stimulate and concentrate

demand in their cities. A monthly fee of around €50 will then become possible if the end-user is actively involved in fibre from the home.

References

- [1] BASTIAANSEN, HARRIE, et al. NextGeneration Networks. Congress Proceedings, FITCE 2001, Barcelona.
- [2] Nederland Breedbandland. Proposal to the government from the broadband expert group. <http://www.expertgroepbreedband.nl>.
- [3] IEEE802.3ah: Ethernet in the First Mile. Task Force IEEE.

Biographies

Prof. Dr. Ir. N. H. G. Baken
KPN Telecom
P.O. Box 30.000
2500 GA Den Haag
The Netherlands
Email: n.h.g.baken@kpn.com
Tel: +31 70 343 9137
Fax: +31 70 343 6479



Nico Baken received his graduation of the Gymnasium β in 1973 and graduated, cum laude, in mathematics at the Technical University of Eindhoven in 1981. In December 1982, he joined the PTT Research Neher Laboratories where his main research interest concerned fibre optics and the propagation characteristics of integrated-optical waveguides embedded in stratified media. Through this work he became involved in the European research project COST 216: 'Optical Switching and Routing Devices' and the project RACE 1019: 'Polymeric Optical Switching'. He published over 20 papers, holds several patents and won two prizes for his scientific work. He completed his

scientific career at the Neher Laboratory with a Ph.D. from the University of Delft at the department of Electrical Engineering. In April 1991, he started working at PTT Telecom, Network Services, at first, within the strategy department. In 1995 he became senior project manager for the development and implementation of fibre in the local loop in the Netherlands. At the end of 1995 he was asked to prepare the introduction of asynchronous transfer methodology within NWD through organising a large research programme, national and international projects. In 1996 he became involved in the initial plans of Het Net1, and the start up of the Internet services business unit. At the end of 1998 he became line manager for a group of senior architects for broadband access and IP, involved in designing the multi-service platform for KPN within the Network Design department. Next, he became involved in the strategy and operational plans for broadband and FTTH and the Kenniswijk projects. In 2001 he was appointed as a part-time professor at the Technical University of Delft at the faculty of Electro Technology, department Telecommunication. Momentarily, he also participates in an expert group to advise the government in ICT and broadband matters.

Ir. W. van der Bijl:
Cap Gemini Ernst & Young
P.O. Box 2575
3500 GN Utrecht
The Netherlands
Email: wim.vander.bijl@cgey.nl
Tel: +31 30 689 6797
Fax: + 31 30 689 6565



Wim van der Bijl graduated in Electronic Engineering, section telecommunications, at the University of Delft in 1982. From 1982– 1989 he worked at KPN Research in the area of digital transmission and digital switching. In 1989 he joined KPN Telecom where he was first involved in work on the introduction of fibre in the local loop and went on to different roles on the development of new services within KPN. From 1993–1998 he was responsible for setting up business-oriented research programmes within KPN Research. In 1998 he joined KPN Telecom again as programme manager responsible for the roll-out of the ADSL network in the Netherlands. In 1999 he left KPN and started as a technology consultant on broadband networks within Cap Gemini. He is currently within the Network Infrastructure Solutions department of Cap Gemini Ernst & Young where he is responsible for a team of network consultants specialised in designing and building (IP) networks and he also acts as principal consultant. Within Cap Gemini Ernst & Young he has worked on a business case for a FTTH concept and currently he is responsible within a large retail organisation for the WAN and expansion of this network with ADSL functionality for smaller shops.



Building services on heterogeneous networks

Frank Kroon

The dream of one single universal mobile telecommunications system turned out to be a dream. Reality is that there are a number of discrete network services. The key challenge for service providers is to turn these heterogeneous network platforms into one homogeneous connectivity service platform. The demonstration of such a platform and the investigation of research issues related to efficiency, cost and a highest possible degree of transparency for the user comprise the first research area of the Next Generation Networks initiative (NGN).

The second research area concerns the study of issues of service discovery and provision over an integrated network platform described previously. Existing service discovery standards were designed for use in intranet environments and are thus inappropriate for use in an integrated environment of global scale. Issues to be investigated include overcoming the heterogeneous nature of multi-service networks for the provision of transparent service discovery as well as mechanisms for automatically configuring elaborate request service packages.

User Requirements

End-user

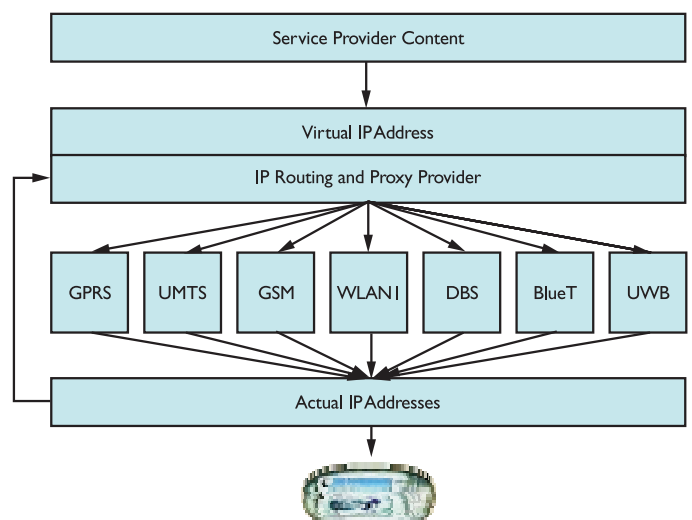
A user will start the selection process of network services by expressing the desire to obtain a service. Services can be anything between reading email, getting route guidance, or requesting a list of available services (a service directory).

The following list of criteria has been generated that end-users will use to select a connection:

- *Service availability* over the connections available. This provides a service offer assessment (is it possible to obtain the service?).
- *Price per unit of measure*, most likely in bits or bytes. This provides a total cost assessment.
- *Bandwidth*—number of bits or bytes per unit of time. This provides a minimum service transaction duration assessment.
- *Stability* and/or *availability*—what is the expected availability during the time an activity is in progress. This provides a service completion expectation assessment.
- *Priority*—instantaneous access to information the moment that information surfaces (breaking news) will be more expensive than a delayed version of it. The customer determines when and how—and thus at what cost—the information is made available.

Please note that the user will not need any understanding of bandwidth, but will probably express a desire to obtain the service within a specific timeframe or within a specific response time. Based on the content required (amount of data) to deliver the service, bandwidth requirements can be derived. Users would like to stay unaware of the networking technology (Figure 1); they have no preference for GPRS, UMTS or 802.11b. Providers should understand the level of ambition of their subscribers.

Figure 1: Multi-network roaming.



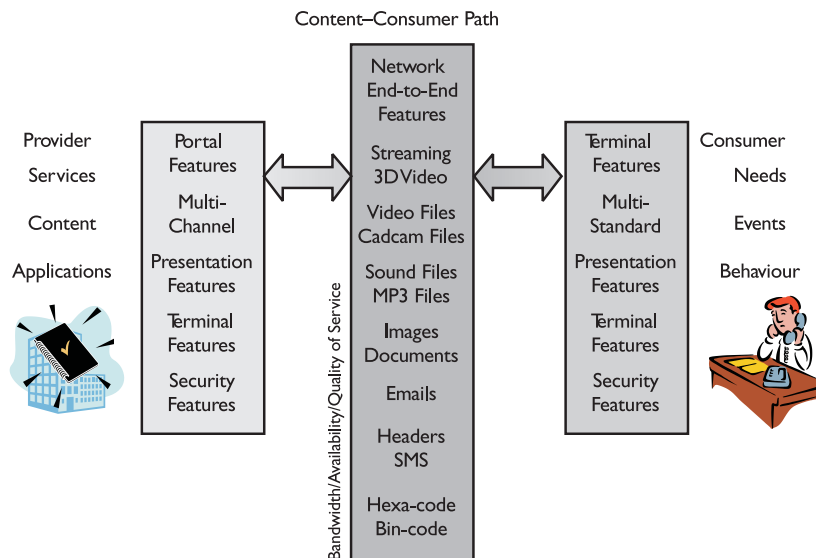


Figure 2: Communication and service path between end-user and service provider.

The criterium on stability and availability has been added in the assumption that a user can be mobile in a fixed location (that is, is not physically moving), or can be mobile in a continuously changing location (that is, in a vehicle like a car or train). In the first situation the stability and availability of a connection can be based upon an actual measurement: what is the measured transmission gain on several channels and how well is the reception between my transceiver and the other transceiver. If the user is in a moving vehicle, the appropriate channels for selection are only those that will remain available during the period required to fully comply with the requested service (that is, complete the transaction). Obviously, virtual availability is possible if sessions between the user device and the service provider are set up in such a way that handover between connection channels is transparent.

If more options are available to provide the service, the user will either manually select the connection path or a selection is provided based on the user profile, containing selection preferences. Most likely this is lowest price and then best performance (speed), in that order, but this must be based on an individual user preference which can even vary due to context (for example, in the case of an emergency). Lesser importance of—just in time—delivering could focus to lowest price. Guarantee of delivering will be more important than best performance. High priority of contact could even overrule the best performance. Broadcasting too many

advertisements could result in users choosing other options to fulfill their communication needs.

Application service provider

The application or service providers have an increasing challenge to deliver their services to users using a wide range of terminals and network services (Figure 2). For both terminals and network services it is essential that service providers develop auto-sensing and auto-adjusting delivery capabilities to deliver their services to the end-users.

The communication value chain is traditionally defined as a sequence of activities that form and add value to a product. Porter's well-known value chain describes the internal processes of a company. However, it is also possible to use a value chain to describe the activities that take place as a product passes through different actors in the market, on the way to the end-user. For next generation networks (NGNs) the situation is more complex. Instead of using a traditional sequential view of the value chain, I use a more dynamic representation of the current value creation process. Because market conditions are changing rapidly, players in the value chain are constantly repositioning themselves in their market areas and/or moving to or between different market areas. It is difficult for a single company to offer end-to-end solutions on its own to customers, which means that partnerships are crucial to their survival. Companies are tangled in a complex network of interrelationships, which can be visualised as a value-

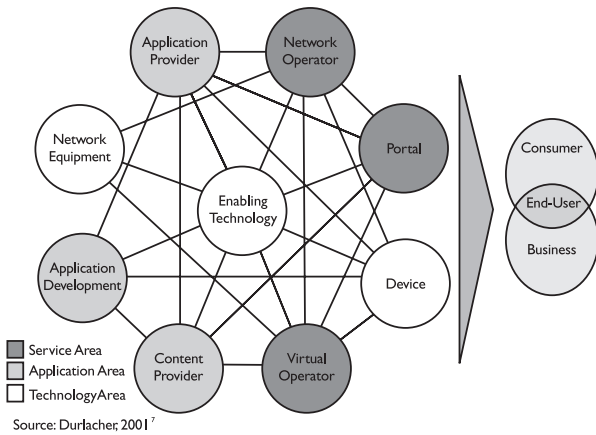


Figure 3: Mobile value web.

creating network: the mobile value network as indicated in Figure 3.

Service providers as well as end-user applications will have to support spontaneous channel selection capabilities to provide a flexible front-end presentation towards the user. Partially these capabilities have been standardised, like user agent profiling (WAP), MIDP (Java), DAML and UDDI. Information will have to be generated based on XML and be

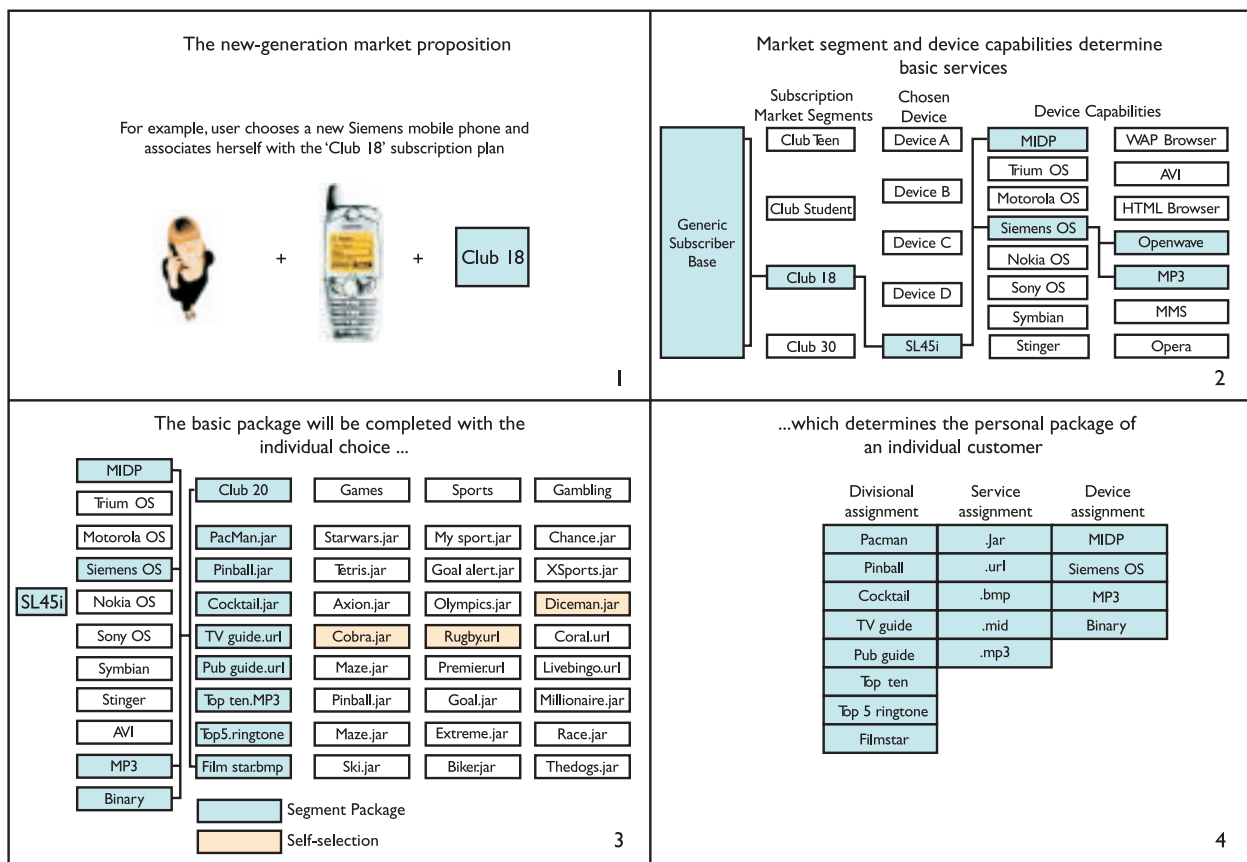
pushed out to the user device based on the capabilities of the terminal and the connection.

Mobile service provider

The mobile service provider of the future will be a broker of mobile networking technology. Besides the more traditional telco-based services like GSM, GPRS and UMTS there will be a range of additional services like wireless LANs (WLANs), Bluetooth, UWB and HiperLan. As generally the available bandwidth is the inverse of the coverage, the communication requirements will have to be met by providing transparent access to multiple services. In hot spots, services like WLAN will be used, while in rural areas the only connectivity available will be limited to GSM/GPRS.

Mobile operators can leverage their customer relationships, their billing and customer care capabilities and their experience in setting up multi-lateral roaming arrangements to offer seamless networking service to their clients, incorporating both their own public licensed networking capabilities as well as local high-speed networking services.

Figure 4: The personalised and terminal sensitive service offering.



The critical success factor for service providers will be how well they are able to meet the requirements from the individual customers. The four panels in Figure 4 show the way services are personalised to be aligned with an individual customer as well as to the capabilities of the terminal.

The difference between previous mobile networks and NGN is in the value proposition and the increase in complexity to create this value. The difficulty for the mobile communications industry is that there is no dominant platform for NGN services or applications. Construction of a certain platform is highly complex due to the complexity of the technologies, the convergence of industries and markets.

Value proposition

The value proposition of 2G is based on connectivity between two telephones. The connection type is peer-to-peer. The resources to establish this connection are solely controlled by the mobile network operator (MNO). The success of mobile connectivity made the penetration rate rise very sharply for a couple of years until last year. In the second quarter of 2001, sales of mobile phones stabilised and so did the penetration rate of mobile users. Aspects common to a situation in a market where sales and market growth stabilise often enhance competition, and aggressive pricing strategies are used if clear value difference between competing products is absent. In our case, the value proposition becomes less visible to the customer and the mobile phone becomes a commodity item. For example, for most mobile users it does not matter which operator they use, they offer almost the same services and quality. Connectivity became a commodity service and as a result offers declining competitive advantage. Differentiation is more difficult to establish, which causes prices to decrease if market growth slows down. This explains the decrease of the average revenue per user (ARPU) that the reviewed research reports and the RSM conference on m-commerce showed as a major issue for the whole mobile communications industry.

NGN offers a different value proposition: instead of offering connectivity to another user, it offers connectivity to a network of users. The value proposition shifts from connectivity to access to services. Information anywhere, anytime may be the new value proposition. Getting the information to

the user, who perceives it as valuable and therefore is able to pay for it, is a more complex task than the current 2G-business model. The difference has several aspects; crucial is the way the value is delivered by making use of a more dynamic and fragmented value chain.

The economics of the value of information anytime, anywhere can be explained with transaction costs theory. Transactions costs theory as developed by Williamson (1975) is based on the critical dimensions of a transaction. Transactions costs theory is initially designed to explain why certain transactions are coordinated by market structures instead of organisational structures or visa versa. NGN makes the acquisition of information possible that otherwise would not be so easily acquired. The availability of information for the receiver is valuable, because the alternative is much more costly. The most valuable aspect of NGN is that the availability of information increases independent of location or time. To overcome the location or time to get hold of the same information represents the benefit. Saving time makes NGN services more valuable and for some situations invaluable, because it makes transactions possible which were not possible before.

Going forward

Users have slowed down or stopped the adoption of new technology gadgets. Operators launched new services like EMS, MMS, GPRS and iMode, but users are very slow in adopting the services. There are multiple reasons for this buyer's strike. To name a few:

- the economical climate worsened;
- the features didn't align with the level of user requirements; and
- the users are tired of adopting to new services—let the services start adopting to them.

Also with the new technologies there isn't such thing as a free ride. New services are targeted to increase the ARPU so users are facing one-off and recurring charges if they want to use the services. Wireless LAN technology therefore is probably facing a much easier adoption cycle. Users can start using the service within their own domain, without being faced with recurring charges for the usage. Once they are used to the technology within their own domain, they are more likely to subscribe to a

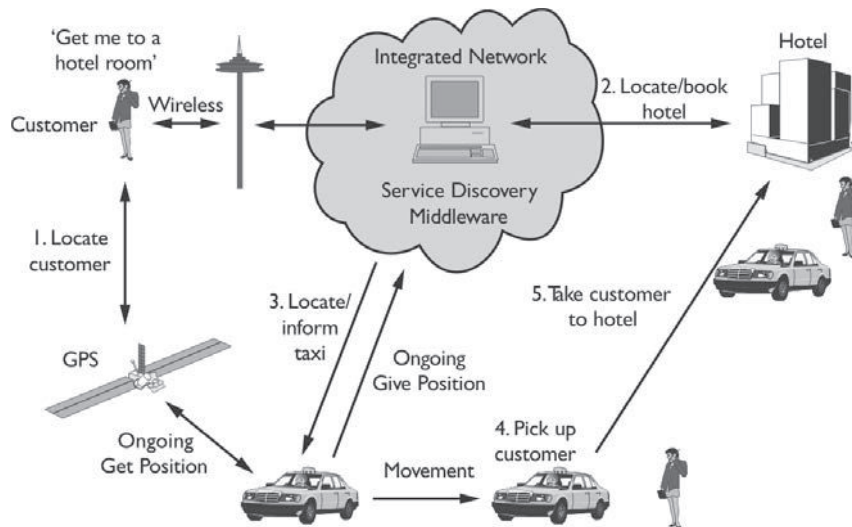


Figure 5: Full service hotel room reservation including taxi ride to the hotel.

service for connectivity outside their home domain.

Services in the NGN domain need to be adaptive. Support for different bearer network services is required, but more than that the service needs to adapt to the enduser in its offering.

The provision of the services will be equally transparent to the users and will require little activity on their behalf. Both the integrated network platform and the transparent service provision and discovery middleware on NGN make sure that all the different entities depicted in Figure 5 can find each other transparently and can proceed to communicate with the least possible difficulty and overhead.

The integration of existing services in a single package with the help of the technologies which have to be developed will be the basis for a whole new generation of mobile e-commerce services and a variety of new business models and business opportunities. Picture a traveller arriving at a foreign airport seeking accommodation. This person would probably appreciate a full service package that automatically locates a hotel room according to his/her specification or long-standing preferences (service location/ profiling). The system should inform the hotel and subsequently locate a taxi informing the driver of the traveller's location and preferred destination. The taxi driver could then pick up the customer and bring him to his/her hotel. This would be a very useful service for people trying to find their way around a foreign

environment where they possibly don't even speak the local language.

Service Discovery Mechanisms

The market for next generation network services is expected to be radically different from earlier generations, especially with regard to mobile communications. Availability of services and mobility support is now taken for granted. Simply adding mobility to data communications will no longer command a sufficient premium to justify the introduction of next generation services (NGS). NGSs will have to satisfy market expectations that are determined by developments in the fixed Internet as well as maintaining the benefits of user mobility. This means delivering contextual high-speed access to content. Contextual in this case requires that a user obtains a consistent behavioural experience of the serviceoriented NGS environment. In the highly controlled environment of today's service delivery mechanism, this is easily maintained through tightly constraining how and where services are made available. In the future informally peered environments service delivery will require adaptive and dynamic control at the edge and at client device level. Such control can be achieved only through deploying intelligent entities at that level, which can exploit domain and process knowledge to satisfactorily deliver the required services. Both access and content are perceived by consumers as low cost to obtain and access. Market expectations for 3G are related to 2G and wire-line communications. The next generation must deploy more sophisticated services and in a more sophisticated manner at not appreciably more cost (and

even for no direct charge) to be seen as offering sufficient justification for a user to upgrade and consume the services. The key technology in facilitating knowledge level intelligent service delivery is the ontological definition of those services, enabling the service descriptions to acquire a semantic layer to complement the existing syntactic layer. Ontology (and other, lesser, service description format) definition/content languages already exist.

UDDI

Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)⁵ is an initiative proposed by Microsoft, IBM and Ariba to develop a standard for an online registry, and to enable the publishing and dynamic discovery of web services offered by businesses, similar to a traditional phone book's yellow and white pages. UDDI uses existing W3C and IETF standards like XML, HTTP and DNS, but also makes use of early versions of the proposed Simple Object Access Protocol (SOAP), part of W3C's XML protocol activity. UDDI provides a registry for registering businesses and the services they offer, described according to an XML schema defined by the UDDI specification (like WSDL and ebXML). A web-service provider registers its advertisements along with keywords for categorisation and a web-services user retrieves advertisements out of the registry based on keyword search. The UDDI search mechanism relies on predefined categorisation through keywords and does not support semantic descriptions of services[†]. Businesses can be looked up by name or by a standard service taxonomy as is already used within the industry. UDDI attempts to cover all kinds of services offered by businesses, including those that are offered by phone or email and similar means.

WSDL

Web Services Description Language (WSDL)³ is an XML format for describing network services as a set of end points operating on messages containing either document-oriented or procedure-oriented information. WSDL is closely associated with UDDI as the language for describing interfaces to business services registered with a UDDI database. Like UDDI, WSDL does not support semantic description of services. WSDL focuses on the grounding of services and although it has a concept of input and output types as defined by XSD, it

does not support the definition of logical constraints between its input and output parameters. Thus its support for discovery and invocation of services is less versatile than that of DAML-S.

WSCL

Neither UDDI nor WSDL currently address the problem of how a service can specify the sequences of legal message exchanges (interactions) that it supports. The Web Services Conversation Language (WSCL) addresses this issue, providing an XML schema for defining legal sequences of documents that web services can exchange. WSCL is derived from the Conversation Definition Language (CDL) as defined in the HP Service Framework Specification (SFS)⁴. WSCL specifies the public interface to web services, it does not specify how the conversation participants will handle and produce the documents received and sent. A conversation definition is thus service independent, and can be used by any number of services with completely different implementations. A conversation developer (for example, a vertical standards body) can create a WSCL description of some conversation, and publish it in a UDDI directory. A service provider who wanted to create a service that supported that conversation description could create and document service end points that support the message sequencing specified by the WSCL document. Any software developer who wants to create an application using the published web service can download the WSCL files describing the conversations supported, and implement the necessary interactions accordingly.

E-speak

E-speak is an open software platform designed by Hewlett-Packard to facilitate the delivery of electronic services over the Internet. HP is currently collaborating with the UDDI consortium to bring E-speak technology to the UDDI standard. E-speak and UDDI have similar goals in that they both facilitate the advertising and discovery of services. E-speak is also comparable to WSDL in that it supports the description of service and data types. Unlike UDDI, which was intended to be an open standard from the beginning, E-speak was at first going to be proprietary technology and not interoperable. E-speak requires an E-speak engine be run on all participating client machines, and although E-speak is designed to be a full platform for

[†] It is possible to introduce semantics to UDDI by choosing a service description language like DAML-S.

web services and could potentially expose an execution monitoring interface, service processes remain a black box for the E-speak platform and consequently no execution monitoring can be carried out.

ebXML

Electronic Business XML (ebXML)⁸ is being developed primarily by OASIS and the United Nations, and aims to provide an open XML-based infrastructure enabling the global use of electronic business information built on three basic concepts:

- provide an infrastructure that ensures data communication interoperability;
- provide a semantics framework that ensures commercial interoperability; and
- provide a mechanism that allows enterprises to find each other, agree to become trading partners and conduct business with each other.

ebXML has the concept of a collaboration protocol profile (CPP), which allows a trading partner to express its supported business processes and business service interface requirements by other ebXML compliant trading partners. A business process is a set of business document exchanges between the trading partners. CPPs contain industry classification, contact information, supported business processes, interface requirements, etc. They are registered within an ebXML registry, in which there is discovery of other trading partners and the business processes they support (similar to UDDI). However, ebXML's scope does not extend to the manner in which the business documents are specified—this is left to the trading partners to agree upon through the creation of a collaboration protocol agreement.

ebXML approaches the problem from a workflow perspective; it uses two views to describe business interactions, a business operational view (BOV) and a functional service view (FSV). The BOV deals with the semantics of business data transactions, which include operational conventions, agreements, mutual obligations and the like between businesses. The FSV deals with the supporting services—their capabilities, interfaces and protocols. Although ebXML does not concentrate on only web services, the focus of this view is essentially the same as that of the current DAML-S effort.

DAML and DAML-S

The DARPA Agent Markup Language⁹ (DAML) is an extension to the Resource Description Framework (RDF), both of which exploit the XML language as syntax. It provides a rich set of constructs with which to create ontologies and to mark-up information so that it is machine readable and understandable. The DAML-based webservice ontology is called DAML-S, and it supplies web-service providers with a core set of mark-up language constructs for describing the properties and capabilities of their web services in an unambiguous, computer-interpretable form. The mark-up of web services in DAML-S facilitates the automation of web-service delivery tasks including: automated web-service discovery, execution, interoperation, composition and execution monitoring. DAML is modelled in the human and machine-readable XML format. However, unlike XML models that merely describe a valid data model for a particular structure, DAML employs the syntax to describe a rich and complex n-dimensional semantic map. The semantic map must, primarily, be parsed into memory so that the structure can be exploited in inductive inference mechanisms; secondarily, the elements described in the semantic map can be parsed into Java objects in order that they may be communicated and manipulated by machine processes. Such abilities require the use of APIs and libraries. Currently available are the DAML API, Redland, Wilbur, and Jena.

Summary of Benchmark and Roadmap Views

Integrated network platform

The lack of considerations for mobility management in the original Internet protocol design indicate that a mobile node would be reachable only as long as it remained within the boundaries of a given IP administrative domain (IP network). Should a mobile node change its point of attachment to another IP network, it would remain unreachable by all communication peers until it returned to its home environment. This significant restriction forces users to remain under the influence of a single service provider, or network technology (that is, GSM), in spite of utilising mobile, or portable devices. However, the availability of wireless and wire-line communication media will continue to increase accompanied by a plethora of access devices. In addition, the turn of operators towards licence-free frequencies³ and their even-

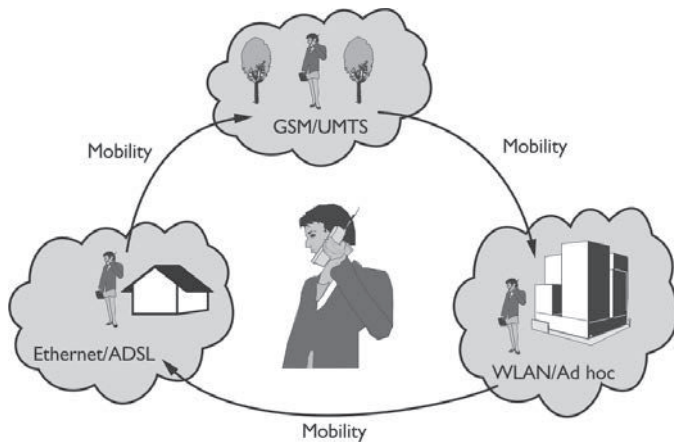


Figure 6: Integrated network platform.

tual congestion will lead to the realisation of alternative dynamics based on the common convention that users may utilise one another's resources to mutually form a dynamic network structure. This solution poses as a low-cost, high-complexity alternative to conventional systems, one that will dictate a significant shift in complexity from the network towards the end-devices. This will give rise to a new generation of user equipment with several access interfaces allowing simultaneous connectivity over a range of providers and technologies.

Moreover, the wide range of access devices will dictate the decoupling of users from the terminal equipment, be it mobile phone or PC. In that case, users will be able to roam between devices, even while communicating, without interrupting active connections. This will enable them to take advantage of the full capacity of each access device to increase efficiency and in a manner that matches their individual preferences. Moreover, it will provide the means for remaining always reachable (ubiquitous communication), as any available device in the vicinity of the user could be deployed to perform personal communications without further customisation.

However, as the original Internet protocol design did not include such considerations, any of the above-described cases would cause a violent break of all active communications. A solution to the problem of Internet mobility management is provided through mobile IP. For the issue of switching between devices while communicating, mobile IP (in either IPv4 or IPv6 context) may be used to maintain a single point of attachment to the Internet, after a switch between access devices has

been effected. However, further changes are required that involve: issuing a new process on the new device capable of undertaking the communication; transferring the state of the communication from the previous to the new device; adapt the communication at both ends and adapt the content to match the capabilities of the new device. That is, transferring a communication between a television and a mobile phone, as the user is leaving its house, might require the renegotiations of the content format as the new device might be unable to maintain the service provided by the previous one.

Security-related issues at the network level will also be investigated in order to determine how this technology may affect service discovery and determine potential extensions.

Within the above context, the following points are open:

- Development of a transparent solution in the form of middleware based on IP mobility and the upcoming IETF standard for ad-hoc network support that will enable the realisation of an integrated network platform which will incorporate every available wireless (for example, GSM, GPRS, UMTS, IEEE802.11a/b, HiperLAN2, et.) and wire-line access technology that is able to support Internet services. The usage of industry standards is imperative to ensure highest compatibility and industry acceptance.
- Investigate new algorithms for efficient manipulation of available access interfaces with respect to user profile and active communications. That is, for the resolution of multimedia services, preference should be given to the interface with properties that best support the application.
- Investigate how mobility between devices while communicating can be realised based on the current Internet specification. The focus will be on determining in which ways the original protocol design needs to be extended.
- Evaluate existing proposals for Internet-compatible ad-hoc networking and determine how such organisations can be included in future integrated network platforms.
- Location-information-assisted mobile IP handovers: Currently, mobile IP handovers are managed by mechanisms (movement detection methods)⁴ that are based either on the evaluation of the received wireless signal quality, or on periodic advertisements (beacons) that are

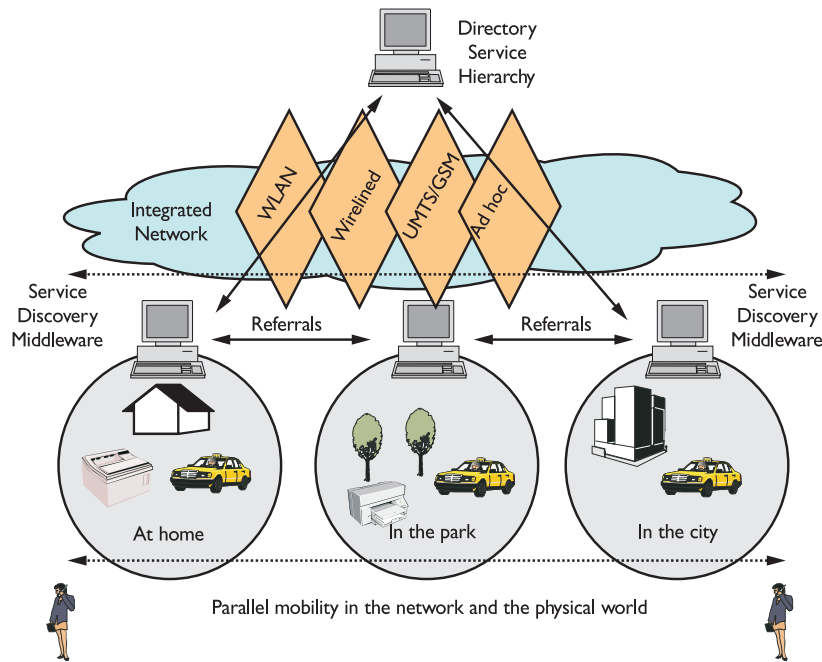


Figure 7: Different planes of integrated networks.

broadcasted by mobile IP mobility agents. Each of these mechanisms is associated with a given period of network service disruption.

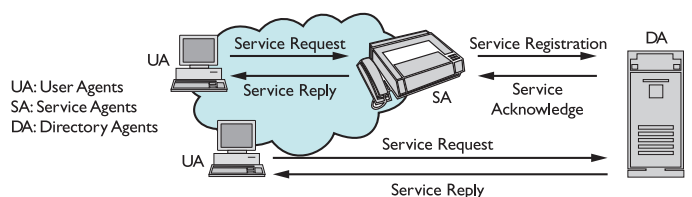
Transparent service discovery and provision

Integrated networks as a conglomeration of a range of heterogeneous access networks (terrestrial and satellite, mobile and fixed, wireless and wire-line, symmetric and asymmetric, public and private) have certain characteristics that, on one hand offer new opportunities, but on the other impose new restrictions and make use of established service discovery technologies. Such platforms are composed of multiple technologies with very different basic features. Given the fact that integrated platforms present a seamless facade to the user regardless of the nature of the underlying layers, it is easy to assume that applications will not have to distinguish between different networks any more and that arbitrary services will be reachable ubiquitously. This however is not the case even under the unifying blanket of the Internet protocol.

A major issue with integrated network platforms is in fact, that different segments of such a platform that happen to operate on different network technologies effectively constitute different Internet administrative domains, termed here as *planes*⁵ (Figure 7). Two users standing in the same room accessing the network via different planes may need to traverse vast ranges of Internet fabric in order to reach each other. That is, two neighbour-

ing points in the physical world can be as removed from one another as possible in the Internet. This effectively demonstrates the discrepancy between the virtual world of the Internet and the physical world. A major requirement of service discovery on integrated network platforms is therefore the transparent bridging of the gap created by the discrepancy between locations in the physical world and locations in the virtual world of the network. The implementation of a solution capable of realistically achieving widespread acceptance depends on the utilisation of widely accepted standards as building blocks. Internet standards in this area capable of providing mechanisms relevant to service discovery include the Service Location Protocol (SLP)⁶ (see Figure 8), the Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)¹ and the Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)² all of which operate on different layers. These protocols cover basic requirements of service discovery such as a means to specify the required service and formulate queries as well as ways for locating and communicating with the appropriate service pro-

Figure 8: User agents, service agents and directory agents.



vider. Service discovery functionality as specified by these protocols however focuses on intranet resource discovery.

The actual discovery of the requested services is accomplished in two separate ways, either by directly contacting a known address that can supply the client with information on the available services (LDAP)¹, or by broadcast. Broadcasts can be either focused on the local network (DHCP)², or use mechanisms like multicast (SLP) to reach a much larger group of service agents without the need for predefined addresses.

References

- [1] HOWES, T. The String Representation of LDAP Search Filters. RFC 2254, Dec. 1997.
- [2] FIKOURAS, N. A.; GORG, C.; and FIKOURAS, I. Achieving Integrated Network Platforms through IP. In: Proceedings of the Wireless World Research Forum (WWRF) Kick-off meeting, Munich 2001, Germany.
- [3] Web Service Definition Language Home page. <http://www.w3.org/TR/wsdl/>.
- [4] COVER, ROBIN. Web Services Conversation Language (WSCL). 12 January 2002. <http://xml.coverpages.org/wscl.html>.
- [5] UDDI home page. <http://www.uddi.org/>
- [6] GUTTMAN, E.; PERKINS, C.; VEIZADES, J. and DAY, M. Service Location Protocol, Version 2. RFC 2608, June 1999.
- [7] Mobile Commerce report. Durlacher Research Ltd., 2001.
- [8] ebXML Home page. <http://www.ebxml.org/>
- [9] DARPA Agent Markup Language home page. <http://www.daml.org/>.

Biography

Frank Kroon:
Cap Gemini Ernst & Young
Daltonlaan 100-700
3584 BJ Utrecht
The Netherlands
Tel: +31 30 689 6797
Mobile: +31 651 500 835
Email: frank.kroon@cgey.nl



Frank is Principle Consultant and Project Manager for Cap Gemini Ernst & Young Network Infrastructure Solutions. In this role he is responsible for developing architectures for (mobile) Internet services and managing the implementation of these services. In recent assignments he has worked with Vodafone, Telfort, BT Genie, Sonera Zed, Completel, Viag Interkom, Planet Media Group, AuraServ and Stibbe in Europe, USA and Asia. Key objectives in these assignments were to prepare these companies for a successful and lasting presence in the new networked economy. For the European Community he is part of the team working on the Next Generation Networks Initiative. Prior to this he worked for BT as the Service Delivery Manager where he was responsible for organising and delivering BT's global portfolio. He also developed customer support capabilities for the new Dutch telecommunications operator Telfort. Frank started his employment with Cap Gemini in 1985 and stayed for six years before becoming self employed as a corporate IT and network consultant. He has a Bachelor of Science in Mechanical Engineering and has attended International Programme and Project Management School.



Dr. ir. H C.A. van Duuren (1903-1981) en foutvrije digitale radiocommunicatie

ir. J. van Duuren

E-mail: joanduuren@hetnet.nl

In de vorige eeuw speelde Nederlanders een grote rol in het pionierswerk op het gebied van digitale radiocommunicatie. Over opzienbarende successen behaald door Dr. ir C. J. de Groot, direct na de eerste wereldoorlog, werd reeds uitvoerig in het tijdschrift van het NERG. (Nr. 3 1991) bericht door ir. J.M. Brans. Als eerste lukte het de Groot met geïmproviseerde middelen een radiotelegrafieverbinding tussen Nederlands-Indië en Nederland (ongeveer 12000 km) tot stand te brengen. Dit gebeurde in een periode dat vele wetenschappers en technici de overtuiging verkondigden dat 4000 km de maximaal te overbruggen afstand met radiogolven was. Met recht kunnen we dus dr. de Groot als een belangrijke pionier zien. Het artikel van ir. Brans leest als een avonturenroman en is zeer de moeite van het herlezen waard.

Het is dit jaar op 24 november 100 jaar geleden dat een andere pionier op het gebied van digitale radiocommunicatie geboren werd: Hendrik C.A. van Duuren. In het tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap N.R.G. (de voorloper van het NERG) publiceerde dr.ir. H.C.A. van Duuren, inmiddels NRG-lid, een artikel over de apparatuur waarmee hij de meeste bekendheid verwierf, ook buiten Nederland, de TOR. Zijn artikel: "Typendruktelegrafie Over Radioverbindingen (TOR)" verscheen in Maart 1951 in Deel XVI van het tijdschrift. In het tijdschrift van het Nederlands radiogenootschap ter gelegenheid van het 40 jarig bestaan van het NRG in 1960, wordt enkele malen aan het onderwerp TOR gerefereerd (Pag. 201, 219, 222). Bovendien is pagina 249 geheel gewijd aan de uitreiking van de dr. De Groot plaqueette aan dr. ir. H.C.A. van Duuren. Deze uitreiking vormde het sluitstuk van het jubileumbezoek van het NRG aan het Philips' Natuurkundig Laboratorium. Deze bronzen plaqueette is genoemd naar de hierboven eerder genoemde pionier dr. C. J. de Groot.

De bekendheid die dr. ir. H.C.A. van Duuren, vader van de auteur van dit artikel, in het buiten-

land verwierf moge blijken uit het feit dat de Amerikaanse ingenieurvereniging IEEE in zijn proceedings of the IEEE, Vol. 89, no. 10 van October 2001 een artikel over hem opnam in de rubriek "Scanning our past". Het artikel is getiteld "Fault-Free Digital Radio Communication and Hendrik C.A. van Duuren". Het lijkt logisch om wat jongere NERG-leden die dit verleden niet zelf van nabij hebben meegemaakt te informeren over dit 100 jaar geleden geboren NERG lid en zijn vele uitvindingen. Enkele van deze uitvindingen bevatten ideeën die de basis vormen voor vele huidige datacommunicatiesystemen. of zouden misschien nog hun nut kunnen bewijzen bij het verbeteren van deze systemen.

In 1928 startte H.C.A. van Duuren zijn loopbaan bij de Nederlandse PTT in het Radio laboratorium in Den Haag. In 1931 werd hij benoemd als hoofd van het Radio ontvangstation NORA in Noordwijkerhout. In 1937 kwam daar ook het toezicht op het radiozendstation Kootwijk bij.

In 1954 werd mijn vader benoemd tot directeur van het Centrale laboratorium van de PTT, het Dr. Neher laboratorium (292 Personen). Zowel voor die tijd als daarna zijn veel van zijn uitvindingen geöctrooieerd. Na zijn overlijden in 1981 vond ik een dertigtal patenten tussen zijn papieren. Aan de hand van referenties in deze patenten en in andere literatuur ontdekte ik dat het er veel meer moesten zijn. Uiteindelijk na een lange speurtocht heb ik er meer dan 120 kunnen traceren. Voor een klein deel betreft dit ook wel vertalingen van oorspronkelijk Nederlandse octrooischriften. Toch vond ik ook originele Amerikaanse patenten. Totaal vond ik 23 US patents en 64 Nederlandse octrooien. De overigen waren vertalingen tot Duitse, Engelse, Franse Zweedse, Zwitserse, Japanse en Deense patenten. Tot mijn verrassing bleek ongeveer de helft van alle patenten van na zijn pensionering te dateren. Een groot gedeelte van deze octrooien verwierf hij samen met Herman Da Silva, ook bekend in NERG



De voorzitter van het Bestuur van het Dr. de Groot Fonds overhandigt de Dr. de Groot plaquette aan Dr. Ir. H. C. A. van Duuren. (v.l.n.r. Mevr. van der Toorn, Dr. Ir. van Duuren, Ir. van Rijsinge, Prof. Dr. Casimir)

Uit het Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap,
deel 25, 1960.

kringen. Mijn vader vertrouwde mij een keer toe dat hij blij was ontheven te zijn van alle verplichtingen die zijn directeurschap met zich meebracht. Achteraf begrijp ik nu beter dat zijn passie vooral lag bij het bedenken van technische verbeteringen. Na zijn pensionering in 1968 kreeg hij daar uiteindelijk alle tijd voor.

De beginjaren van de telegrafie

Wat velen niet meer beseffen is dat telegrafie de oudste vorm van telecommunicatie is, van ver voor de komst van de telefonie. Het alleroudst zijn de optische vormen van telegrafie. Later werden vooral bovengrondse koperdraden toegepast voor het overbrengen van elektrische telegraafsignalen. De eerste telegraafverbinding over een *flinke afstand* werd in gebruik genomen in 1787 tussen Madrid en Aranjuez. De telefonie werd pas in 1876, dus bijna een eeuw later, uitgevonden door *Alexander Bell*, die hiermee toen de afstand tussen twee kamers wist te overbruggen

In 1837 werd de methode van telegraafsignalen overbrengen wereldwijd gestandaardiseerd met de komst van de *Morse Code*. Deze code kent voor elke letter van het alfabet een combinatie van korte en lange signalen, punten en strepen genoemd. Deze code was kort voor veel gebruikte letters zoals de "e", die weergegeven werd met één enkele punt. Hoewel deze code uiterst efficiënt was leende deze zich minder voor automatische systemen. In

1874 volgde er een code van een vaste lengte, altijd bestaande uit 5 eenheden (geen of wel stream). Dit levert 32 mogelijke signalen op. Voor het alfabet is dit genoeg. Voor leestekens en cijfers wordt dezelfde codeset gebruikt nadat met een in de set daarvoor gereserveerde code is aangegeven dat nu de tweede set van tekens gebruikt moet worden. Van de 32 mogelijke combinaties worden er dus twee opgeofferd voor de zogenaamde letter-cijfer wisseling (vice versa). Deze code heet de *Baudot code* en heeft het voordeel dat deze code zich leende voor het maken van via de telegraaflijn bediende schrijfmachines; *teleprinters of verreschrijvers* genoemd.

In 1901 toonde *Guglielmo Marconi* aan dat het mogelijk was om telegraafsignalen ook over een grote afstand draadloos over te brengen met een verbinding tussen Engeland en New-Foundland. Deze draadloze overdracht gebeurde nogal primitief door met een flink vermogen storingen op de wekken met een Vonkzender. Voor telegrafie was dit in principe wel bruikbaar. Voor telefonie leenden deze vonkzenders zich niet.

De Nederlander *Cornelis J. de Groot* is beroemd geworden omdat hij de eerste was die systematisch de radiogolfvoortplanting (propagatie) over lange afstanden (tot 1600 km) in de tropen heeft bestudeerd. Hij toonde aan dat de propagatie in de tropen aan heel andere wetmatigheden onderhevig is dan de propagatie ver van de evenaar. Bovendien bewees hij dat de heersende mening dat radiopropagatie over afstanden groter dan 4000 km onmogelijk is, niet juist is. Hij bracht in 1919 een duplex (in twee richtingen) radiotelegrafie verbinding tussen Java in het toenmalige Nederlands-Indie en Blaricum in Nederland tot stand. Dit was een unicum in de wereld, deze verbinding over een afstand van ongeveer 12000 km. Hiervoor waren wel zenders van groot vermogen nodig. Op Java moest De Groot zelf een waterkrachtcentrale aanleggen voor het opwekken van de benodigde elektriciteit. In 1928 startte ir H.C.A. van Duuren zijn loopbaan bij de Nederlandse PTT. Als chef van het radio ontvangststation NORA bij Noordwijkerhout bracht hij talloze verbeteringen aan antennes en ontvangapparatuur aan om de kwaliteit van de radiotelegrafieverbindingen te verbeteren. Met deze verbeteringen kon echter nooit een volkomen foutvrije overdracht van berichten bereikt worden. Daarom moest er een andere oplossing gezocht worden. Deze wetenschap leidde in 1937 tot een patent op een systeem voor automatische foutdetectie en foutverbetering na een automatisch ver-

zoek om herhaling (ARQ). Na de 2e wereldoorlog in 1947 resulteerde dit in op dit principe gebaseerde apparatuur, later de TOR (Telex /telegrafie over Radio) genoemd. Deze TOR apparatuur is jarenlang overal in de wereld in gebruik geweest op radioverbindingen.

De uitvindingen van ir. van Duuren in de jaren voor de uitvinding van de TOR

Van voor de 2e wereldoorlog vond ik een dertiental octrooischriften met als uitvinder ir. van Duuren. Een vijftal hiervan draagt ook de naam van zijn toenmalige assistent Arjen Bakker. Voor een deel betreft het verbeteringen van in buitenlandse octrooien beschreven apparatuur. Zo bleek in de praktijk de destijds in gebruik zijnde Verdan apparatuur wel bruikbaar te zijn op lange golf verbindingen maar niet op de nieuwe lange-afstand kortegolf (HF) verbindingen. Deze Verdan apparatuur elimineerde door storingen ontstane extra signalen, na vergelijking van het meermalen achtereen ontvangen teken. In moderne terminologie kan dit Forward Error Control (FEC) genoemd worden. Het is alleen mogelijk door het sturen van extra informatie (redundantie), hier in de vorm van het steeds enkele malen herhalen van hetzelfde teken aan de zenzijde. HF transmissie kende ook wel extra ontvangen stoorsignalen maar had meer last van het volledig wegvallen van signalen tengevolge van uitdoving van het signaal door gelijktijdige binnenkomst van het signaal via verschillende, niet even lange wegen. Het verschijnsel heet "fading" en ontstaat uit het multipath effect. Dit treedt speciaal bij lange afstand HF op omdat de signalen tussen zender en ontvanger meerdere malen afwisselend door een ioniserende laag boven de aarde en door aarde worden gereflecteerd. De verbinding bestaat uit meerdere "hops".

Het octrooi van ir. van Duuren maakte het Verdan systeem beter geschikt om ook op dit type HF verbindingen fouten te corrigeren. Noch het Verdan systeem, noch de verbetering daarop gaven echter resultaten die volledig bevredigend waren. Een ander octrooi maakt gebruik van zenden met twee verschillende tonen. Met de ene toon wordt het inverse signaal gestuurd van het andere. Wegvallen van beide tonen bij de ontvanger wijst op fading en optreden van beide tonen tegelijk op een stoorsignaal. Later werd dit wel "frequency keying" genoemd, waarbij de zendkant vrijwel werkt zoals beschreven in het van Duuren octrooi, maar nog niet gebruik gemaakt wordt van de fout-



Dr. Ir. van Duuren met de zo juist verworven plaquette (v.l.n.r. Ir. Hazen, Mevr. Ehnle, Dr. Ir. van Duuren, Mevr. van Duuren)

Uit het Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap, deel 25, 1960.

detecterende mogelijkheden van de "dubbeltoon transmissie". In Nederlands octrooi 40443, ingediend 8 Mei 1934, wordt ook al een automatische terugsignalering bij het ontvangen van een verminkt signaal beschreven en eveneens de mogelijkheid van automatische herhaling van het verminkt ontvangen signaal of teken.

Dit is het basisprincipe dat in vrijwel alle hedendaagse datatransmissie wordt toegepast. Voor dit systeem is de naam "Automatic Repetition reQuest" en de afkorting ARQ ingeburgerd.

De TOR systemen

Tijdens en na de Tweede Wereldoorlog ontwikkelde dr. van Duuren een aantal apparaten die het mogelijk maakten om foutloos *telegraafberichten* tussen twee verreschrijvers over te brengen. Inmiddels was ook het *Telex* netwerk in Nederland en vele andere landen tot ontwikkeling gekomen. Dit netwerk maakte het mogelijk verreschrijvers met elkaar te laten corresponderen via een geschakeld net. Via dit netwerk kon net als bij het telefoonnet een verbinding opgebouwd worden om vervolgens de mogelijkheid van een schriftelijke conversatie te bieden. Tegenwoordig heet dat "chatten" bij het Internet en "SMS"sen bij GSM. De TOR appara-

tuur maakte het mogelijk via sterk aan storing onderhevige radioverbindingen toch foutloos telegraaf- of telexberichten over te brengen. TOR wordt als afkorting gebruikt zowel voor "Teleprinting over Radio" als voor "Telex over Radio".

De ontwikkeling startte met de zogenaamde 7-eenheden TOR. Eerst kon de 7-eenheden TOR slechts op één telegraafkanaal tegelijk zijn foutenbeheersing uitoefenen. Met het groeien van het verkeer ontstond de vraag naar apparatuur die voor meerdere kanalen tegelijk deze functies kon verrichten. Zo kwam er een vierkanalen TOR. Deze TOR was echter weer te duur als er slechts één kanaal nodig was. Daarvoor werd dan weer een enkelkanaals TOR ontwikkeld waarbij de lage prijs belangrijk was. Om dat te bereiken werd van de destijds dure conversie van 5 naar 7 eenheden code afgezien. Dit werd een 5-eenheden TOR. De foutbeveiliging werd hier mogelijk gemaakt door het meervoudig zenden van de tekens met een hogere transmissiesnelheid. Voor gebruik op schepen bleek geen van de twee versies geschikt omdat de zend- en ontvangantennes op het schip niet op voldoende afstand van elkaar kunnen worden opgesteld voor een bruikbare duplex (twee-richtings) HF radioverbinding. Dit werd opgelost door per blok van 3 tekens afwisselend te zenden en te ontvangen. Dit werd de S-TOR, de Simplex- of Scheeps-TOR. Deze S-TOR voldeed ook aan andere wensen van de zeevaarders, waaronder het zenden van een omroepbericht (broadcast). Radioamateurs ontwikkelden tenslotte zelf een TOR systeem volgens het principe van de 7-eenheden TOR met gebruik van Personal Computers. Deze versie heet AMTOR.

De 7-eenheden TOR

De 7-eenheden TOR maakt voor het detecteren van foutief ontvangen tekens gebruik van tekens die steeds een vaste verhouding tussen het aantal werk- en rust elementen of zo u wilt 1-en en 0-en hebben. Dit staat bekend als een Constant Ratio (CR) code. Bij de TOR is hier gekozen voor een teken met steeds drie werk- en vier rustelementen. Dit biedt 35 mogelijke combinaties van elementen. Hiermee is het mogelijk aan alle 32 tekens van de bij teleprinters gebruikte 5-eenheden codes een eigen 7-eenheden CR code toe te wijzen. Dan zijn er drie combinaties over. Eén van deze combinaties is al nodig in een ARQ systeem voor een eigen teken "vraag om herhaling". De overige twee zijn nodig om de bij telexsystemen gebruikte signalering voor het oproepen en sluiten van een verbinding

over te brengen. Tekens die niet de juiste verhouding tussen werk- en rustelementen bevatten worden aan de ontvangzijde als fout herkend. Voor het corrigeren van foutief ontvangen tekens wordt het eerder genoemde ARQ principe toegepast. Het speciale "vraag om herhaling" teken wordt naar de zendende kant teruggestuurd. Voordat dit teken aan die kant is aangekomen en herkend, is er enige tijd verlopen en zijn er reeds enkele tekens na het foutief ontvangen teken verstuurd. Niet alleen het foutief ontvangen teken wordt nu herhaald maar ook die volgende tekens. Voor een niet al te lange verbinding gaat het hier om drie tekens die automatisch herhaald worden.

De van een teleprinter of van het telexnetwerk ontvangen 5-eenheden tekens worden in de TOR apparatuur vertaald in 7-eenheden CR tekens voor verzending op het HF radiocircuit. Aan de ontvangstzijde wordt de omgekeerde vertaling uitgevoerd. Aangezien op duplex telegraaf verbindingen in beide richtingen gelijktijdig berichten-uitwisseling mogelijk is, is ieder 7-eenheden TOR apparaat zowel voor zenden als gelijktijdig ontvangen ingericht. De eerste elektro-mechanische versies konden één duplex kanaal bedienen, latere elektronische versies vier duplex kanalen (in time division) over hetzelfde radio circuit.

Constant ratio code

Heel belangrijk in het TOR systeem is het gebruik van de Constant Ratio (CR) codering op de radioweg. De foutdetectie berust op het controleren van de verhouding waarin de rust- en werkelementen (oftewel 1-en en 0-en) van de tekens ontvangen worden. Klopt deze verhouding niet dan is er duidelijk iets misgegaan tijdens het transport van het teken over de radioweg. Veel ongeloof bestaat er vooral onder mathematici over de goede resultaten die door het gebruik van een CR code worden geboekt. Immers bij twee verminkte elementen van tegengestelde polariteit in hetzelfde teken, een zogenaamde transpositie, klopt de verhouding weer wel en wordt dus geen fout gedetecteerd. En de kans daarop lijkt eenvoudig uit te rekenen. Bij een beetje hoge BER (Bit Error Rate) is dat aantal ongedetecteerde fouten ontoelaatbaar hoog. De eerste denkfout die dan gemaakt wordt is dat de kans op een storing die een 1 verandert in een 0 even groot is als die op een storing die een 0 verandert in een 1. Dat blijkt op een HF radioverbinding helemaal niet het geval te zijn. Die kans blijkt in één teken, zelfs bij de op deze verbindingen

gebruikelijke zeer hoge storingskansen bijna verwaarloosbaar te zijn. Dit is te begrijpen uit het mechanisme van de storingen. Voor een groot gedeelte wordt de storing op een HF verbinding veroorzaakt door het wegvallen van de bruikbare signalen door fading. Dit wegvallen heeft in de ontvanger tot gevolg dat slechts elementen van één polariteit doorgegeven worden. Daarbij voldoet de verhouding dus nooit aan de gekozen ratio. Van belang hierbij is dat de ontvanger bij het wegvallen van het te ontvangen signaal niet op de altijd aanwezige ruis gaat reageren. Hiertoe is inbouw van een drempel nodig. De per teken aanwezige CR code is dus reeds een goede bescherming tegen ongedetecteerde fouten, zelfs onder extreme condities van fading. Bovendien herhaalt de zenzijde na detectie en terugsignalering van een fout tenminste drie tekens. Dit is nodig omdat er enige tijd verloren gaat met de terugsignalering. Het aantal herhaalde tekens wordt daarom gekozen op basis van de lengte van de verbinding. Bij voorkeur wordt niet met een groter aantal gewerkt dan minimaal nodig. Immers bij een groter blok van herhaalde tekens daalt de efficiency van de verbinding en kan dan eenvoudig zelfs nul worden bij de op radiowegen veel voorkomende hoge stoorkansen. Gezien het "burst" karakter van storingen op HF verbindingen is de kans groot dat in het blokje herhaalde tekens meer dan één teken fout was. Mocht zo'n foutief teken nu juist met de goede CR ratio ontvangen zijn door een zeldzame transpositie dan wordt dit teken nu toch herhaald. Dit verbetert het resultaat dus. Moderne versies van de 7-eenheden TOR werken met vier (duplex) kanalen in Time Division Multiplex (TDM). Door nu aan te nemen dat het vinden van een storing in één der kanalen de gelijktijdig op de andere kanalen ontvangen tekens ook onbetrouwbaar maakt en die eveneens te herhalen wordt de kans op ongedetecteerde fouten nog zeer aanzienlijk gereduceerd. Voor het optreden van een ongedetecteerde fout zijn dan gelijktijdige transposities nodig op alle vier kanalen.

Het resultaat is dat werkelijk foutvrije HF radio verbindingen mogelijk geworden zijn met behulp van de TOR apparatuur, waarbij deze technieken worden toegepast. Dit is in de praktijk bewezen onder meer op de HF radio verbindingen tussen Amsterdam en New-York.

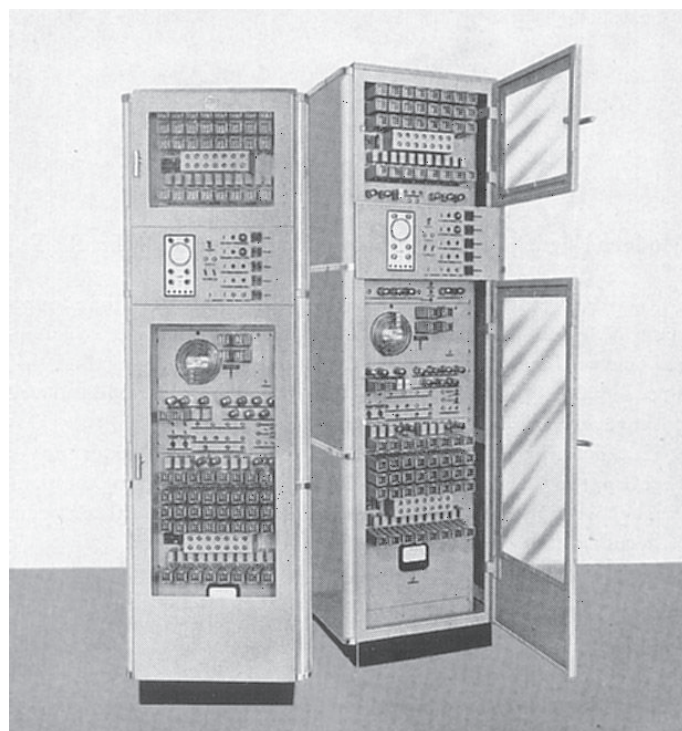
5-eenheden TOR

De 5-eenheden TOR is ontwikkeld voor gebruik in een aantal netwerken waar het verkeersaanbod

laag was en dus een vierkanaals 7-eenheden TOR te royaal en dus te duur uitviel. In de uitgestrekte en schaars bevolkte landen Argentinië en Canada was de goedkope 5-eenheden TOR een groot succes. De toen nog zeer dure 5-7 en 7-5 conversieschakelingen waren in de 5-eenheden TOR overbodig. In plaats van het gebruik van de 7-eenheden code werd de onvertaalde 5-eenheden code ook op het radiocircuit gebruikt. In plaats daarvan werd voor de foutdetectie teruggegrepen naar het eerder gepatenteerde principe van de foutdetectiemogelijkheid bij dubbeltoon signalen. Het ontbreken van een teken voor het vragen van herhaling in de 5-eenheden code is opgelost door als foutsignaal in plaats van één van dubbeltonen een tussengelegen frequentie te zenden. Bovendien werd de kwaliteit van de ontvangen signalen getest. Een half weggevalen signaal wordt als fout aangemerkt. Het 5-eenheden TOR systeem is ook weer een duplex ARQ systeem met automatische tekenherhaling na foutdetectie.

De 5-elementen TOR geeft geen absolute foutvrijheid van het doorgegeven bericht maar reduceert de foutkans wel met een factor 1000 of meer. Op het koppelen van telexnetwerken is deze TOR niet ingericht. (The TOR circuits for the Argentine radio links by W. Six, Communication News Vol. XV, No. 4 pp 108-118, Aug 1955).

Uit het Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap, deel 25, 1960.



S-TOR oftewel de Scheeps TOR

Gebruik van een gewone 7-eenheden TOR bleek niet mogelijk op HF radioverbindingen tussen schepen en de wal. Het probleem is dat het niet mogelijk is om op een schip voldoende afstand tussen zend- en ontvangantenne te krijgen om onderlinge storing tussen zenden en ontvangen te voorkomen. Er kan alleen afwisselend gezonden en ontvangen worden. Dat is dus wat de S-TOR automatisch regelt. Voor een efficiënte foutcorrectie is het nodig om (bij het gebruikelijke hoge storingsniveau) dit omschakelen heel frequent te doen. Extra eis was ook dat het schip als een normale telexabonnee kon meedoen in het telexnetwerk. Herhalingen mogen niet tot ophouden van het telexverkeer leiden. Daarom is voor een dubbele seinsnelheid op de radioweg gekozen. Op het telexnet was afwisselend zenden en ontvangen van berichten al gebruikelijk. Van de hiervoor bestaande procedure wordt in de S-TOR gebruik gemaakt om ook de TOR van het zenden van berichten op het ontvangen van berichten om te schakelen. Steeds na drie tekens van een bericht te hebben gezonden vindt er bovendien een korte omschakeling plaats om het terugzenden van een "vraag om herhaling" signaal mogelijk te maken. Dit alles betreft de ARQ mode van De S-TOR.

Voor schepen waren er nog andere wensen. In sommige havens is het verboden om te zenden maar ontvangen wordt doorgaans niet verboden. In die situatie werkt een ARQ systeem niet, dat vereist het gebruik van beide richtingen van een verbinding. Daarom is de S-TOR in deze gevallen om te schakelen op een FEC mode. Hierin kan op het schip dus alleen ontvangen worden. Om foutcorrectie mogelijk te maken zendt de walkant alle 7-eenheden CR gecodeerde tekens twee maal. De ontvangkant kiest de beste van beide tekens na controle op de juiste "Ratio" en de kwaliteit van het ontvangen signaal. Ook hier is dus weer een verhoogde seinsnelheid nodig. Ook de S-TOR op het schip kan ook in dezelfde FEC mode zenden. Deze mode wordt onder meer toegepast als het schip een omroepbericht wil sturen. ARQ is niet mogelijk voor omroepberichten, FEC wel door het ontbreken van terugsignalering. De kans op fouten is bij gebruik van de FEC mode uiteraard aanzienlijk groter dan bij gebruik van de ARQ mode, vooral bij zeer hoge stoorkans. In ARQ mode blijft de zende kant net zo lang herhalen tot er goede signalen gedetecteerd zijn. In de FEC mode is bij het

beide malen gestoord ontvangen van hetzelfde teken geen herstel meer mogelijk.

AMTOR, de amateurversie van de 7-eenheden TOR

De functies die bij de 7-eenheden TOR in specifieke hardware waren vastgelegd zijn sinds de opkomst van de Computer ook in programmering te realiseren. De Personal Computer (PC) biedt de mogelijkheid ook en wel tegen een redelijk lage prijs. Radio Amateurs die reeds met teleprinters via radiowegen werkten maakten zo'n programma en namen hierbij de 7-eenheden van Duuren TOR tot voorbeeld. Deze moderne ontwikkeling heeft mijn vader helaas niet meer mee mogen maken. Met het steeds meer in onbruik raken van de op 5 eenheden gebaseerde telex is ook het AMTOR systeem op zijn retour. Nieuwere systemen gebaseerd op ASCII 8-eenheden code of op fax spelen ook bij de radio amateurs tegenwoordig een rol.

Waarom werden de TOR systemen zo'n wereldwijd succes?

In de zeventiger jaren bleek de TOR een enorm succes te zijn. Het grootste gedeelte van alle digitale HF radiocircuits in de hele wereld was uitgerust met TOR apparatuur. Niet alleen de Nederlandse PTT maakte TOR apparatuur maar inmiddels was dit werk overgenomen door grote telecommunicatiefabrikanten als Philips, Mullard en Hasler. Wat waren nu de belangrijkste redenen van dit grote succes?

- Een heel belangrijke reden was dat met de TOR het probleem van fouten op radioverbindingen *volledig* was opgelost. Voorgaande systemen boden geen oplossingen waarop een dienst van *acceptabele kwaliteit* aan de klanten kon worden aangeboden en ook nog tegen een *redelijke prijs*. De redelijke prijs voor de TOR verbindingen was mogelijk omdat er vrijwel geen menselijke handelingen meer nodig waren voor het in stand houden van de verbinding of voor het vragen om herhalingen. Vroegere systemen waren bovendien volledig onbruikbaar gedurende perioden van *ernstige* storing op de radioweg.
- Ten tweede bood de TOR de correctie op de *juiste plaats*, namelijk aan de uiteinden van de radioweg. De verdere vaste verbindingen waren van zeer hoge kwaliteit en leverden geen aandeel in de storingen. Hierdoor is geen ingreep nodig in het

bestaande vaste net en de daarop reeds aangesloten teleprintingapparatuur. Dit opende de mogelijkheid reeds aanwezige nationale telex-netwerken via met TOR uitgeruste radiowegen internationaal te koppelen. Het maakte het tevens eenvoudig mogelijk de kwaliteit van de verbinding te testen en zonodig in te grijpen, door bijvoorbeeld een andere radioweg te kiezen. Om ook dit alles volledig te automatiseren werd het FLEX systeem ontworpen door mijn vader en zijn medewerkers. (US patent 3,457,373, dd. July 1969)

- De derde reden was dat twee TOR systemen door de *International Telecommunications Union (ITU) gestandaardiseerd* werden en deze standaards ook werkelijk wereldwijd geaccepteerd zijn. En dat in een tijd dat bijna alle telecommunicatiestandaards in de USA en Japan steeds nog altijd verschillend van die in Europa waren. Dit maakte samenwerking tussen TOR apparatuur van verschillende fabrikanten werkelijk mogelijk.

Waarom kwam er dan toch een einde aan het succes van de TOR? Ja dat was het gevolg van de opkomst van geheel nieuwe transmissietechnieken die het gebruik van HF radioverbindingen vervingen. Zowel de glasvezeltransmissie als de satellietcommunicatie waren deze vervangers. De grote bandbreedte die deze nieuwe technieken bieden is op lange afstanden HF radioverbindingen principieel niet beschikbaar. Het TOR principe zou in principe wel toegepast kunnen worden op heel korte storingsgevoelige breedband-verbindingen, zoals bij mobiele radio en UMTS.

CCIR, tegenwoordig ITU-R genoemd

In bovenstaande paragraaf werd het belang van de standaardisatie van het TOR systeem genoemd. Dit vond plaats in Studiegroep III van de CCIR (Comité Consultatif International technique des communications Radio électriques), tegenwoordig ITU-R genoemd.

Mijn vader was al vanaf de oprichting van de CCIR in 1929 betrokken bij deze organisatie. In 1947 werd hij verkozen tot voorzitter van Studiegroep III van deze organisatie en bleef dit tot 1970, twee jaar na zijn pensionering. Deze studiegroep had tot taak aanbevelingen op te stellen op het gebied van antennes, radio-telefonie, radio-telegrafie en faximile. Een aantal van de recommendations (242 en 476) betreffen het TOR systeem en de S-TOR.

Onderscheidingen

Gedurende zijn loopbaan ontving mijn vader zowel Nederlandse als buitenlandse Onderscheidingen. Behalve twee Koninklijke onderscheidingen waren dit de Veder prijs in 1949 en de dr. de Groot Plaquette in 1970. Internationaal werd de Kelly Award in 1969 aan hem uitgereikt door The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) en een Diplome d'Honneur van de CCIR in 1979.

Tot Slot

Tenslotte een kort stukje citaat uit de brief van de directeur van de CCIR Jack W. Herbstreit, in 1968 aan mijn vader geschreven naar aanleiding van zijn pensionering: "The van "Duuren system of error-correction" will go down into history together with the "Heaviside layer", the Yagi antenna", the Marconi-Adcock loop etc. By this means, your work and your knowledge will be perpetuated wherever radiotelegraph engineers gather together."



Wisselstroomtheorie zonder hogere wiskunde.

Een didactische beschouwing

ir. P. Van der Wurf
p.v.d.wurf@planet.nl

Het loont de moeite wat langer stil te staan bij de eenparige, cirkelvormige beweging, waar de cosinusfunctie van is afgeleid. Een nadere beschouwing leidt namelijk op uiterst simpele wijze tot een uitdrukking voor de snelheid waarmee de cosinusfunctie in grootte verandert. Deze observatie maakt het mogelijk de impedanties van spoel en condensator te behandelen voor studenten, die zich de differentiaalrekening nog niet hebben eigen gemaakt.

Inleiding

Allereerst wil ik wijzen op het didactische probleem dat zich voordoet met de twee voorstellingswijzen van een cosinusvormige wisselstroom of wisselspanning. Ten eerste is daar de grafiek (Fig.1), die het cosinusvormige verloop als functie van de tijd laat zien. Dit plaatje komt goed overeen met het golvende groene lijntje, dat de beginnende student op de oscilloscoop in het practicum krijgt te zien.

Ten tweede is er de wiskundige beschrijving van een wisselstroom of wisselspanning als een functie van de tijd met de formule, die we in Fig. 2 zien.

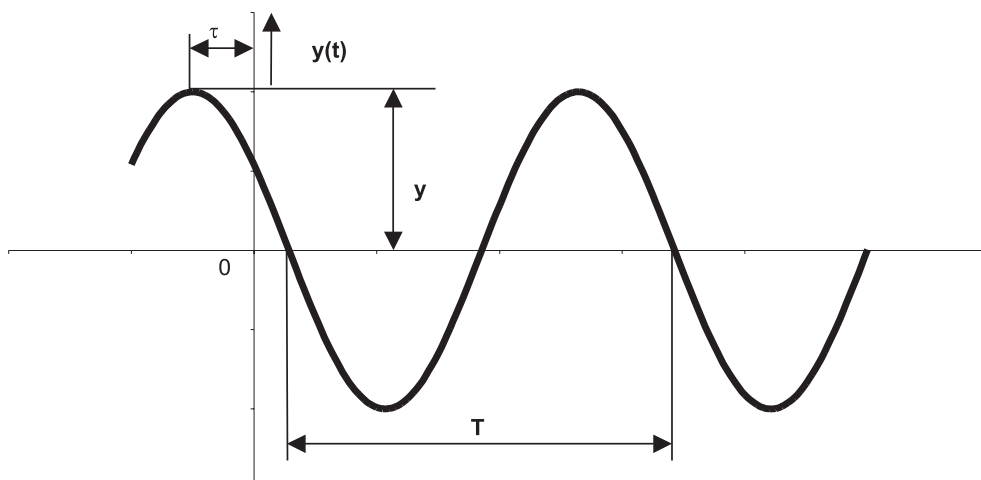
$$y(t) = y \cos(\omega t + \varphi)$$

Fig.2: De formule van $y(t)$.

Wat is nu het probleem? De enige grootte in de formule, die direct is terug te vinden in de grafiek, is de amplitude y . De grootheden ω en φ zijn in de grafiek niet aan te wijzen. Aan de andere kant is in de grafiek de periode T aan te wijzen, maar die komt in de formule van $y(t)$ niet voor. Tenslotte zien we in de grafiek een verschuiving in de tijd, aangeduid met τ . Ook deze verschuiving valt in de formule van Fig. 2 niet terug te vinden.

Wat hier natuurlijk ontbreekt is het 'oerplaatje' van de eenparige, cirkelvormige beweging, waar zowel de grafiek van Fig.1 als de formule van Fig.2 van zijn afgeleid. Dit plaatje van de eenparige, cirkelvormige beweging is in Fig. 3 weergegeven.

Fig.1: De grafiek van $y(t)$.



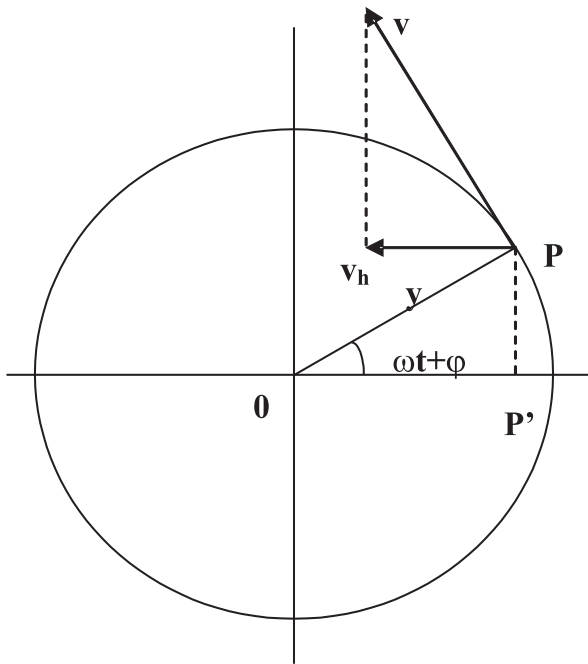


Fig.3: De eenparige, cirkelvormige beweging.

We zien daar een punt P dat de omtrek van een cirkel met straal y doorloopt met een constante hoeksnelheid ω . De periode T is de tijd die P nodig heeft om de hele cirkelomtrek te doorlopen en daarmee is eenvoudig een verband te leggen tussen T uit de grafiek en ω uit de formule. De grootte φ uit de formule is de beginfase; dat is de hoek die de lijn OP maakt met de horizontale as op het tijdstip $t = 0$. De verschuiving τ uit de grafiek blijkt dan de tijd te zijn die punt P nodig heeft om een afstand $\varphi \cdot y$ langs de cirkelomtrek af te leggen. De grootte van $y(t)$ tenslotte, wordt bepaald door de positie van P' (de projectie van P) op de horizontale as.

Het voorgaande is voor elke lezer, die wat weet van theoretische elektrotechniek, tamelijk triviaal. Bovendien, elke docent in de elektrotechniek zal naar Fig. 3 grijpen als het nodig is het verband te laten zien tussen de grafiek van Fig. 1 en de formule van Fig. 2. Dat hoeft ik niemand uit te leggen, maar wanneer eenmaal het verband tussen grafiek en formule is begrepen, dan moeten we toch niet al te haastig Fig. 3 achter ons laten. Daar val namelijk nog iets interessants uit te halen.

De snelheid waarmee $y(t)$ in grootte verandert

In de eenvoudige wisselstroomtheorie leren we de studenten stromen en spanningen te berekenen in eenvoudige netwerken, die zijn opgebouwd uit

weerstanden, condensatoren en al dan niet magnetisch gekoppelde spoelen. Daarbij beperken wij ons tot cosinusvormige stromen en spanningen. Het blijkt nu dat het daarbij noodzakelijk is een uitdrukking te vinden voor de snelheid waarmee zo'n cosinusvormige stroom of spanning in grootte verandert.

Bij een condensator is de stroom immers recht evenredig met de snelheid waarmee de grootte van de spanning over de condensator verandert en bij een spoel is het juist de spanning over de spoel, die recht evenredig is met de snelheid waarmee de stroom door de spoel in grootte varieert. Omdat de formule van Fig. 2 model staat voor de beschrijving van de wisselspanningen en stromen in een netwerk, is het dus van belang de functie te vinden, die aangeeft met welke snelheid $y(t)$ in grootte varieert.

Voor studenten, die al hebben leren differentiëren, vormt dat geen probleem. De gezochte functie wordt gevonden door $y(t)$ te differentiëren. Ik wil hier echter laten zien dat de gezochte functie ook rechtstreeks is af te leiden uit Fig. 3 en dus ook gevonden kan worden door studenten die (nog) niet kunnen differentiëren.

De snelheid waarmee $y(t)$ varieert is gelijk aan de snelheid waarmee punt P' beweegt langs de horizontale as. Deze snelheid is v_h , de horizontale component van de omtreksnelheid v . We noemen de snelheid waarmee $y(t)$ in grootte varieert $y'(t)$ en komen met deze notatie tegemoet aan de studenten, die in een later stadium in $y'(t)$ de afgeleide van $y(t)$ zullen herkennen.

Van Fig. 3 valt zonder veel moeite te herleiden dat geldt

$$y'(t) = -\omega y \sin(\omega t + \varphi) = -\omega y \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right) \quad (1)$$

(Voor de omtreksnelheid v geldt $v = \omega \cdot y$ en het minteken ontstaat omdat v_h naar links is gericht.)

Condensatorimpedantie

De condensator is een reservoir voor lading. De hoeveelheid lading is recht evenredig met de condensatorspanning en de evenredigheidsfactor is de capaciteit C . Als de spanning $u(t)$ over de condensator varieert volgens

$$u(t) = u \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

dan geldt dus voor de wisselende lading $q(t)$:

$$q(t) = uC \cos(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

De stroom $i(t)$ in de toevoerdraden van de condensator is gelijk aan de snelheid waarmee de lading $q(t)$ van grootte verandert. Dus

$$i(t) = q'(t) = Cu'(t) \quad (4)$$

Met behulp van (1) vinden we voor $i(t)$

$$i(t) = \omega Cu \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right) \quad (5)$$

De condensatorimpedantie Z_c is gedefinieerd als het quotiënt van de spanningfator \underline{U} en de stroomfator \underline{I} . (In referentie [1] wordt voorgesteld om aan de cosinusvormige stromen en spanningen rechtstreeks een complexe fator toe te kennen, zonder eerst complexe stromen en spanningen te introduceren.)

De spanningsfator is

$$\underline{U} = u e^{j\varphi} \quad (6)$$

en de stroomfator is

$$\underline{I} = -\omega Cu e^{j\varphi} e^{-j\frac{\pi}{2}} = j\omega Cu e^{j\varphi} \quad (7)$$

Voor de condensatorimpedantie vinden we dan

$$Z_c = \frac{\underline{U}}{\underline{I}} = \frac{1}{j\omega C} \quad (8)$$

Spoelimpedantie

Bij de spoel gaan we uit van de natuurwet dat een veranderende magnetische flux in de spoel een spanning induceert. Als $\phi(t)$ de door de spoel omvatte, wisselende flux is, dan geldt dat de spanning over de spoel recht evenredig is met de snelheid waarmee de omvatte flux in grootte varieert. Als nu door de spoel een wisselstroom $i(t)$ gestuurd wordt, dan wekt deze stroom een door dezelfde spoel omvatte flux op. De grootte van de flux is evenredig met de stroom en de evenredigheidsfactor is L , de zelfinductie van de spoel.

Als de stroom $i(t)$ door de spoel varieert volgens

$$i(t) = i \cos(\omega t + \varphi) \quad (9)$$

dan vinden we voor de wisselende flux

$$\phi(t) = iL \cos(\omega t + \varphi) \quad (10)$$

De spanning over de spoel is gelijk aan de snelheid waarmee $\Phi(t)$ in grootte verandert, dus

$$u(t) = \phi'(t) = Li'(t) \quad (11)$$

Met behulp van (1) kunnen we voor $u(t)$ schrijven

$$u(t) = -\omega Li \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right) \quad (12)$$

De spanningsfator is dus

$$\underline{U} = -\omega Li e^{j\varphi} e^{-j\frac{\pi}{2}} = j\omega Li e^{j\varphi} \quad (13)$$

en de stroomfator is

$$\underline{I} = i e^{j\varphi} \quad (14)$$

De spoelimpedantie Z_L is het quotiënt van \underline{U} en \underline{I}

$$Z_L = j\omega L \quad (15)$$

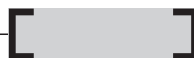
Conclusie

Door wat langer stil te staan bij een eenparige cirkelvormige beweging waar de cosinusfunctie van is afgeleid, kunnen we een manier vinden om de impedanties van spoel en condensator te behandelen voor studenten die nog niet zijn toegekomen aan de differentiaalrekening. De methode is exact en de uitdrukking, die gevonden wordt voor de snelheid waarmee een cosinusvormige functie in grootte varieert, wordt in een later stadium door de studenten probleemloos herkend als de eerste afgeleide van de cosinusfunctie.

Het is dus in het curriculum niet noodzakelijk met het vak wisselstroomtheorie te wachten tot de studenten enige vorderingen hebben gemaakt in de hogere wiskunde.

Referentie

[1] ir. P. van der Wurff, "Complexe rekenwijze in de elektrotechniek", Tijdschrift van het NERG, Jg. 66, Nr.4/5, blz. 114-119 (2001).



Aankondigingen & Oproepen



PATO CURSUSAANBOD NAJAAR 2003

Digitale modulatie

theorie en toepassingen van Digitale Modulatie en Demodulatie

data/plaats: 3, 10, 17, 24 november en
1 december 2003 in Eindhoven
(facultatieve bijeenkomst basics:
27 oktober)

cursusleiding: ir. C.R. de Graaf (Catena Radio
Design)

Hardware specificatie en ontwerpen m.b.v. vhdl

mogelijkheden en toepassingen van VHDL voor
specificatie, modellering, simulatie en synthese
van digitale hardware

data/plaats: 17-18 en 24-25 november 2003 in
Enschede

cursusleiding: ir. E. Molenkamp
(Universiteit Twente)

Biometrie: een nieuwe manier van beveiligen

achtergronden, methoden en toepassingen van o.a.
vingerafdruk- en irisherkenning

data/plaats: 12-13 november 2003 in
Amersfoort

cursusleiding: dr.ir. R.N.J. Veldhuis
(Universiteit Twente)

Mobile and wireless networks

architectures, protocols and interworking

data/plaats: 1-2-3 December 2003 in Delft

cursusleiding: Prof.dr.ir. I.G.M.M. Niemegeers
(TU Delft)

Elektro-magnetische compatibiliteit

het voorkomen en oplossen van EMI-problemen en
het voldoen aan de wettelijke EMC-eisen

data/plaats: 13-14, 20-21 en 27-28 november
2003 in Eindhoven

cursusleiding: dr. A.P.J. van Deursen
(TU Eindhoven)



“Hoezo afnemende kwaliteit van het wiskunde-onderwijs op het VWO?”

After explaining to a student, with various lessons and examples, that

$$\lim_{x \rightarrow 8} \frac{1}{x-8} = \infty$$

I tried to check if she really understood that, so I gave her a different example.

This was the result:

$$\lim_{x \rightarrow 5} \frac{1}{x-5} = \infty$$