

arrest

GERECHTSHOF DEN HAAG

Afdeling Civiel recht

Zaaknummer : 200.272.142/01

Zaaknummer rechtbank : C/09/563488/ HA ZA 18-1176

arrest van 16 maart 2021 (bij vervroeging)

inzake

Adaptive Spectrum and Signal Alignment Incorporated,
gevestigd te Redwood Shores, Californië, Verenigde Staten van Amerika,
appellante in principaal appel,
geïntimeerde in incidenteel appel,
hierna te noemen: ASSIA,
advocaat: mr. B.J. Berghuis van Woortman te Amsterdam,

tegen

1. Koninklijke KPN N.V.,
gevestigd te Rotterdam,
2. KPN B.V.,
gevestigd te Rotterdam,
3. Telfort Zakelijk B.V.,
gevestigd te Oostrum,
4. XS4ALL Internet B.V.,
gevestigd te Amsterdam,
geïntimeerden in principaal appel,
appellanten in incidenteel appel,
hierna gezamenlijk te noemen: KPN c.s.,
advocaat: mr. F.W. Gerritzen te Amsterdam,

en

5. Nokia Solutions and Networks Nederland B.V.,
gevestigd te Den Haag,
geïntimeerde in principaal appel,
appellante in incidenteel appel,
hierna te noemen: Nokia, en tezamen met KPN c.s.: Nokia c.s.,
advocaat: mr. A. Killan te Den Haag.

1. Het geding

1.1 Bij exploit van 20 december 2019 is ASSIA in hoger beroep gekomen van een door de rechtbank Den Haag tussen partijen gewezen vonnis van 25 september 2019, hersteld bij vonnis van 6 november 2019. Bij memorie van grieven met producties heeft ASSIA vierendertig grieven aangevoerd. Bij memorie van antwoord, tevens memorie van grieven in

(voorwaardelijk) incidenteel appel met producties, heeft Nokia c.s. de grieven bestreden en tevens (deels voorwaardelijk) incidenteel appel ingesteld. ASSIA heeft hierop gereageerd bij memorie van antwoord in incidenteel appel met producties. Zij heeft daarin verzocht het gestelde in incidenteel appel tevens te beschouwen als aangevoerd in principaal appel. Daartegen heeft Nokia c.s. bij akte bezwaar gemaakt. Daarna zijn aan beide zijden aktes genomen waarbij nadere stukken ten behoeve van pleidooi zijn overgelegd. Nokia c.s. heeft voorts aanvullende proceskostenspecificaties overgelegd. Nokia c.s. heeft verzocht om aanhouding van het pleidooi in verband met de door ASSIA (tijdig) ingediende nadere stukken, dan wel om deze te weigeren.

1.2 Het hof heeft voorafgaand aan het pleidooi partijen in kennis gesteld van zijn beslissing dat het verzoek van ASSIA om hetgeen zij heeft gesteld in de memorie van antwoord in incidenteel appel te beschouwen als tevens aangevoerd in het principaal appel, wordt geweigerd, alsmede van zijn beslissing dat het verzoek om uitstel van de pleidooizitting dan wel om de nadere producties van ASSIA te weigeren, niet wordt gehonoreerd. Ter zitting heeft Nokia c.s. diverse bezwaren tegen de inhoud van die nadere stukken naar voren gebracht. ASSIA heeft geen bezwaar gemaakt tegen de door Nokia c.s. ingediende nadere stukken.

1.3 Partijen hebben op 8 februari 2021 de zaak doen bepleiten, ASSIA door mr. B.J. Berghuis van Woortman, advocaat te Amsterdam, en Nokia c.s. door mrs P. van Gemert, K. Hsia en A. Killan, advocaten te Den Haag en mr F.W. Gerritzen, advocaat te Amsterdam, aan beide zijden aan de hand van overgelegde pleitnotities. Tijdens dit pleidooi zijn alleen de ‘technische’ octrooirechtelijke aspecten van de procedure behandeld. Voor de behandeling van het Frand-verweer, indien daaraan zou worden toegekomen, is een nadere datum voor pleidooi bepaald op 8 april 2021. Ten slotte hebben partijen (tussen-)arrest gevraagd.

2. Beoordeling van het hoger beroep

De door de rechtbank in het vonnis vastgestelde feiten zijn niet in geschil. Ook het hof zal daarvan uitgaan. Het gaat in deze zaak om het volgende:

2.1 Europees octrooi EP 2 259 456 B1 (hierna: het octrooi of EP 456) met gelding in onder meer Nederland voor ‘Dynamic digital communication system control’ is op 15 juli 2015 verleend aan The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University (hierna: Stanford) op een aanvraag daartoe van 31 mei 2002. Bij de aanvraag is de prioriteit ingeroepen van octrooiaanvraag US 295392 van 1 juni 2001 (P1) en van octrooiaanvraag US 877724 van 8 juni 2001 (P2). Uitvinders van EP 456 zijn G. Ginis, W. Yu, C. Zeng en J. Cioffi. P1 betrof een samenbundeling van enkele (concept)publicaties, waaronder de op 31 maart 2001 gedateerde ‘draft’ van het artikel ‘Vectored Transmission for Digital Subscriber Line Systems’ van mede-uitvinders Ginis en Cioffi (hierna: het prioriteitsartikel).

2.2 Tegen de verlening van EP 456 is geen oppositie ingesteld. Het octrooi is op 22 september 2010 afgesplitst van moederaanvraag EP 1 396 101. De oorspronkelijke (moeder)aanvraag is gepubliceerd als WO 02/100008 A1 (hierna: WO 008 of de aanvraag).

2.3 EP 456 telt in totaal achttien conclusies, waarvan twee onafhankelijke conclusies: werkwijzeconclusie 1 en voortbrengselconclusie 16, die in de oorspronkelijke Engelse tekst als volgt luiden:

1. A method of controlling a digital communication system (700) in a Digital Subscriber Line (DSL) system using Discrete Multi-tone communications having a plurality of communication lines (710) on which signals are transmitted and received, the signals being affected by interference during transmission, each of the communication lines being used by a user, the method comprising the steps of:

- during initialization, creating a model of the line, signal and interference characteristics of a communication line based on signals carried by other communication lines;
- after initialization, processing signals carried on the communication line using the model to remove interference from signals carried on the other communication lines by coding the signals carried on the communication line using canceller or precoder blocks at receiver or transmitter locations, respectively, and
- synchronizing transmissions of signals using synchronized block transmission and reception;

wherein creating a model includes performing training-based channel identification during initialization in response to the step of synchronizing,

the step of processing signals using the model to remove interference from signals includes determining the parameters of the canceller or of precoder blocks based on the training-based channel identification performed during initialization and in response to the synchronized block transmission and reception,

the method being characterised by including the further step of allocating energy in frequency independently within each of said communication lines being used by each said user.

16. An arrangement for controlling communication in a digital communication system (700) in a Digital Subscriber Line (DSL) system using Discrete Multi-tone Communications having a plurality of communication lines (710) on which signals are transmitted and received, the signals being affected by interference during transmission, each of the communication lines (710) being used by a user, the arrangement comprising:

- means for synchronizing transmissions of signals using synchronized block transmission and reception and, during initialization, creating a model of line, signal and interference characteristics of a communication line based on signals carried by other communication lines;
- means for, after initialization, processing signals carried on the communication line using the model to remove interference from signals carried on the other communication lines by coding the signals carried on the communication line using canceller or precoder blocks at receiver or transmitter locations, respectively,
- wherein creating a model includes performing training-based channel identification during initialization in response to the step of synchronizing, and
- wherein processing signals using the model to remove interference from signals includes determining the parameters of the canceller or of precoder blocks based on the training-based channel identification performed during initialization and in response to the synchronized block transmission and reception;

the arrangement being characterised by further including means for allocating energy in frequency independently within each of said communication lines being used by each said user.

2.4 De niet bestreden Nederlandse vertaling van deze conclusies luidt:

1. Werkwijze voor besturing van een digitaal communicatiesysteem (700) in een Digital Subscriber Line (DSL)-systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van discrete meertonige communicaties (Discrete Multitone Communications) die een veelvoud aan communicatieverbindingen (710) hebben waarop signalen worden overgebracht en

ontvangen, waarbij de signalen worden aangetast door interferentie gedurende transmissie, waarbij elk van de communicatielijnen wordt gebruikt door een gebruiker, waarbij de werkwijze de stappen omvat van:

gedurende initialisatie, het creëren van een model van de lijn-, signaal- en interferentiekarakteristieken van een communicatielijns gebaseerd op signalen gedragen door andere communicatielijnen;

na initialisatie, het verwerken van signalen gedragen door de communicatielijns waarbij gebruik wordt gemaakt van het model om de interferentie te verwijderen van signalen gedragen door de andere communicatielijnen door het coderen van de signalen gedragen door de communicatielijns waarbij gebruik wordt gemaakt van annuleer- of precodeerblokken bij de respectievelijke ontvanger- of zenderlocaties, en het synchroniseren van transmissies van signalen waarbij gebruik wordt gemaakt van gesynchroniseerde bloktransmissie en ontvangst;

waarbij het creëren van een model het uitvoeren omvat van training-gebaseerde kanaalidentificatie gedurende initialisatie in reactie op de synchronisatiestap, de stap van het verwerken van signalen waarbij gebruik wordt gemaakt van het model om interferentie te verwijderen uit signalen het vaststellen omvat van de parameters van de annuleer- of van de precodeerblokken gebaseerd op de training-gebaseerde kanaalidentificatie uitgevoerd gedurende de initialisatie en in reactie op de gesynchroniseerde bloktransmissie en ontvangst,

waarbij de werkwijze wordt gekenmerkt door het omvatten van de verdere stap van het toekennen van energie in frequentie onafhankelijk binnen ieder van de communicatielijnen die gebruikt wordt door iedere gebruiker.

16. Inrichting voor het besturen van communicatie in een digitaal communicatiesysteem (700) in een Digital Subscriber Line (DSL)-systeem waarbij gebruik wordt gemaakt van discrete meertonige communicaties (Discrete Multi-tone Communications) die beschikt over een veelvoud aan communicatielijnen (710) waarop signalen worden overgebracht en ontvangen, waarbij de signalen worden aangetast door interferentie gedurende transmissie, waarbij elk van de communicatielijnen wordt gebruikt door een gebruiker, waarbij de inrichting omvat:

middelen voor het synchroniseren van transmissie van signalen waarbij gebruik wordt gemaakt van gesynchroniseerde bloktransmissie en ontvangst en, gedurende initialisatie, het creëren van een model van lijn-, signaal- en interferentiekarakteristieken van een communicatielijns gebaseerd op signalen gedragen door andere communicatielijnen;

middelen voor, na initialisatie, het verwerken van signalen die gedragen worden door de communicatielijns waarbij gebruik wordt gemaakt van het model om interferentie te verwijderen uit signalen die gedragen worden door de andere communicatielijnen door het coderen van de signalen gedragen door de communicatielijns waarbij gebruik wordt gemaakt van annuleer of precodeerblokken bij respectievelijke ontvanger- of zenderlocaties, waarbij het creëren van een model het uitvoeren van training-gebaseerde kanaalidentificatie omvat gedurende initialisatie in reactie op de stap van synchronisatie, en

waarbij het verwerken van signalen waarbij gebruik wordt gemaakt van het model voor het verwijderen van interferentie van signalen het vaststellen omvat van de parameters van de annuleer- of precodeerblokken gebaseerd op de training-gebaseerde kanaalidentificatie uitgevoerd gedurende initialisatie en in reactie op de gesynchroniseerde bloktransmissie en ontvangst;

waarbij de inrichting wordt gekenmerkt door verder middelen te omvatten voor het toekennen van energie in frequentie onafhankelijk binnen ieder van de communicatielijnen die gebruikt wordt door iedere gebruiker.

2.5 De beschrijving van EP 456 bevat onder meer de volgende passages:

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

[0001] This invention relates generally to methods, systems and apparatus for managing digital communications systems. More specifically, this invention relates to dynamically controlling system parameters that affect performance in communication systems such as DSL systems.

Description of Related Art

[0002] The present invention refers to digital communication systems where the transmission medium typically is copper wiring. Most commonly the copper wiring consists of twisted pairs (also referred to as "lines" or "loops") categorized according to several manufacturing specifications (for example AWG-26, AWG-24, CAT-3, CAT-5, CAT-6). Typical communication systems making use of copper wiring include Digital Subscriber Line (DSL) systems, such as ISDN, HDSL, ADSL and VDSL, and Local Area Networks (LAN), such as Ethernet. A transceiver (for example, a user modem) is situated at each end of the communications line that incorporates the copper wiring.

[0003] Existing phone lines typically are "bundled" in some way. "Bundling" several pairs (in a binder or otherwise) can improve service to a single user or permit service for multiple users. (...)

[0005] The bundling of twisted pairs arises either out of necessity (for example, the existing telephone loop infrastructure) or because of the benefits of improved performance (for example, 1000-BaseT Ethernet). In either case however, communications in these settings suffer from interference arising from electromagnetic coupling between neighboring pairs, referred to as "crosstalk" interference. This means that any signal received by a modem at the end of a twisted pair generally contains not only the transmitted signal of the specific pair (which itself is likely distorted to some extent), but also distorted signals transmitted on neighboring pairs. It is apparent, therefore, that the transmission characteristics of a specific pair (for example, the pair's transmitted power) can materially influence communication on a neighboring pair due to the induced crosstalk. Therefore, transmissions on neighboring pairs (especially those belonging to a bundle or sharing the same binder) are coupled in certain ways. The interfering signals are commonly treated as noise. However, crosstalk can be identified in some situations. (See United States Serial No. 09/788,267). If crosstalk coupling functions can be identified, it may be possible to remove the crosstalk interference. (...)

[0009] One of the shortcomings of current multi-user communication systems is power control. In typical communication systems, which are interference-limited, each user's performance depends not only on its own power allocation, but also on the power allocation of all other users. Consequently, the system design generally involves important performance trade-offs among different users. The DSL environment can be considered a multi-user system, which would benefit from an advanced power allocation scheme that maximizes or allows selection from most or all of the achievable data rates for multiple DSL modems in the presence of mutual interference.

[0010] As mentioned above, DSL technology provides high speed data services via ordinary telephone copper pairs. The DSL environment is considered a multi-user environment because telephone lines from different users are bundled together on the way from the central

office, and different lines in the bundle frequently create crosstalk into each other. Such crosstalk can be the dominant noise source in a loop. However, early DSL systems such as ADSL and HDSL are designed as single-user systems. Although single-user systems are considerably easier to design, an actual multi-user system design can realize much higher data rates than those of single-user system designs.

[0011] As the demand for higher data rates increases and communication systems move toward higher frequency bands, where the crosstalk problem is more pronounced, spectral compatibility and power control are central issues. This is especially true for VDSL, where frequencies up to 20MHz can be used.

[0012] Power control in DSL systems differs from power control in wireless systems because, although the DSL environment varies from loop to loop, it does not vary over time. Since fading and mobility are not issues, the assumption of perfect channel knowledge is reasonable. This allows the implementation of sophisticated centralized power control schemes. On the other hand, unlike the wireless situation where flat fading can often be assumed, the DSL loops are severely frequency selective. Thus, any advanced power allocation scheme needs to consider not only the total amount of power allocated for each user, but also the allocation of power in each frequency. In particular, VDSL systems suffer from a near-far problem when two transmitters located at different distances from the central offices both attempt to communicate with the central office. When one transmitter is much closer to the central office than the other, the interference due to the closer transmitter often overwhelms the signal from the farther transmitter.

[0013] DSL modems use frequencies above the traditional voice band to carry highspeed data. To combat intersymbol interference in the severely frequency selective telephone channel, DSL transmission uses Discrete Multitone (DMT) modulation, which divides the frequency band into a large number of sub-channels and lets each sub-channel carry a separate data stream. The use of DMT modulation allows implementation of arbitrary power allocation in each frequency tone, allowing spectral shaping.

[0014] As shown in Figure 4, a DSL bundle 410 can consist of a number of subscriber lines 412 bundled together which, due to their close proximity, generate crosstalk. Near-end crosstalk (NEXT) 414 refers to crosstalk created by transmitters located on the same side as the receiver. Far-end crosstalk (FEXT) 416 refers to crosstalk created by transmitters located on the opposite side. NEXT typically is much larger than FEXT. The examples of the present invention presented herein use frequency duplexed systems for illustrative purposes.

(...)

[0027] Crosstalk coupling is strongest among the twisted-pairs in a binder group. Therefore, eliminating or mitigating self-FEXT within a binder group has the biggest performance benefit. "Unbundled" lines of different service providers may share a binder group which can result in the absence of collocation of the CO transceiver equipment.(...)

[0028] The crosstalk problem has been addressed before with some shortcomings. For example, in some systems, MIMO Minimum-Mean-Square-Error (MMSE) linear equalizers were derived. Another prior method employs the singular value decomposition to achieve crosstalk cancellation assuming co-location of both transmitters and receivers. Other earlier methods include "wider than Nyquist" transmitters which were shown to provide performance advantages compared to "Nyquist-limited" ones, and crosstalk cyclostationarity (induced by transmitter synchronization) combined with oversampling which were shown to result in higher SNR values.

[0029] The paper "A Multi-user Precoding Scheme achieving Crosstalk Cancellation with Application to DSL systems", by G. Gimis and J.M. Cioffi discloses a precoding method for DMT modulation combined with an optimal distribution of energy for a system with multiple users.

[0030] None of the earlier methods or systems provided a relatively simple and effective reduction in crosstalk interference in wireline communication systems. However, vectored transmission (as defined in this invention) can achieve a high degree of crosstalk reduction without unreasonable complexity. Moreover, the use of vectored transmission can accommodate the approaching architectural changes coming to DSL service as well as providing an opportunity for dynamic system management which can overcome the shortcomings of prior systems and methods.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

[0031] The present invention relates to a method and apparatus for dynamically controlling a digital communication system, such as a DSL system, according to the accompanying claims.

[0032] Further details and advantages of the invention are provided in the following Detailed Description and the associated Figures.

(...)

VECTORED TRANSMISSION

[0074] In the following example, vectored transmission for DSL systems is explained. (...)

Channel Model and DMT Transmission

(...)

[0076] Two fundamental assumptions are used in connection with this discussion of a preferred embodiment. First, all users employ block transmission with a cyclic prefix (CP) of at least length v . Also, block transmission and reception at the CO/ONU are synchronized as illustrated in the timing diagram of Figure 9.

(...)

[0080] Applying Discrete Fourier Transform (DFT) modulation, which is known in the art, an Inverse Discrete Fourier Transform (IDFT) operation is performed on each transmitted data block (prior to appending the CP), and a DFT operation is performed on each received data block (after discarding the CP), thus yielding a channel description where the samples are stacked in groups corresponding to users, and each of the groups contains samples corresponding to tones. It is desirable to reorganize these samples for further processing by stacking in groups corresponding to tones, where each group contains samples corresponding to different users. To this end, a permutation matrix P having NL rows and NL columns is defined, which is composed of the $N \times N$ blocks P_{ij} where $i, j = 1, \dots, L$. The block P_{ij} contains all zeros, except for a one at position (j, i) . When matrix P is right-multiplied with a vector of size NL , the elements of P are re-ordered from L groups of N components into N groups of L components. Also, note that $P^{-1} = P^* = P$. Applying this reordering operation to both the transmitter and the receiver samples, yields:

$$\mathbf{Z}_i = \mathbf{T}_i \mathbf{U}_i + \mathbf{N}_i, i = 1, \dots, N \quad \text{Eq. (22)}$$

[0081] Therefore, $\mathbf{Z}_i$, $\mathbf{U}_i$ and $\mathbf{N}_i$ contain the received samples, transmitted symbols and noise samples of all users corresponding to tone i , and $\mathbf{T}_i$ fully characterizes MIMO transmission within tone i . In the following, a distinction between upstream and downstream will be made by adopting the notation $T_{i,up}$ and $T_{i,down}$.

[0082] Equation (22) shows that crosstalk cancellation can be performed independently in each tone. Therefore, as explained in more detail below, an array of canceller blocks can be employed at the CO/ONU to remove crosstalk within each tone for upstream communication. Similarly, precoder blocks can be used at the CO/ONU to pre-distort the transmitted signals within each tone, so that signals received at the CPE are crosstalk-free. Determining the parameters of the canceller/precoder blocks relies on perfect knowledge of the channel matrix and noise covariance matrix at the CO/ONU. This assumption is reasonable for DSL, since the twisted pair channels are stationary, and systems can afford training-based channel identification during initialization.
(...)

Crosstalk Cancellation via QR Decomposition

[0085] Starting with Equation (22), the methods to remove crosstalk within each tone are described first for upstream and then for downstream communication. In the following, the matrices $T_{i,up}$ and $T_{i,down}$ are assumed to be non-singular (the justification for this assumption and the consequences of ill-conditioning are discussed below).

Upstream

[0086] For upstream transmission, the co-location of the CO/ONU transceiver equipment gives the opportunity to perform joint signal processing of the received samples. The computation of the QR decomposition of matrix $T_{i,up}$ yields:

$$T_{i,up} = Q_i R_i \quad \text{Eq. (23)}$$

where Q_i is a unitary matrix and R_i is an upper triangular matrix. If the received samples are "rotated/reflected" by Q_i then Equation (22) becomes:

$$\bar{Z}_i = Q_i^* Z_i \quad \text{Eq. (24)} = R_i U_i + \bar{N}_i \quad \text{Eq. (25)}$$

where $\bar{N}_i = Q_i^* N_i$ has an identity covariance matrix. Since R_i is upper triangular and $\bar{N}_i$ has uncorrelated components, the input U_i can be recovered by back-substitution combined with symbol-by-symbol detection. Thus, as seen in Figure 11, a decision feedback structure 1100 is created with the feedforward matrix module 1110 using Q_i^* and the feedback matrix module 1120 using $I - R_i$. The detection of the k^{th} element of U_i is expressed as:

$$(\hat{U})_k = \text{dec} \left[\frac{1}{r'_{k,k}} \left(\bar{Z}_i \right)_k - \sum_{j=k+1}^L \frac{r'_{k,j}}{r'_{j,j}} (\hat{U})_j \right], k = L, L-1, \dots, 1 \quad \text{Eq. (26)}$$

where $r'_{k,j}$ is the (k, j) element of R_i . Assuming that the previous decisions are correct, crosstalk is completely cancelled, and L "parallel" channels are created within each tone. The operations described above can be used to define a preferred canceller block corresponding to a single tone, which is shown in Figure 11. Combining the canceller blocks of all tones, and taking into account DMT transmission, a system 1200 for upstream vectored DMT transmission is shown in Figure 12. The transmitters 1210-1 through 1210-L send their

respective signals through channel 1220. The receivers 1230-1 through 1230-L receive the signals from channel 1220 and process the received signals using canceller blocks 1240-1 through 1240-L which, in the preferred embodiment, resemble the block of Figure 11.

Downstream

[0087] For downstream transmission in the preferred embodiment, joint signal processing of the transmitted symbols is used. The QR decomposition of $T_{i,down}^T$ results in:

$$T_{i,down}^T = Q_i R_i \quad \text{Eq. (27)}$$

where again Q_i is a unitary matrix and R_i is an upper triangular matrix. Assuming that the symbols are "rotated/reflected" by Q_i^T prior to being transmitted:

$$U_i = Q_i^T U_i' \quad \text{Eq. (28)}$$

So, choosing:

$$(U_i')_k = \Gamma_{M_{i,k}} \left[\left(\tilde{U}_i \right)_k - \sum_{j=1}^{k-1} \frac{r'_{j,k}}{r'_{k,k}} (U_i')_j \right], k = 1, 2, \dots, L \quad \text{Eq.(29)}$$

crosstalk-free reception is achieved, where the transmitted symbols in tone i are the elements of $\tilde{U}_i$. (...)

where $\Gamma_{M_{i,k}}$ is defined as:

$$\Gamma_{M_{i,k}}[x] = x - M_{i,k} d \left[\frac{x + \frac{M_{i,k} d}{2}}{M_{i,k} d} \right] \quad \text{Eq.(31)}$$

And $M_{i,k}$ is the constellation size of user k on tone i , while d is the constellation point spacing. (...).

These operations result in:

$$\hat{Z}_i = \tilde{U}_i + [\text{diag}(R_i^T)]^{-1} N_i \quad \text{Eq.(32)}$$

which implies crosstalk-free reception. The preferred MIMO precoder described above corresponds to a single tone and is shown in Figure 13. Combining the precoders of all tones and including the DMT transmitters and receivers, the vectored DMT system for downstream transmission is shown in Figure 14. This system resembles the system of Figure 12, except

that signals are "preprocessed" with precoders 1420-1 through 1420-L before being sent by the system transmitters 1410-1 through 1410-L, respectively.

[0088] Assuming that transmit and receive filtering at the CO/ONU and at the CPE is identical, and noise within a tone has the same statistics for all users, the reciprocity property for twisted pair transmission implies that $T_{i,up} = T_{i,down}$. In that case, Equations (23) and (27) give the QR decomposition of the same matrix.

[0089] For the upstream channel, regardless of the loop topology, the diagonal element of a column of T_i is larger in magnitude than the off-diagonal elements of the same column. This occurs because, in upstream transmission, the crosstalk coupled signal originating from a specific transmitter can never exceed the "directly" received signal of the same transmitter, and typically the magnitude difference is more than 20 dB. The insertion loss of a signal is always smaller than the coupling loss that it experiences when it propagates into a neighboring pair.

[0090] Visualizing the columns of T_i in vector space, it is seen that the columns are almost orthogonal to each other, which implies that Q_i is close to being an identity matrix. Thus, the magnitudes of the diagonal elements of R_i do not differ significantly from those of the diagonal elements of T_i , which indicates that QR cancellation performs almost as good as crosstalk removal. (...)

[0091] The preceding discussion concerning upstream transmission can be readily extended to downstream transmission by starting with the observation that the crosstalk signals at a specific receiver can never exceed the magnitude of a "directly" received signal.

Alternatively, the same conclusions can be reached by using the transpose relationship between the upstream and downstream channel matrices.

[0092] The computational cost incurred by the QR cancellation is decomposed into the cost of the QR decompositions and the cost associated with signal processing. DSL channels are stationary, so the QR decompositions need to be computed infrequently (preferably during initialization). (...) On the other hand, the real-time computational burden due to the canceller and precoder blocks cannot be reduced. In a straightforward implementation, the operations dominating the total cost are those of Equations (24) and (28).

[0093] Although the assumption of perfect channel matrix knowledge is reasonable in the given environment, it is still worth briefly considering the effects of channel estimation errors. (...) A similar analysis can be applied for downstream communication, but modulo arithmetic complicates the expressions. Ignoring the modulo operations, the effects of the estimation errors can be separated into a detection bias term and a residual crosstalk term.

[0094] The results of this analysis reveal that the impact of channel estimation errors is aggravated when any of the diagonal elements of $\hat{R}_i$ are small. Although channel matrix singularity is almost impossible in the DSL environment, an ill-conditioned channel (implying small diagonal elements) cannot be ruled out, thus increasing the impact of channel estimation errors and posing several computational problems. Such cases arise in high frequencies (for example, in loop topologies that have extreme loop length differences) or in the presence of bridged taps. Nevertheless, the energy allocation algorithms discussed below prevent the occurrence of such phenomena by not allowing transmission in frequencies where the diagonal elements of R_i are small.

[0095] As seen above, the elimination of crosstalk in the signals of a system will substantially improve performance of the system. Optimizing energy allocations in the system, when taken in conjunction with the crosstalk elimination likewise improves system performance. Also, as noted above, appropriate energy allocation can help avoid problems resulting from the impact of estimation errors in ill-conditioned channels.

Transmission Optimization

[0096] "Transmission optimization" as used in the following example will refer to maximization of a weighted data rate sum. However, in the broadest sense of the present invention, the term "optimization" is not so limited. Optimization may also mean determining the maximum rates available and allocating or provisioning available resources (including data rates for various users) within a digital communication system.

[0097] The methods disclosed in the following discussion concern energy allocation in frequency generally, energy allocation in frequency while observing constraints on induced crosstalk, and energy allocation combined with upstream/downstream frequency selection.

Energy Allocation in General

[0098] The optimization objective is the maximization of the weighted sum of the data rates of all users:

$$\max \sum_{k=1}^L a_k R_k \quad \text{Eq. (33)}$$

Where $a_k \geq 0$ is the weight assigned to the k^{th} user, and R_k is the achievable data rate of the k^{th} user, which may refer to either the upstream or the downstream direction. In order to compute the data rate, an appropriate known gap approximation is employed. Taking into account the fact that vectoring essentially "diagonalizes" the channel (and assuming no error propagation in the upstream direction), the upstream and downstream achievable rates are obtained:

$$R_{k,up} = \sum_{l \in N_{up}} \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{|r'_{k,k}|^2 \epsilon'_{k,up}}{\Gamma} \right) \quad \text{Eq. (34)}$$

$$R_{k,down} = \sum_{l \in N_{down}} \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{|r'_{k,k}|^2 \epsilon'_{k,down}}{\Gamma} \right) \quad \text{Eq. (35)}$$

where Γ [lees 'Γ', zie WO 008, p. 36, hof] is defined as the transmission gap, and depends on the probability of error requirement, the coding gain and the required margin [lees: 'margin', zie WO 008, p. 36, hof]. Also, N_{up} and N_{down} are the sets of upstream and downstream tone indices correspondingly (...). Error propagation effects are generally limited since DSL systems operate at very small probabilities of error.

[0099] The parameters with respect to which optimization takes place are

$\epsilon'_{k,up}$ for upstream and $\epsilon'_{k,down}$ for downstream transmission. These parameters are constrained by limits on the transmitted energy. In upstream transmission, the total transmit energy is constrained by:

$$\sum_{l \in N_{k,up}} \varepsilon_k^l \leq \varepsilon_{k,up} \quad \text{Eq. (36)}$$

Where ε_k^l is the energy of $(U_l)_k$ in Equation (25), and $\varepsilon_{k,up}$ is the maximum allowed upstream transmitted energy of user k . Since $\varepsilon_{k,up}^l = \varepsilon_k^l$, it is deducted that:

$$\sum_{l \in N_{k,up}} \varepsilon_{k,up}^l \leq \varepsilon_{k,up} \quad \text{Eq. (37)}$$

In downstream transmission, the total transmit energy constraint is expressed as:

$$\sum_{l \in N_{k,down}} \varepsilon_k^l \leq \varepsilon_{k,down} \quad \text{Eq. (38)}$$

Where ε_k^l is the energy of $(U_l)_k$ in Equation (21) [lees: '(28)', hof], and $\varepsilon_{k,down}$ is the maximum allowed downstream transmitted energy of user k . Unfortunately, this constraint does not translate directly to a constraint for $\tilde{\varepsilon}_k^l = \varepsilon_{k,down}^l$ due to non-linear precoding. [0100] However, simulation results for extreme loop topologies indicate that use of the preferred precoder described above does not result in considerable correlation between the transmitted signals of different users. It is reasonable to assume that this result holds generally, since the simulated loops correspond to a worst-case situation with regard to the crosstalk coupling.

[0101] Therefore, the approximation $\varepsilon_k^l \approx \tilde{\varepsilon}_k^l = \varepsilon_{k,down}^l$ is made and Equation (38) for downstream becomes:

$$\sum_{l \in N_{k,down}} \varepsilon_{k,down}^l \leq \varepsilon_{k,down} \quad \text{Eq. (39)}$$

[0102] With this in mind, it is seen that the energy allocation problem of Equation (33) becomes independent for each user, and thus the a_k weights are irrelevant in this scenario. The optimization problem for each transmission direction is broken into k waterfilling problems (...)

Solutions to these problems can be derived using known techniques. The resulting transmission spectra are optimal in the context of vectored DMT.

2.6 Het octrooischrift bevat onder meer de volgende tekeningen:

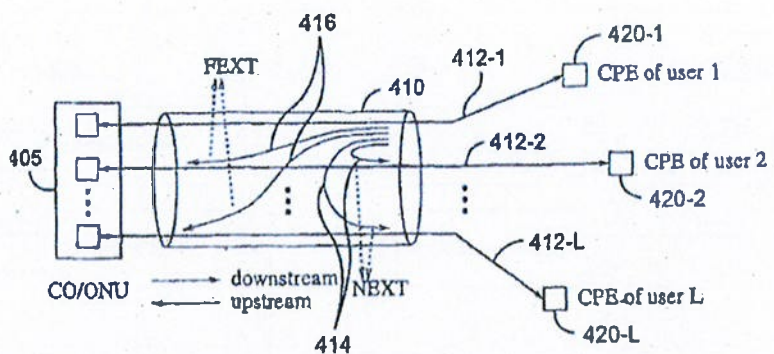


FIG. 4

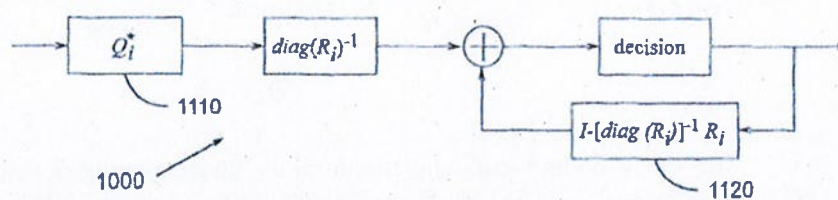


FIG. 11

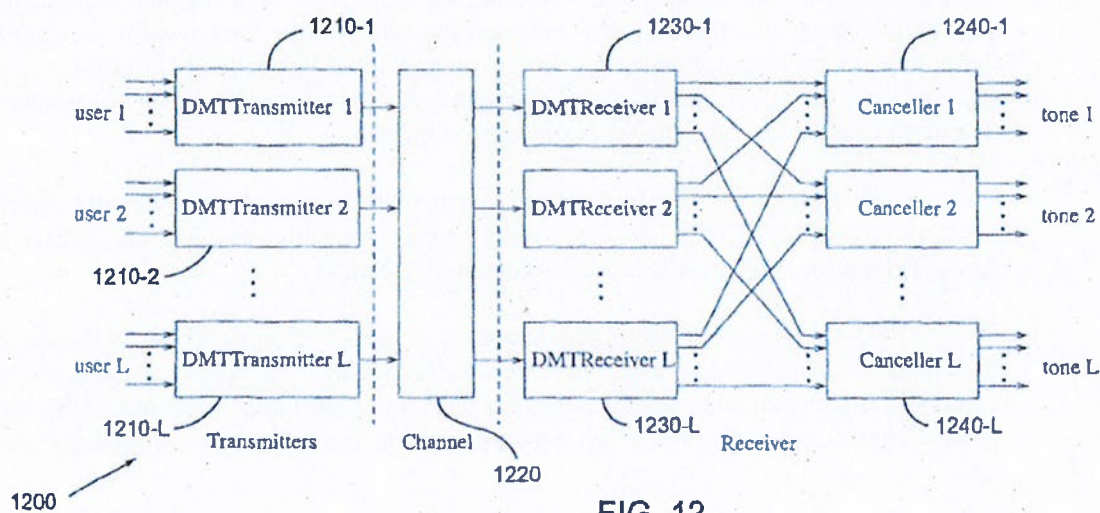


FIG. 12

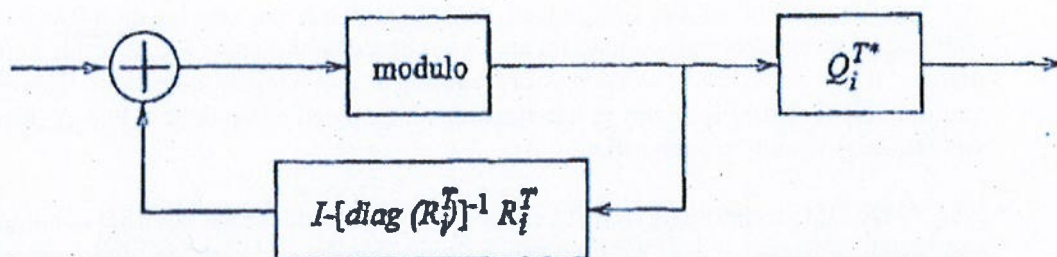


FIG. 13

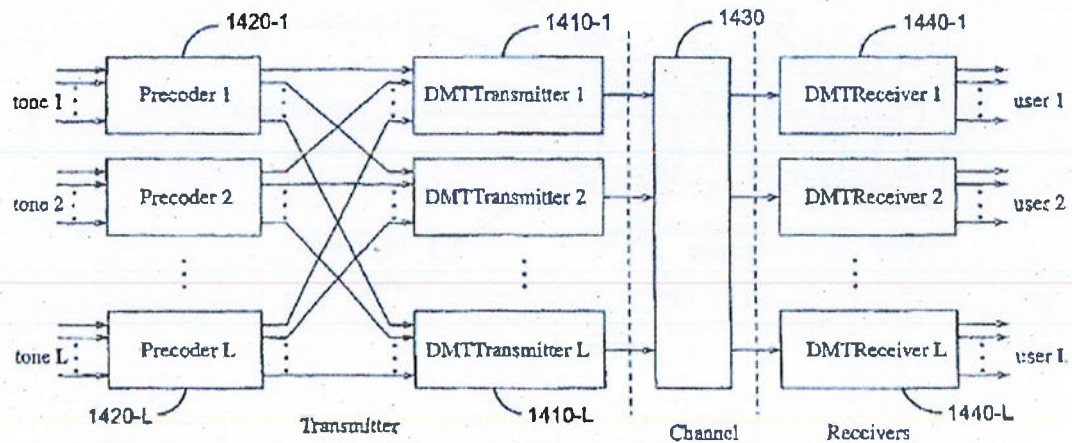


FIG. 14

2.7 EP 456 is, onder meer, aangemeld bij de International Telecommunications Union (ITU) als essentieel voor de ITU-T standaard G.993.5 getiteld 'Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers' (hierna ook: G.vector standaard). Deze standaard staat ook wel bekend als 'vectored-VDSL2'. Het is een standaard op het gebied van digitale gegevenscommunicatie over de vaste telefoonlijn. De G.vector standaard wordt geïmplementeerd in combinatie met standaard G.933.2 (beter bekend als VDSL2, een opvolger van ADSL) en maakt snellere breedbandtoegang mogelijk, in het bijzonder om transmissiesnelheden van 100 MB/s of hoger te behalen.

2.8 ASSIA heeft van Stanford op 16 augustus 2016 een exclusieve licentie verkregen voor, onder andere, EP 456. Mede-uitvinder Cioffi is oprichter en CEO van ASSIA. I. Kanellakopoulos is Consulting Chief Scientist bij ASSIA.

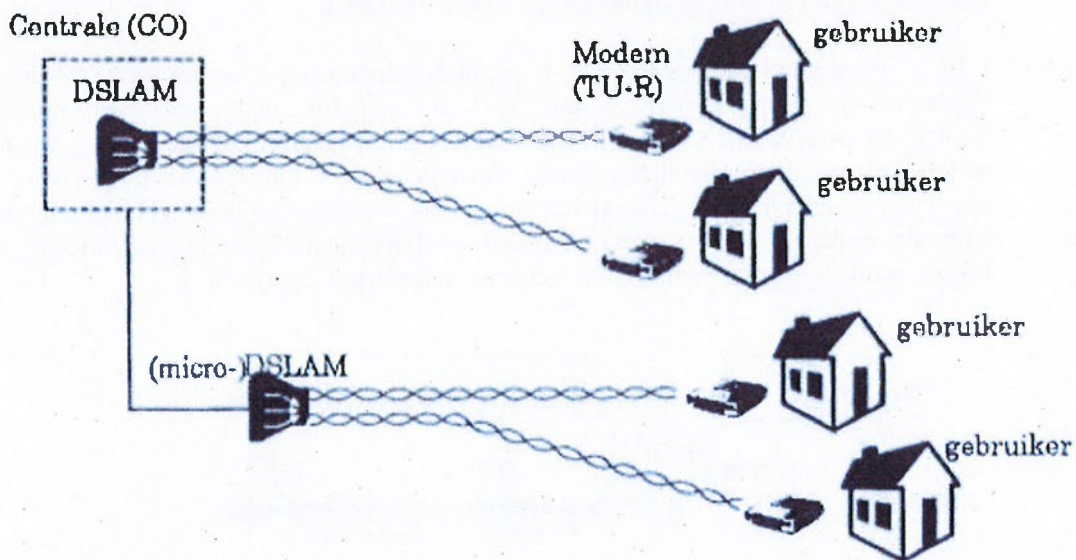
2.9 KPN c.s. past de G.vector standaard toe in haar (vectored) VDSL systemen. Nokia levert daartoe aan KPN c.s. onder meer de voor toepassing van haar breedbandarchitectuur essentiële zogenoemde Digital Subscriber Line Access Multiplexer (hierna: "DSLAM"). Dit product maakt onderdeel uit van het netwerk-systeem van KPN en wordt gebruikt door KPN c.s.

2.10 Het octrooi is gericht op toepassing in een digitaal communicatiesysteem waarbij de gegevens naar de gebruiker worden verzonden via een gedraaid paar ('twisted pair') koperen telefoonlijnen (hierna ook: de koperparen of (gebruiks)lijnen). De DSL-technologie (DSL staat voor Digital Subscriber Line) maakt het mogelijk om aan veel huishoudens op hoge snelheid gegevenscommunicatie te leveren voor breedbandtoegang via dezelfde koperen draden / lijnen die gebruikt worden voor traditionele spraaktelefoondiensten. Gebruikslijnen van individuele gebruikers zijn in het algemeen in groepen gebundeld in kabels (hierna ook wel bundels) vanuit verdeelkasten.

2.11 De DSL-technologie omvat een reeks formele standaarden voor het communiceren van breedbandsignalen over koperen lijnen. In de loop der tijd zijn de DSL-standaarden geëvolueerd onder andere om steeds hogere datasnelheden mogelijk te maken. De achtereenvolgende standaarden, van meest 'eenvoudig' naar meest geavanceerd, zijn onder

meer: ADSL, ADSL2, ADSL2plus, VDSL, VDSL2, G.vector en G.fast. In deze zaak gaat het om een geavanceerde vorm van DSL, die zeer snelle communicatie en verzending van grote bestanden mogelijk maakt, te weten vectored-VDSL2 (Very high speed-DSL2) oftewel de G.vector standaard. In deze standaard is voor het eerst de hierna te bespreken 'vectoring' toegepast.

2.12 De structuur van het communicatiesysteem vanaf de centrale (CO) via een al dan niet op afstand van de CO gelegen 'verdeelkast', bij VDSL ook wel aangeduid als DSLAM, naar de (eind)gebruikers is hieronder schematisch weergegeven. In het octrooi wordt (de kant van) de gebruiker ook aangeduid met Consumer Premises Equipment, afgekort CPE (zie 2.6, fig. 2 en 4). De DSLAM (lokale verdeelkast) vormt als het ware een schakel tussen de centrale van de aanbieder en het modem van de gebruiker. De verbinding tussen de CO en de DSLAM verloopt in het algemeen via glasvezelkabels, terwijl de verbinding van de DSLAM naar de Customer Premises Equipment (CPE) van de eindgebruiker via de genoemde koperparen verloopt. Zowel in de DSLAM als bij de gebruikers bevindt zich een modem. Alleen modems aan de gebruikerskant zijn in de figuur ingetekend.



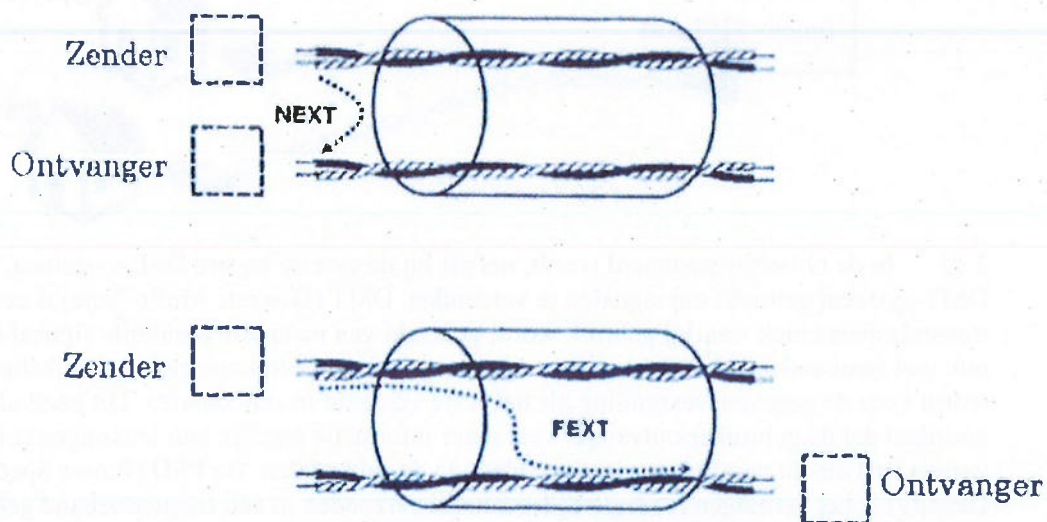
2.13 In de G.vector standaard wordt, net als bij de meeste andere DSL-systemen, een DMT-systeem gebruikt om signalen te verzenden. DMT (Discrete Multi-Tone) is een transmissietechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van meerdere parallelle signaal-kanalen, ook wel frequentie(s)-banden of tonen genoemd, binnen één koperpaar/gebruikslijn. De lijn wordt voor de gegevensverzending als het ware verdeeld in sub-kanalen. Dit heeft als voordeel dat de gebruiker/ontvanger veel meer informatie tegelijk kan ontvangen (of verzenden) omdat parallel wordt verzonden via de subkanalen. De PSD (Power Spectral Density) is het vermogen (energie/tijdseenheid) verzonden in een frequentieband gedeeld door de breedte van die frequentieband. Door de PSD te wijzigen kunnen sub-kanalen als het ware harder of zachter worden gezet.

2.14 DMT-modulatie maakt het mogelijk dat een gebruiker willekeurig energie kan toewijzen in de verschillende tonen van zijn lijn, zonder dat dit invloed heeft op of beïnvloed wordt door de energie die hij in de andere tonen toewijst, een en ander binnen de geldende beperkingen voor het totale aan alle tonen toe te wijzen vermogen en de maximaal aan een individuele toon toe te wijzen vermogen. Dergelijke maxima worden door regelgevende

instanties opgelegd en worden ook aangeduid met 'PSD-mask'. Conventionele of één-dimensionale waterfilling is een energietoewijzingsmethode waarbij een gebruiker eerst de meeste energie toewijst aan die tonen waar relatief de minste ruis is (en de noise-to-signal ratio laag is).

2.15 Het feit dat meerdere koperparen in één kabel zijn gebundeld kan leiden tot een aanzienlijke (elektromagnetische) interferentie tussen parallelle lijnen. Dit verschijnsel staat bekend als overspraak (in de terminologie van het octrooi: 'crosstalk'). Dit leidt ertoe dat elk signaal dat aan het einde van een lijn door een modem wordt ontvangen, over het algemeen niet alleen het verzonden signaal van het specifieke koperpaar omvat (dat zelf door de afstand al tot op zekere hoogte wordt verzwakt en vervormd), maar eveneens vervormde signalen die worden uitgezonden op naburige koperparen (overspraaksignalen). De overspraaksignalen (ruis) verminderen de zogenoemde signaal-ruisverhouding (Signal to Noise Ratio, SNR) van het ontvangende modem. Signalen die over naastgelegen lijnen worden verzonden zijn daarom in zekere zin met elkaar verweven. Overspraak leidt ertoe dat dataoverdrachtssnelheden over één of meer van de betrokken koperparen (significant) kunnen afnemen. Overspraak is voornamelijk een probleem bij hogere frequenties die worden gebruikt in DSL systemen zoals VDSL en G.fast.

2.16 Er kunnen twee vormen van overspraak optreden: (i) overspraak die wordt ervaren bij de ontvanger door zenders aan dezelfde kant van de lijn als de ontvanger, aangeduid als Near-end crosstalk (NEXT), en (ii) overspraak die ontstaat door zenders die zich aan de andere kant van de lijn bevinden dan de ontvanger, m.a.w. interferentie tussen twee koperparen van een kabel gemeten aan het andere uiteinde van de kabel ten opzichte van de storende zender. Deze vorm van overspraak staat bekend als Far-end crosstalk, afgekort als FEXT. Beide vormen zijn hieronder schematisch weergegeven.



2.17 Overspraak vanaf een lijn hangt samen met het vermogen (de toegewezen energie), waarmee de signalen over die lijn worden verzonden. Zo kunnen de gevolgen van overspraak op een bepaalde band of toon binnen een lijn vanaf andere lijnen worden verminderd door de energie per tijdseenheid van het signaal dat over dat sub-kanaal verstuurd wordt, te verhogen. Dit resulteert in een hogere SNR. Aan de andere kant zal verhoging van de SNR op (een frequentie binnen) een lijn (door verhoging van de PSD), de overspraak op een sub-kanaal met overlappend frequentiespectrum in parallelle lijnen juist verhogen. In een multi-user

systeem zoals DSL is energie-allocatie (de toewijzing van energie aan te verzenden signalen) daarom een belangrijke factor die van invloed is op de haalbare datasnelheid.

2.18 Overspraak kan gecompenseerd worden door middel van 'vectoring'. Dit is in het octrooi beschreven in [0074] e.v. in het hoofdstuk 'Vectored Transmission'. Bij vectoring wordt een wiskundig model gemaakt om te bepalen hoe de signalen in een lijn en de signalen in andere lijnen elkaar over en weer beïnvloeden, met andere woorden, wat de overspraak is. Dit model wordt vervolgens gebruikt om de effecten van overspraak te compenseren. Door deze compensatie wordt bewerkstelligd dat de ontvanger ontvangt wat wordt beoogd, doordat het effect van overspraak zoveel mogelijk wordt weggenomen. Met het van de overspraak gemaakte model wordt crosstalk vervolgens op twee manieren, afhankelijk van de communicatierichting, tegengegaan.

2.19 Communicatie vanaf de CO/DSLAM naar de gebruiker (of CPE) wordt aangeduid als 'downstream', terwijl communicatie van de gebruiker naar de DSLAM 'upstream' wordt genoemd (zie figuur 4 van EP 456). Vectoring vindt plaats in de DSLAM, waar de gebundelde lijnen samen komen. Crosstalk in de downstream richting wordt al vóór verzending van het signaal aan de gebruiker gecompenseerd. Dit wordt bewerkstelligd door middel van zogenoemde 'precoder blocks' waardoor het signaal zo wordt 'voorvervormd' of geprecompenseerd dat het na beïnvloeding door overspraak (en ruis) bij ontvangst overeenkomt met het oorspronkelijke, gewenste signaal. Upstream wordt het effect van overspraak (en ruis) na ontvangst van het signaal gecompenseerd met behulp van zogenoemde 'canceller blocks', nadat de data is aangekomen bij de DSLAM, zodat per saldo zo veel mogelijk het signaal overblijft dat oorspronkelijk door de transmitter was verzonden. Dit wordt aangeduid als, respectievelijk, precoding en cancellation.

2.20 Het octrooi ziet op het neutraliseren van de effecten van overspraak tussen gebruikslijnen die in een bundel vertrekken vanuit dezelfde verdeelkast, zowel downstream (van de centrale of verdeelkast naar de gebruiker) als upstream (van de gebruiker naar de centrale). Vectoring kan leiden tot een energietoename op een lijn, waardoor de kwaliteit van andere lijnen kan worden beïnvloed. Het octrooi voorziet in een oplossing van het energie-allocatieprobleem in combinatie met vectoring.

2.21 Het hiervoor in r.o. 2.18 bedoelde wiskundige model is een kanaalmatrix. Vergelijking (20) kan in matrixvorm als volgt worden weergegeven:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & H_{1,2} & \cdots & H_{1,L} \\ H_{2,1} & H_{2,2} & \cdots & H_{2,L} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{L,1} & H_{L,2} & \cdots & H_{L,L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_L \end{bmatrix}$$

In vergelijking 22 staat T_i voor de kanaalmatrix die de volledige transmissie van alle gebruikers in toon i kenmerkt. De in EP 456 beschreven vorm van vectoring veronderstelt perfecte kennis van de kanaalmatrix T_i . EP 456 vermeldt (in par. [0088] en [0091]) dat de upstream en downstream kanaalmatrices in een 'duale' of 'transpose' relatie tot elkaar staan, dat wil zeggen dat de kanaalmatrices over de hoofddiagonaal ten opzichte van elkaar zijn gespiegeld; de upstream-kanaalmatrix $T_{i,up}$ is gelijk aan de getransponeerde kanaalmatrix voor downstream, $T_{i,down}^T$.

2.22 De elementen op de hoofddiagonaal van de kanaalmatrix vertegenwoordigen het te verzenden signaal, de elementen daarbuiten vertegenwoordigen de overspraak van/naar andere lijnen. Het doel en resultaat van vectoring is dat de elementen buiten de hoofddiagonaal worden verwijderd (vgl par. [0098] van EP 456: “vectoring essentially ‘diagonalizes’ the channel”). Een matrix waarvan de absolute waarde van een element op de diagonaal groter is dan de som van de absolute waarde van alle andere elementen in de rij (respectievelijk kolom) is een rij-gewijze (respectievelijk kolom-gewijze) diagonaal dominante matrix. Bij een identiteits- of eenheidsmatrix zijn alle elementen op de hoofddiagonaal gelijk aan één en hebben alle andere elementen de waarde nul. In par. [0089] – [0091] van EP 456 wordt beschreven dat de DSL-kanaalmatrix diagonaal dominant is (upstream kolom-gewijs en downstream rij-gewijs), waarbij het verschil in vermogen tussen de directe signalen en de overspraaksignalen meer dan 20dB (dus minstens 100 keer krachtiger) is.

2.23 De aan upstream crosstalk cancellation ten grondslag liggende berekeningen worden uiteengezet in par. [0086] van het octrooi. Vergelijking (25)

$$\tilde{\mathbf{Z}}_i = \mathbf{R}_i \mathbf{U}_i + \tilde{\mathbf{N}}_i$$

kan in een voorbeeld met vier gebruikers in matrixvorm als volgt worden weergegeven:

$$\begin{bmatrix} \tilde{Z}_1 \\ \tilde{Z}_2 \\ \tilde{Z}_3 \\ \tilde{Z}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 0 & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ 0 & 0 & r_{33} & r_{34} \\ 0 & 0 & 0 & r_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tilde{N}_1 \\ \tilde{N}_2 \\ \tilde{N}_3 \\ \tilde{N}_4 \end{bmatrix}$$

waarin Z staat voor het ontvangen signaal, R voor datasnelheid U voor het verzonden signaal en N voor (niet door overspraak veroorzaakte) ruis. Aangezien R bekend is uit de kanaalmatrix en N statistisch bekend is, kan het verzonden signaal U, dat is verzwakt door de lijn (attenuation) en vervormd door overspraak en ruis, worden geschat door middel van een proces van terug-substitutie (‘feedback’) dat in vergelijking (26) is weergegeven:

$$(\hat{\mathbf{U}})_k = \text{dec} \left[\frac{1}{r_{k,k}^i} \left(\tilde{\mathbf{Z}}_i \right)_k - \sum_{j=k+1}^L \frac{r_{k,j}^i}{r_{k,k}^i} (\hat{\mathbf{U}})_j \right], k = L, L-1, \dots, 1 \quad \text{Eq. (26)}$$

$(\hat{\mathbf{U}})_k$ staat daarin voor het geschatte verzonden signaal door gebruiker k, het element ‘dec’ in de vergelijking staat voor ‘decision operator’. Het effect van die functie is dat de externe (niet door overspraak veroorzaakte) ruis, die anders door het feedback-proces wordt versterkt doordat deze doorwerkt naar alle andere lijnen (ook aangeduid als ‘noise-propagation’), wordt weggefilterd.

2.24 De bewerking die de in (par. [0087] e.v. van) EP 456 geopenbaarde preferred precoder uitvoert wordt wiskundig uitgedrukt in vergelijking (29), die hierna met verschillende kleuren is weergegeven (zoals opgenomen in de pleitnota van ASSIA):

$$(\mathbf{U}')_k = \Gamma_{M,i,k} \left[\left(\tilde{\mathbf{U}}_i \right)_k - \sum_{j=1}^{k-1} \frac{r_{j,k}^i}{r_{k,k}^i} (\mathbf{U}')_j \right], k = 1, 2, \dots, L \quad \text{Eq.(29)}$$

Hierin representeert het onderdeel $\Gamma_{M,k}$ de modulo-berekening. Toepassing van precoding leidt tot een zekere vervlechting van de signalen van verschillende gebruikers en daarmee tot een toename van de energie waarmee een signaal wordt verzonden. Als de energie van het verzonden signaal door toepassing van precoding zodanig stijgt dat deze boven een bepaalde vooraf bepaalde grenswaarde komt treedt de modulusfunctie in werking en wordt de energie van het daadwerkelijk verzonden signaal (na precoding) beperkt. Het gevolg van deze bewerking is dat de energie die door de gebruiker wordt toegewezen aan het signaal dat hij wil verzenden (vóór precoding) niet in een direct lineair (wiskundig) verband staat tot de energie waarmee het signaal daadwerkelijk wordt verzonden (ná precoding). Een precoder die deze bewerking uitvoert wordt daarom wel aangemerkt als een niet-lineaire precoder.

2.25 Tijdens de verleningsprocedure is de op 29 oktober 2000 verschenen publicatie "A Multi-Use Precoding Scheme achieving Crosstalk Cancellation with Application to DSL Systems" van Cioffi en Ginis, de (mede-)uitvinders van EP 456, aangemerkt als meest nabije stand van de techniek (hierna ook aangeduid als D1). Daarin wordt een vorm van precoding besproken waarbij gebruik wordt gemaakt van QR decompositie van de kanaalmatrix met behulp van een niet-lineaire precoder waar een modulo-bewerking deel van uitmaakt. De volgende passages zijn daarin (op p. 1628) opgenomen:

The first step is to obtain the QR decomposition of H^* :

$$H^* = QR \quad (2)$$

where Q is an $L \times L$ unitary matrix, and R is an $L \times L$ upper triangular matrix. After defining $\mathbf{x} = Q\mathbf{x}'$, we obtain:

$$\mathbf{y} = R^* \mathbf{x}' + \mathbf{n} \quad (3)$$

Observe that multiplying by Q simply serves to rotate the signal space, thereby causing no energy increase. It is now clear that crosstalk-free reception implies:

$$S\tilde{\mathbf{x}} = R^* \mathbf{x}' \quad (4)$$

where S is an $L \times L$ diagonal matrix, whose elements equal the diagonal elements of R^* . Also, $\tilde{\mathbf{x}}$ is an $L \times 1$ vector consisting of the symbols destined for the L users, and $\mathbf{x}'$ is an $L \times 1$ vector, which when multiplied by Q provides the channel input vector. Expanding the previous equation we get:

$$\begin{bmatrix} r_{11}\tilde{x}_1 \\ r_{22}\tilde{x}_2 \\ \vdots \\ r_{LL}\tilde{x}_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{L1} & r_{L2} & \cdots & r_{LL} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ \vdots \\ x'_L \end{bmatrix} \quad (5)$$

Thanks to the triangular structure, inversion is trivial and it amounts to the following precoding operation:

$$\begin{aligned} x'_1 &= \tilde{x}_1 \\ x'_2 &= \tilde{x}_2 - \frac{r_{21}}{r_{22}} x'_1 \\ &\vdots \\ x'_L &= \tilde{x}_L - \frac{r_{L,L-1}}{r_{LL}} x'_{L-1} - \cdots - \frac{r_{L1}}{r_{LL}} x'_1 \end{aligned} \quad (6)$$

However, this computation may lead to significant energy increase of $\mathbf{x}'$ (and subsequently of $\mathbf{x}$). This problem is analogous to the one encountered when the feedback section of a (single-user) DFE is moved to the transmitter, in order to prevent error propagation. In that case, the solution is to employ modulo arithmetic to bound the value of the transmitted signal. The original idea was proposed (almost simultaneously) by Tomlinson in [10] and Harashima in [6].

Extending the concept of modulo arithmetic to the "space" dimension, we modify the precoding operation as follows:

$$\begin{aligned} x'_1 &= \tilde{x}_1 \\ x'_2 &= \Gamma_{M_2} \left[\tilde{x}_2 - \frac{r_{21}}{r_{22}} x'_1 \right] \\ &\vdots \\ x'_L &= \Gamma_{M_L} \left[\tilde{x}_L - \frac{r_{L,L-1}}{r_{LL}} x'_{L-1} - \cdots - \frac{r_{L1}}{r_{LL}} x'_1 \right] \end{aligned} \quad (7)$$

In een multi-user systeem zoals DSL treedt altijd interferentie/overspraak op, wat van invloed is op het aan een signaal toe te wijzen zendvermogen. In D1 is voorgesteld het energie-toewijzingsprobleem op te lossen door gebruik te maken van een zogenaamde tweedimensionale vorm van waterfilling. Daarbij wordt niet alleen rekening gehouden met de signalen op de lijn van de gebruiker zelf, maar tevens met de overspraak die zijn signalen veroorzaken op, en ondervinden van signalen op de lijnen van andere gebruikers. Om die reden zijn voor deze vorm van energie-toewijzing complexe berekeningen nodig.

2.26 Conclusie 1 van EP 456 kan, in navolging van partijen, worden opgedeeld in de navolgende deelkenmerken:

-
- 1.a A method of controlling a digital communication system (700) in a Digital Subscriber Line (DSL) system
 - 1.b using Discrete Multi-tone communications
 - 1.c having a plurality of communication lines (710) on which signals are transmitted and received,
 - 1.d the signals being affected by interference during transmission,
 - 1.e each of the communication lines being used by a user, the method comprising the steps of:
 - 1.f during initialization, creating a model of the line, signal and interference characteristics of a communication line based on signals carried by other communication lines;
 - 1.g after initialization, processing signals carried on the communication line using the model to remove interference from signals carried on the other communication lines by coding the signals carried on the communication line using canceller or precoder blocks at receiver or transmitter locations, respectively, and
 - 1.h synchronizing transmissions of signals using synchronized block transmission and reception;
 - 1.i wherein creating a model includes performing training-based channel identification during initialization in response to the step of synchronizing,
 - 1.j the step of processing signals using the model to remove interference from signals includes determining the parameters of the canceller or of precoder blocks based on the training-based channel identification performed during initialization and in response to the synchronized block transmission and reception,
 - 1.k the method being **characterised by** including the further step of allocating energy in frequency independently within each of said communication lines being used by each said user.

3. Het geschil in eerste aanleg en de vorderingen in hoger beroep

3.1 ASSIA heeft in eerste aanleg KPN c.s. gedagvaard en vorderde – kort samengevat – primair een aan KPN c.s. op te leggen verbod direct of indirect inbreuk te maken op EP 456 en (meer) subsidiair een verklaring voor recht dat KPN c.s. inbreuk maakt op EP 456 en een veroordeling van KPN c.s. tot betaling van een (voorschot op een) licentievergoeding voor het gebruik van EP 456, voorts een veroordeling tot betaling van schadevergoeding en een bevel tot opgave van het aantal afnemers van diensten waarbij gebruik wordt gemaakt van EP 456, een en ander voor zover mogelijk op straffe van een dwangsom, uitvoerbaar bij voorraad en met vergoeding van KPN c.s. in de volgens 1019h Rv te begroten proceskosten.

3.2 ASSIA heeft – samengevat – aan haar vorderingen ten grondslag gelegd dat uit documentatie van KPN c.s. volgt dat zij vectored-VDSL aanbiedt met toepassing van (het protocol van) de G.vector standaard. Zij gebruikt daarvoor DSLAM producten van Nokia. Omdat onder meer conclusies 1 en 16 van EP 456 essentiële onderdelen zijn van die standaard, maakt KPN c.s. daarop inbreuk. KPN c.s. is niet ingegaan op het aanbod dat ASSIA op (F)RAND((Fair,) Reasonable and Non Discriminatory)-voorwaarden heeft gedaan om een licentie af te nemen, zodat ASSIA gerechtigd is om een verbod te vorderen.

3.3 Nokia heeft zich aan de zijde van KPN c.s. gevoegd, daartoe toegelaten bij vonnis van 19 december 2018. KPN c.s. en Nokia hebben vervolgens de werkafpraak gemaakt dat KPN c.s. het (F)RAND verweer voor haar rekening neemt en Nokia het technische verweer (ongeldigheid en niet-inbreuk) en zij hebben de gevoerde weren over en weer overgenomen.

Samengevat heeft Nokia c.s. het volgende verweer gevoerd: (i) ASSIA is niet ontvankelijk in haar vorderingen; (ii) het octrooi is niet essentieel voor de G.vector standaard, zodat toepassing van de standaard niet meebrengt dat KPN c.s. inbreuk maakt op EP 456. ASSIA heeft de inbreuk voorts onvoldoende onderbouwd; (iii) EP 456 is nietig vanwege gebrek aan nieuwheid (onder meer omdat EP 456 geen geldig beroep kan doen op de prioriteitsdocumenten), gebrek aan inventiviteit, wegens toegevoegde materie in, dan wel niet-nawerkbaarheid van de conclusies van EP 456. In (deels voorwaardelijke) reconventie vorderde Nokia c.s. onder verwijzing naar hetgeen zij in conventie had aangevoerd de vernietiging van het Nederlandse deel van EP 456 en een verklaring voor recht dat EP 456 in zijn geheel ongeldig is, met veroordeling van ASSIA in de volgens 1019h Rv te berekenen proceskosten.

3.4 De rechtbank heeft het niet-ontvankelijkheidsverweer van Nokia c.s. afgewezen. In conventie oordeelde de rechtbank dat het geschil was beperkt tot overspraak in de downstream richting. De vorderingen van ASSIA in conventie zijn afgewezen en in reconventie heeft de rechtbank conclusies 1-7, 9, 13, 14, 16 en 17 van het Nederlandse deel van EP 456 vernietigd wegens toegevoegde materie. ASSIA is veroordeeld in de proceskosten aan de zijde van Nokia c.s. op de voet van 1019h Rv, zulks uitvoerbaar bij voorraad.

3.5 In hoger beroep vordert ASSIA vernietiging van het bestreden vonnis en een aan KPN c.s. op te leggen verbod inbreuk te maken op het Nederlandse deel van EP 456, zulks op straffe van een dwangsom, door KPN c.s. vergoeding van de door de inbreuk door ASSIA geleden schade of winstafracht, opgave van diverse gegevens ook op straffe van een dwangsom, van Nokia c.s. terugbetaling van de inmiddels uit hoofde van het bestreden vonnis betaalde proceskosten en alsnog afwijzing van de vorderingen van Nokia c.s. in reconventie. In hoger beroep heeft ASSIA naast inbreuk in de downstream richting, ook inbreuk in de upstream richting aan haar vorderingen ten grondslag gelegd. Tevens heeft zij voor het geval het hof zou oordelen dat conclusie 1 en/of 16 ongeldig zou zijn een hulpverzoek voorgesteld, waarbij kort gezegd de onafhankelijke conclusies zijn gesplitst in afzonderlijke conclusies die beperkt zijn tot upstream cancellation of downstream precoding.

3.6 Onder verwijzing naar haar in eerste aanleg gevoerde verweer en enkele aanvullende nietigheidsargumenten vordert Nokia c.s. in principaal appel bekrachtiging van het bestreden vonnis, zowel in conventie als in reconventie. Zij heeft in incidenteel appel gegriefd tegen het achterwege blijven van de vernietiging van een deel van de conclusies van EP 456, de afwijzing van de verklaring voor recht en (onder de voorwaarde dat enige conclusie dan wel een hulpverzoek van EP 456 geldig wordt bevonden) tegen de afwijzing van haar niet-ontvankelijkheidsverweer. Zij vordert dat het hof het vonnis in zoverre vernietigt en alsnog haar vorderingen volledig toewijst en (voorwaardelijk) ASSIA niet-ontvankelijk verklaart in haar vorderingen.

3.7 ASSIA voert daartegen verweer en concludeert tot ongegrondverklaring van de incidentele grieven. Over en weer vorderen partijen de veroordeling, uitvoerbaar bij voorraad, van de andere partij in de proceskosten ex 1019h Rv.

4. Beoordeling

Principaal appel

4.1 Het hof is van oordeel dat de door ASSIA gerichte grieven tegen de overwegingen van de rechtbank, waarin zij oordeelt dat conclusies 1 en 16 van EP 456 toegevoegde materie bevatten (r.o. 4.26 – 4.48 van het bestreden vonnis), niet kunnen slagen. Het hof licht dit oordeel als volgt toe.

4.2 Zoals de rechtbank met juistheid heeft overwogen zijn wijzigingen van een Europese octrooiaanvraag ingevolge artikel 123 lid 2 EOV slechts toegestaan binnen de grenzen van hetgeen de vakman, in aanmerking genomen zijn algemene vakkennis op de prioriteitsdatum, rechtstreeks en ondubbelzinnig, impliciet dan wel expliciet, uit de oorspronkelijke aanvraag kan afleiden (de zogenaamde disclosure-test' of 'gouden standaard'). De ratio van die (voor in Nederland geldende octrooien in art. 75 lid sub c ROW neergelegde) regel is de bescherming van rechtszekerheid voor derden, die na de oorspronkelijke aanvraag niet met nieuwe technische informatie mogen worden geconfronteerd. Daarnaast wordt daarmee bereikt dat het octrooi in overeenstemming is met de op de prioriteitsdatum gedane uitvinding en wordt voorkomen dat de aanvrager van een octrooi een ongerechtvaardigd voordeel zou kunnen behalen door bescherming te claimen voor materie die niet is geopenbaard in de oorspronkelijke aanvraag.

4.3 Het in een conclusie opnemen van een kenmerk uit een bepaalde uitvoeringsvorm zonder de overige in verband met die uitvoeringsvorm geopenbaarde kenmerken mee te claimen, is een vorm van toegevoegde materie die ook wel wordt aangeduid als 'intermediate generalisation'. In de EOB-rechtspraak is de regel ontwikkeld dat het opnemen van een 'geïsoleerd' kenmerk in een conclusie slechts toelaatbaar is als het voor de vakman duidelijk is dat tussen het veralgemeniseerde kenmerk en de overige kenmerken van de uitvoeringsvorm waaruit het kenmerk is gehaald, geen functioneel of structureel verband bestaat ('not related or inextricably linked') en de openbaarmaking in zijn geheel de veralgemeniserende isolatie van dat kenmerk en introductie ervan in de conclusie rechtvaardigt ('the overall disclosure justifies the generalising isolation of the feature and its introduction into the claim'). Deze regel is evenwel een hulpmiddel; de hiervoor weergegeven disclosure-test blijft bepalend of van toegevoegde materie sprake is.

4.4 Het hof benadrukt dat het bij de beoordeling van de vraag of sprake is van ontoelaatbare toegevoegde materie, niet gaat om de vraag of een bepaalde uitleg, met de kennis van nu, in de oorspronkelijke aanvraag kan worden teruggevonden, maar dat beoordeeld dient te worden of die uitleg door de oorspronkelijke aanvraag in zijn geheel beschouwd, op de prioriteitsdatum aan de gemiddelde vakman, die gebruik maakt van zijn algemene vakkennis, direct en ondubbelzinnig, impliciet of expliciet, is geopenbaard. Uitsluitend datgene wat de gemiddelde vakman op grond van zijn algemene vakkennis als het ware 'vanzelf' meeleeft of logischerwijs voor hem daaruit voortvloeit, kan als (impliciet) geopenbaard worden beschouwd. De gemiddelde vakman wordt echter niet geacht in staat te zijn tot inventieve of creatieve gedachten. Voor zover voor een bepaalde uitleg van de oorspronkelijke aanvraag dergelijke gedachten noodzakelijk zijn, kan die uitleg niet geacht worden direct en ondubbelzinnig aan de gemiddelde vakman te zijn geopenbaard.

4.5 Tussen partijen bestaat geen verschil van mening over de persoon van de hier relevante gemiddelde vakman. Dat is een ingenieur met een universitaire graad in

elektrotechniek met kennis van de telecomsector en de verschillende DSL-standaarden. Het hof merkt op dat voor de vraag of bepaalde kennis op de prioriteitsdatum behoorde tot de algemene vakkennis van de gemiddelde vakman, betekenis kan toekomen aan publicaties van ná die datum, met name indien daaruit volgt dat bepaalde kennis ook ná die datum nog niet tot zijn algemene vakkennis behoorde.

4.6 Voor de beoordeling van toegevoegde materie geldt de tekst van WO 008 als de oorspronkelijke aanvraag van (de moederaanvraag van) EP 456. Nokia c.s. baseert haar argumenten uitsluitend op uitbreiding van materie ten opzichte van die aanvraag en niet (mede) op uitbreiding ten opzichte van de oorspronkelijke afgesplitste aanvraag uit 2010. Voor zover hier van belang, wijkt de beschrijving van WO 008 niet af van de hiervoor in 2.5 weergegeven beschrijving van EP 456. Aangezien in WO 008 alineanummers ontbreken zal gemakshalve naar WO 008 worden verwezen onder gebruikmaking van de alineanummers uit EP 456.

4.7 Deelkenmerk 1k is tijdens de verleningsprocedure aan conclusies 1 en 16 van EP 456 toegevoegd naar aanleiding van nieuwigheidsbezwaren van de examiner gebaseerd op D1 (zie r.o. 2.25). Tijdens de verleningsprocedure heeft ASSIA als basis voor die toevoeging verwezen naar par. [0095], par. [0102] en conclusies 10 en 11 van WO 008. In [0095] van WO 008 wordt in het algemeen vermeld dat optimalisatie van de energietoewijzing in combinatie met verwijdering van overspraak de prestaties van het systeem zal verbeteren. Over *onafhankelijke* energietoewijzing is daarin niets vermeld. Dat laatste geldt ook voor conclusies 10 en 11 van WO 008, die zien op maximalisering van de gewogen som van de datasnelheden van alle gebruikers. In par. [0102], waarin wordt voortgebouwd op de daaraan voorgaande paragrafen van het hoofdstuk Energy Allocation in General (par. [0098] – [0101]), wordt wel verwezen naar onafhankelijke energietoewijzing: ‘With this in mind, it is seen that the energy allocation problem of Equation (33) becomes independent for each user, and thus the a_k weights are irrelevant in this scenario’. Thans stelt ASSIA dat voor deelkenmerk 1k (ook) basis is te vinden in de vaststelling dat de DSL-kanaalmatrix sterk diagonaal dominant is (par. [0089] – [0091]).

4.8 Met deelkenmerk 1k wordt volgens ASSIA ‘onafhankelijke toewijzing van energie in de tonen van een gebruiker en over gebruikers’ onder bescherming gesteld. Daarmee wordt bedoeld dat de verdeling van de voor een gebruikerslijn beschikbare energie over de verschillende sub-kanalen (ook aangeduid als ‘tonen’) binnen een gebruikerslijn, niet wordt beïnvloed door en geen invloed heeft op de energietoewijzing of prestaties van de lijnen van andere gebruikers, zodat het niet nodig is om rekening te houden met het effect dat die energie(verdeling) heeft op andere lijnen en andersom, aldus ASSIA. In het hiernavolgende zal veronderstellenderwijs van de juistheid van deze uitleg van deelkenmerk 1k (die ook door de rechtbank is gehanteerd) worden uitgegaan.

4.9 Nokia c.s. stelt zich op het standpunt dat de onafhankelijke conclusies 1 en 16 van EP 456 toegevoegde materie bevatten, meer in het bijzonder ‘intermediate generalisation’, doordat deelkenmerk 1k niet is beperkt tot niet-lineaire vectoring en evenmin tot de specifieke in EP 456 beschreven precoder respectievelijk canceller, waarvan niet ter discussie staat dat die van het type ‘Zero Forcing’ precoder is. Volgens Nokia c.s. is de openbaarmaking van WO 008 beperkt tot onafhankelijke energietoewijzing in combinatie met vectoring onder gebruikmaking van de daarin beschreven niet-lineaire (preferred) precoder en canceller en wordt onafhankelijke energietoewijzing niet direct en ondubbelzinnig, impliciet dan wel expliciet aan de vakman geopenbaard in combinatie met

lineaire vectoring of zelfs maar een andere dan de beschreven preferred (niet-lineaire) precoder en canceller. Nokia c.s. meent verder dat ook andere kenmerken ten onrechte niet in conclusies 1 en 16 zijn opgenomen, zoals de diagonale dominantie van de kanaalmatrix en dat vectoring door middel van QR decompositie dient plaats te vinden. Deze additionele toegevoegde materie argumenten kunnen, zoals volgt uit het navolgende, buiten beschouwing blijven.

4.10 ASSIA bestrijdt dat conclusies 1 en 16 toegevoegde materie bevatten, stellende dat EP 456 betrekking heeft op 'vectoring' in het algemeen, zonder dat wat beschermingsomvang betreft een relevant onderscheid bestaat tussen lineaire of non-lineaire precoders of cancellers. De toevoeging van deelkenmerk 1k heeft alleen tot gevolg dat het octrooi daarmee is beperkt tot de combinatie van onafhankelijke energietoewijzing in combinatie met vectoring (in het algemeen), aldus ASSIA.

Downstream - precoding

4.11 Nokia c.s. heeft erop gewezen dat bij de vorm van precoding die in WO 008 wordt geopenbaard, blijkens vergelijking 29 gebruik wordt gemaakt van een modulo-bewerking, waaruit de gemiddelde vakman zou begrijpen dat het gaat om niet-lineaire precoding. De consequentie van het toepassen van de modulo-bewerking is dat er geen wiskundig lineaire relatie bestaat tussen de hoeveelheid energie die een gebruiker toewijst aan een door hem te verzenden signaal en de hoeveelheid energie die na toepassing van de precoder aan dat signaal daadwerkelijk wordt toegewezen (vgl. r.o. 2.24). Dit wordt tot uitdrukking gebracht in par. [0099] van de beschrijving, waar over de energietoewijzing in downstream transmission wordt vermeld:

In downstream transmission, the total transmit energy constraint is expressed as:

$$\sum_{i \in N_{\text{down}}} \varepsilon_k^i \leq \varepsilon_{k, \text{down}} \quad \text{Eq. (38)}$$

where ε_k^i is the energy of $(U_i)_k$ in Equation (21), and $\varepsilon_{k, \text{down}}$ is the maximum allowed downstream transmitted energy of user k . Unfortunately, this constraint does not translate directly to a constraint for $\tilde{\varepsilon}_k^i = \varepsilon_{k, \text{down}}^i$, due to non-linear precoding.

Vanwege het gebrek aan lineair verband tussen de energie voor en na de precoder zijn met de preferred precoder simulaties uitgevoerd om dit te onderzoeken. Dit alles wordt door ASSIA niet bestreden.

4.12 Partijen verschillen van mening over hetgeen met de daaropvolgende paragrafen aan de gemiddelde vakman wordt geopenbaard. In par. [0100] wordt vermeld:

However, simulation results for extreme loop topologies indicate that use of the preferred precoder described above does not result in considerable correlation between the transmitted signals of different users. It is reasonable to assume that this result holds generally, since the simulated loops correspond to a worst-case situation with regard to the crosstalk coupling.

waaruit in par. [0101] wordt afgeleid:

Therefore, the approximation $\varepsilon_k^l \approx \tilde{\varepsilon}_k^l = \varepsilon_{k,down}^l$ is made and Equation (38) for downstream becomes:

$$\sum_{i \in N_{down}} \varepsilon_{k,down}^i \leq \varepsilon_{k,down} \quad \text{Eq. (39)}$$

waarna in par. [0102] de conclusie wordt getrokken:

With this in mind, it is seen that the energy allocation problem of Equation (33) becomes independent for each user, and thus the a_k weights are irrelevant in this scenario. The optimization problem for each transmission direction is broken into k waterfilling problems expressed by:

(...)

4.13 ASSIA stelt zich op het standpunt dat de gemiddelde vakman uit paragraaf [0100] zou begrijpen dat bij de simulaties weliswaar gebruik is gemaakt van een niet-lineaire precoder met een modulofunctie, maar dat hij uit de zinsnede ‘does not result in considerable correlation between the transmitted signals of different users’ zou afleiden dat de energietoename ten gevolge van precoding zó beperkt is, dat de modulo-bewerking ‘niets doet’. Omdat de energie niet noemenswaardig stijgt, valt er ook niks te beperken. Ter zitting heeft ASSIA in dat verband toegelicht dat precoding gebaseerd is op het toevoegen van ‘precompensatiesignalen’ aan het signaal dat de gebruiker op zijn lijn wenst te versturen, die net zo groot zijn als, maar tegenovergesteld zijn aan, de overspraaksignalen op zijn lijn die moeten worden geneutraliseerd. Door het toevoegen van die precompensatiesignalen vindt (nog meer) vervlechting tussen de door de verschillende gebruikers verzonden signalen plaats (naast de vervlechting die al ten gevolge van overspraak optreedt). Dat leidt ertoe dat de energie waarmee signalen moeten worden verstuurd toeneemt. Door de vermelding in par. [0100] dat het gebruik van de preferred precoder ‘does not result in considerable correlation between the transmitted signals of different users’ is het echter duidelijk voor de gemiddelde vakman dat het gebruik van de precoder toch (tot uitdrukking gebracht door ‘However’) niet leidt tot een aanmerkelijke (additionale) vervlechting, en dus dat de energietoename door toepassing van de precoder (toch) niet aanmerkelijk is. Uit het achterwege blijven van een ‘considerable correlation’ zou de gemiddelde vakman daarom begrijpen dat de modulo-functie, die immers slechts in werking treedt indien een bepaald maximum energieniveau wordt overschreden, in wezen inactief is. Daaruit zou hij dan afleiden dat de modulo-bewerking niet nodig is, zodat ook een lineaire precoder (dus zonder modulo-bewerking) kan worden toegepast, aldus nog steeds ASSIA. Daarmee zou ook het gebruik van een lineaire precoder impliciet zijn geopenbaard.

4.14 Nokia c.s. heeft in reactie op dit standpunt van ASSIA aangevoerd dat de gemiddelde vakman uit de constatering ‘does not result in a considerable correlation ...’, niet zou afleiden dat de modulo-bewerking geen functie heeft, maar integendeel daaruit zou afleiden dat het achterwege blijven van de ‘considerable correlation’ het gevolg is van die modulo-bewerking. Daartoe heeft Nokia c.s. toegelicht dat de gemiddelde vakman begrijpt dat, vanwege de additionele vervlechting die het gevolg is van het toevoegen van de precompensatiesignalen bij precoding, de mogelijkheid bestaat dat de maximale hoeveelheid

energie die een gebruiker op zijn lijn mag toewijzen wordt overschreden en dat dit energie-overschrijdingsprobleem wordt opgelost door toepassing van de modulo-bewerking. Als gevolg daarvan zal de daadwerkelijk toegewezen energie aan het te verzenden signaal niet boven het toegestane maximum uitstijgen en is het zendvermogen van dat signaal voor precoding in wezen hetzelfde als daarna (vgl. par. 161/162 MvG).

4.15 ASSIA heeft weersproken dat de modulobewerking de energie aan de outputzijde van de precoder 'essentially the same' maakt als aan de inputzijde, zoals door Nokia gesteld. Ter onderbouwing heeft ASSIA (enkel) verwezen naar de hierna afgebeelde fig. 4.3 uit het proefschrift van Ginis:

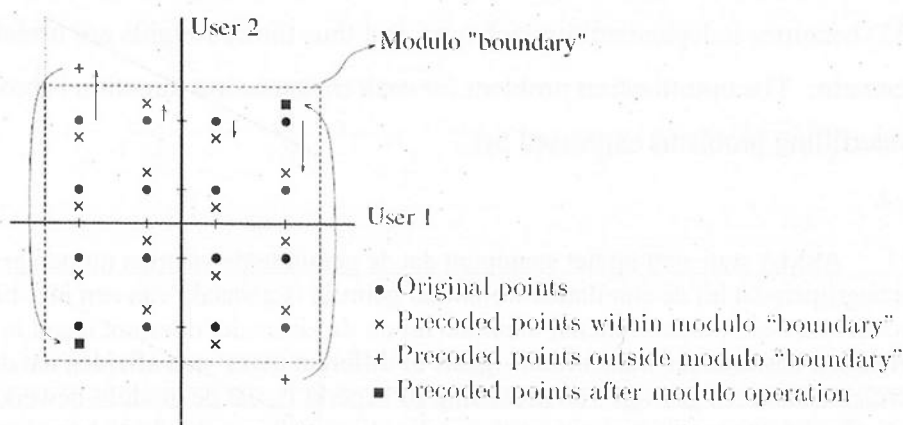


Figure 4.3: Effect of precoding on transmitted constellation for example of 2 users.

Zonder toelichting, die ontbreekt, kan uit deze figuur echter niet worden afgeleid dat de modulofunctie de energieën van de signalen niet gelijk maakt. Naar het oordeel van het hof onderschrijft die figuur eerder het standpunt van Nokia c.s.. De 'precoded points' komen steeds in de directe nabijheid van de 'original points' terecht. Ook de precoded points die ver van de original points en boven de toegestane limiet waren uitgekomen, komen na 'modulo operation' weer in de directe nabijheid van het original point terecht. De betwisting door ASSIA is derhalve onvoldoende steekhoudend, zodat het hof van de juistheid van het standpunt van Nokia c.s. uitgaat.

4.16 Nokia c.s. heeft verder toegelicht dat de toepassing van de modulo-bewerking – die leidt tot een energiebeperking – er logischerwijs ook toe zal leiden dat niet voor alle overspraak precompensatiesignalen kunnen worden toegevoegd, omdat de daarvoor benodigde energie niet beschikbaar is. Om die reden is de preferred precoder zo ingericht dat precies zulke precompensatiesignalen worden toegevoegd dat de meest storende overspraak zo effectief mogelijk wordt verwijderd, waardoor toch een aanvaardbaar resultaat wordt verkregen. Volgens Nokia c.s. begrijpt de gemiddelde vakman daarom dat het in par. [0100] genoemde ontbreken van een aanmerkelijke vervlechting juist het gevolg kan zijn van de modulo-bewerking. Ten gevolge van die bewerking wordt immers niet alleen de hoeveelheid energie die aan een signaal wordt toegewezen beperkt (zodat deze niet boven de toegestane limiet uitkomt en voor en na precoding ongeveer gelijk is), maar worden ook minder precompensatiesignalen verzonden, wat erin resulteert dat er minder (additionele) vervlechting tussen de signalen van de verschillende gebruikers optreedt. ASSIA heeft deze door Nokia c.s. gegeven uiteenzetting van de werking van de preferred precoder verder niet

gemotiveerd weersproken en ook niet bestreden dat de gemiddelde vakman op de prioriteitsdatum daarmee bekend was.

4.17 Het betoog van ASSIA dat het gebruik van achtereenvolgens de woorden 'Unfortunately' (laatste zin van par. [0099]), 'However' (aanvang par. [0100]) en 'Therefore' (aanvang par. [0101]) de gemiddelde vakman - niettemin - leidt tot de door ASSIA gestelde lezing wordt verworpen. Dat woordgebruik ziet op het 'helaas' ontbreken van de lineaire relatie tussen het energieniveau van de te verzenden respectievelijk daadwerkelijk verzonden signalen voor en na de precoder vanwege de modulo-bewerking, de constatering dat 'echter' uit simulaties is gebleken dat bij gebruik van de preferred precoder geen aanmerkelijke verstrengeling optreedt tussen de signalen van de verschillende gebruikers en dat 'daarom' kan worden uitgegaan van de benadering dat het energieniveau van de te verzenden respectievelijk daadwerkelijk verzonden signalen voor en na de precoder (ongeveer) gelijk is. Uit dat woordgebruik is af te leiden dat voor de gevolgtrekking in par. [0102], waarop deelkenmerk 1k is gebaseerd, doorslaggevend is dat geen aanmerkelijke verstrengeling tussen de verschillende signalen optreedt. Anders dan ASSIA stelt, volgt daaruit geenszins dat dit het (onverwachte) resultaat zou zijn van de diagonale dominantie van het DSL kanaal (waarnaar ook niet wordt verwezen). De simulatiegegevens zelf zijn in WO 008 niet verstrekt, zodat dit daar ook niet uit valt af te leiden. Evenmin valt in te zien dat de gemiddelde vakman 'however' in par. [0100] zo zou begrijpen dat het uitblijven van de 'considerable correlation' tegen de verwachting van het gebruik van een precoder in zou zijn. Het ligt, gelet ook op hetgeen hiervoor in r.o. 4.16 is overwogen, veeleer in de rede dat dit precies is wat de gemiddelde vakman zou verwachten. De functie van de modulo-bewerking is immers dat de energieverhoging ten gevolge van precoding wordt beperkt, wat leidt tot minder vervlechting.

4.18 Volgens ASSIA zou de gemiddelde vakman inzien dat de in par. [0100] vermelde constatering (dat het gebruik van de preferred precoder niet resulteert in een aanmerkelijke vervlechting tussen de signalen van de verschillende gebruikers) en de daarop gebaseerde in par. [0101] gedane aanname, in overeenstemming is met, en het resultaat is van, de in par. [0089] – [0091] vermelde diagonale dominantie van de DSL kanaalmatrix, vanwege de vermelding in par. [0090] dat " Q_i is close to being an identity matrix". Daaruit zou de gemiddelde vakman afleiden dat de grootte – en dus de energie – van de overspraaksignalen in verhouding tot die van het directe signaal verwaarloosbaar klein is. Op grond daarvan zou hij begrijpen dat met precoding – het verzenden van de precompensatiesignalen – geen aanmerkelijke verhoging van de energie van het daadwerkelijk verzonden signaal (na precoding) ten opzichte van de oorspronkelijk daaraan toegewezen energie (voor precoding) gemoeid zal zijn, zodat de modulo-bewerking geen functie vervult en kan worden weggelaten (uit vgl. 29, zodat deze lineair wordt).

4.19 Het hof verwerpt ook dat standpunt. Hoewel wellicht op grond van de wiskundige berekening volgens vergelijking 29 in par. [0087] van WO 008, met de kennis en het inzicht van nu, de beperkte correlatie ten gevolge van precoding verklaard kan worden door de diagonale dominantie van het DSL kanaal, heeft ASSIA niet voldoende aannemelijk gemaakt dat de ontdekking van de diagonale dominantie van de DSL kanaalmatrix al op de prioriteitsdatum tot het inzicht had geleid dat de modulo-bewerking achterwege kon blijven en met een lineaire precoder kon worden volstaan en dat dit inzicht bovendien door de oorspronkelijke aanvraag van EP 456 toen al direct en ondubbelzinnig aan de gemiddelde vakman werd geopenbaard.

4.20 Naar het oordeel van het hof komt voor de beoordeling van de vraag welke betekenis de gemiddelde vakman op de prioriteitsdatum zou hechten aan de in WO 008 geconstateerde diagonale dominantie van de DSL kanaalmatrix, belang toe aan wat de uitvinders zelf in verband daarmee kort na de prioriteitsdatum hebben verklaard. Op 5 juni 2002 is het prioriteitsartikel gepubliceerd met daarin enkele aanpassingen ten opzichte van de conceptversie die onderdeel uitmaakte van het eerste prioriteitsdocument. Onder meer de navolgende geel gearceerde passages zijn toegevoegd in het hoofdstuk “III Crosstalk Cancellation via QR Decomposition” onder het kopje “C. Some Comments About Cancellation via QR”:

committee [1]. Clearly, the insertion loss of a signal is always smaller than the coupling loss that it experiences when it propagates into a neighboring pair. It is worth stressing that this condition is not equivalent to saying that the crosstalk signals are weak. Notice that, for the example of Fig. 10, the crosstalk coupling into loop 2 is much stronger than the transfer function of loop 2 at all frequencies above 1.7 MHz.

tical situations is approximately true.) In this case, the diagonal element of a row of T_i is *always* larger in magnitude than the off-diagonal elements of the same row. Again, it should be stressed that this condition is not equivalent to saying that the crosstalk signals are weak, and therefore the modulo operation is absolutely necessary during precoding, in order to prevent energy increase.

4.21 Over de toegevoegde zinsnede “therefore the modulo operation is absolutely necessary during precoding, in order to prevent energy increase” heeft Ginis verklaard dat deze “refers to the general structure of precoding, where the property of diagonal dominance does not strongly hold, and in which case the modulo operation would indeed be necessary.” (EP 64, par. 14). Het hof acht dit geen overtuigende verklaring en gaat daaraan voorbij. De hele publicatie gaat uitsluitend over DSL en de bedoelde zinsnede kan niet anders worden begrepen dan betrekking hebbend op ‘this condition’. Daarmee wordt onmiskenbaar bedoeld op de direct daaraan voorafgaand geconstateerde diagonale dominantie van het DSL kanaal, waarvan is vermeld dat die zich ‘always’ voordoet. Het moet er daarom voor worden gehouden dat ten tijde van deze publicatie (na de prioriteitsdatum) de diagonale dominantie van de DSL kanaalmatrix ook voor de (mede)uitvinders van EP 456 zelf geen aanleiding gaf te veronderstellen dat de modulo-bewerking achterwege kon blijven.

4.22 Niet valt in te zien – en ASSIA heeft niet onderbouwd – waarom de gemiddelde vakman, anders dan de (mede)uitvinders van EP 456, bij lezing van WO 008 op de prioriteitsdatum aan de geconstateerde diagonale dominantie dan wel de gevolgtrekking zou verbinden dat de modulo-bewerking achterwege kon blijven. Daarbij merkt het hof op dat blijkens de in het gepubliceerde prioriteitsartikel (eveneens) toegevoegde zinsnede “this condition is not equivalent to saying that the crosstalk signals are weak”, ook de (mede-) uitvinders zelf uit de diagonale dominantie kennelijk niet hebben afgeleid dat de overspraaksignalen zwak waren. Dan valt niet aan te nemen dat – en ASSIA heeft ook niet steekhoudend toegelicht waarom – de gemiddelde vakman op de prioriteitsdatum die conclusie wel getrokken zou hebben.

4.23 Dat geldt temeer nu in WO 008 geen enkel verband is gelegd tussen de geconstateerde diagonale dominantie en het achterwege blijven van een noemenswaardige energietoename. Er is ook niet reeds op grond van die eigenschap van de kanaalmatrix aangenomen – of ten minste de verwachting uitgesproken – dat er geen noemenswaardige energietoename zou plaatsvinden. Er zijn, uitsluitend met de niet-lineaire precoder, simulaties uitgevoerd om de (mate van) energietoename te onderzoeken. Zeker nu enig verband tussen de diagonale dominantie en de simulatieresultaten ontbreekt, kunnen die resultaten niet los worden gezien van de omstandigheden waaronder die zijn gegenereerd, waaronder met name het gebruik van de niet-lineaire preferred precoder. Uit par. [0100] valt geenszins af te leiden dat en op grond waarvan de gemiddelde vakman zou (kunnen) verwachten dat dezelfde resultaten zouden worden behaald bij gebruik van een lineaire precoder. Integendeel, omdat hij zal inzien dat de reden voor toevoeging van de modulo-functie aan de precoder was dat lineaire precoding kan leiden tot energietoename tot boven de toegestane drempelwaarde (vgl Cioffi, EP 46, par. 58), zou de gemiddelde vakman dat juist niet verwachten. Onder die omstandigheden moet worden aangenomen dat de gemiddelde vakman zou aannemen dat (de modulo-functie van) die precoder van belang is voor het achterwege blijven van een noemenswaardige energietoename.

4.24 Het standpunt van ASSIA (in par. 5.19 MvG) dat WO 008 direct en ondubbelzinnig aan de gemiddelde vakman zou openbaren dat *vanwege* de sterkte diagonale dominantie precoding (in zijn algemeenheid) geen noemenswaardig effect heeft op de energie van het te verzenden signaal (wat zou betekenen dat de modulo-bewerking geen relevante functie vervult en ook lineaire precoding kan worden toegepast), moet daarom worden verworpen.

4.25 Ook overigens gaf de beschrijving van WO 008 de gemiddelde vakman op de prioriteitsdatum naar het oordeel van het hof geen aanleiding om te veronderstellen dat de daarin nadrukkelijk beschreven modulo-bewerking, die deel uitmaakt van de als 'preferred' aangemerkte precoder, geen functie zou vervullen. Nergens in WO 008 wordt dat uitdrukkelijk vermeld en de conclusie die daaruit volgens ASSIA getrokken kon worden, namelijk dat de modulo-bewerking net zo goed achterwege kon blijven en dus ook met een lineaire precoder kon worden volstaan, evenmin. Dat klemmt temeer omdat de beschrijving wel duidelijk maakt dat aan het gebruik van een niet-lineaire precoder diverse nadelen zijn verbonden. Zoals uit vgl. 29 e.v. blijkt, ligt aan de modulo-bewerking een complexe berekening ten grondslag, wat nadelig is voor de snelheid van dataoverdracht. Bovendien maakt de modulo-bewerking de energie-toewijzing in een multi-user systeem veel gecompliceerder, vanwege de in par. [0099] nadrukkelijk als 'unfortunate' aangeduide omstandigheid dat een lineair verband ontbreekt tussen de energie die aan een signaal is toegewezen op het moment van aankomst bij de precoder enerzijds en bij het verlaten van de precoder anderzijds. De gemiddelde vakman zou dan ook (mogen) verwachten dat als aan de uitvinding (mede) het belangrijke inzicht ten grondslag lag dat de complexe modulo-bewerking geen enkel nut bleek te vervullen en achterwege kon worden gelaten, wat duidelijk een voordeel zou opleveren, dit expliciet zou zijn vermeld. Bij gebreke daarvan zou de gemiddelde vakman dergelijke gevolgtrekkingen niet maken en – in aanmerking genomen hetgeen hierna wordt overwogen over de algemene vakkennis die hij geacht kan worden op de prioriteitsdatum te hebben gehad – ook niet kunnen maken, omdat dit inventieve en creatieve denkstappen zou vergen die niet van de gemiddelde vakman mogen worden verwacht.

4.26 Algemene vakkennis die de gemiddelde vakman bij kennisneming van WO 008 direct en ondubbelzinnig leert dat de modulo-bewerking geen functie vervult, heeft ASSIA

verder niet, althans niet voldoende onderbouwd, gesteld. De enkele stelling dat de gemiddelde vakman in staat is om de wiskunde te begrijpen die in WO 008 wordt gepresenteerd is onvoldoende om aan te nemen dat hij op basis van hetgeen in WO 008 is geopenbaard direct en ondubbelzinnig zou begrijpen dat de modulus-functie niets doet en kan worden weggelaten zodat een lineaire precoder volstaat.

4.27 Dat de gemiddelde vakman over algemene vakkennis zou beschikken die hem tot die gevolgtrekkingen zouden leiden acht het hof ook niet aannemelijk. Daarbij hecht het hof belang aan de omstandigheid dat in diverse wetenschappelijke publicaties op het gebied van VDSL technologie van (kort, maar ook nog enkele jaren) na de prioriteitsdatum, naar het gepubliceerde prioriteitsartikel is verwezen onder mededeling dat daarin het gebruik van een niet-lineaire precoder is beschreven. Uit geen van de publicaties van kort na de prioriteitsdatum van de hand van wetenschappers die destijds golden als een autoriteit op het gebied van VDSL technologie, waaronder de (mede-)uitvinders van EP 456, blijkt dat uit het gepubliceerde prioriteitsartikel, de daarin opgenomen simulatieresultaten dan wel de diagonale dominantie van de DSL kanaalmatrix, is afgeleid dat de modulo-bewerking geen functie vervulde en dat met een lineaire precoder zou kunnen worden volstaan. Verder hebben de (mede-)uitvinders van EP 456 (kort) na de prioriteitsdatum voorstellen voor het in de standaard opnemen van vectoring ingediend bij de Amerikaanse standaardisatie organisatie ANSI. Naar Nokia c.s. onderbouwd en onweersproken heeft aangevoerd zien die voorstellen allemaal op niet-lineaire vectoring. Dat geldt ook voor het voorstel waarover Cioffi heeft verklaard dat daarin de uitvinding van EP 456 voor het eerst werd voorgesteld.

4.28 Niet eerder dan rond 2003 / 2004 zijn publicaties verschenen waarin een verband tussen diagonale dominantie van het DSL kanaal en de mogelijkheid van lineaire vectoring is gelegd (vele van de hand van R. Cendrillon et al.) Niet valt in te zien dat en op grond waarvan de gemiddelde vakman, van wie niet kan worden aangenomen dat hij over meer kennis beschikte dan die wetenschappers, dit dan wel al op de prioriteitsdatum uit WO 008 zou afleiden. ASSIA heeft in dat verband nog gewezen op een passage uit een octrooi-aanvraag van Nokia c.s.: "Typically, the channel matrix is diagonally dominant, (...) the crosstalk pre-compensation signals that are superimposed over the victim line add little to the total transmit power.". Wat daar verder ook van zij, hieruit kunnen geen conclusies worden getrokken voor de algemene vakkennis van de gemiddelde vakman (die geen uitvinder is), terwijl deze aanvraag bovendien pas is ingediend in januari 2003, ruim na de prioriteitsdatum.

4.29 De door ASSIA overgelegde, in het kader van deze procedure opgestelde, verklaringen van de (mede-)uitvinders Cioffi en Ginis, waarin zij uiteenzetten wat naar hun mening in WO 008 is geopenbaard, leiden niet tot een ander oordeel. Hun verklaringen – kort gezegd dat zij zich op grond van de diagonale dominantie van de DSL kanaalmatrix realiseerden dat lineaire precoding mogelijk was – zijn niet goed te verenigen met de publicaties en standaardisatievoorstellen van hun hand van kort na de prioriteitsdatum, waarin zij wezen op de noodzaak van de modulo-operatie en steeds niet-lineaire vectoring hebben voorgesteld. Het hof hecht meer waarde aan die publicaties en standaardisatievoorstellen, omdat die naar het oordeel van het hof een objectiever beeld geven van hun kennis en inzicht in die periode en daarmee van hetgeen toen door WO 008 aan de gemiddelde vakman werd geopenbaard. De kennis en inzichten die de (mede-)uitvinders zelf op de prioriteitsdatum (nog) niet hadden, kunnen immers zeker niet geacht worden op die datum wel tot de algemene vakkennis van de gemiddelde vakman te hebben behoord.

4.30 De eveneens door ASSIA overgelegde, in het kader van deze procedure opgestelde verklaringen van dr. Kanellakopoulus en prof. Leshem overtuigen evenmin. Hetgeen zij in hun verklaringen hebben opgenomen over de betekenis die werd toegekend aan de diagonale dominantie van het DSL-kanaal en aan de modulo-bewerking, is niet in overeenstemming te brengen met het beeld dat wordt opgeroepen door de publicaties van wetenschappers waarnaar hiervoor in 4.27 is verwezen. Dat geldt in het bijzonder ook voor de verklaring van prof. Leshem, waarin hij kort gezegd stelt dat WO 008 zowel niet-lineaire als ook lineaire vectoring openbaart. In tegenspraak daarmee heeft hij in diverse publicaties uit 2004-2010 echter opmerkt dat in het gepubliceerde prioriteitsartikel niet-lineaire precoding wordt bescheven en dat lineaire precoding voor DSL pas later is voorgesteld: "Several crosstalk cancelers have been proposed recently. Ginis and Cioffi [1] proposed a Tomlinson Harashima type FEXT precoding with high complexity due to nonlinear processing. Cendrillon et. al [2] have noted that it is sufficient to use linear precoding due to the diagonal dominance property of the FEXT channel matrix, (...)".

4.31 De slotsom is dat het verweer van ASSIA dat WO 008 op de prioriteitsdatum direct en ondubbelzinnig aan de gemiddelde vakman openbaart dat *precoding* (ongeacht de toegepaste precoder) niet resulteert in noemenswaardige verhoging van de energie van het signaal (zoals ASSIA bij herhaling de zinsnede uit par. [0100] onjuist parafraseert), niet slaagt. Naar het oordeel van het hof zal de gemiddelde vakman bij kennisneming van WO 008 inzien dat de geconstateerde afwezigheid van noemenswaardige vervlechting het resultaat is van het gebruik van *de preferred precoder* (in overeenstemming met wat par. [0100] ook letterlijk openbaart). Er is, anders dan ASSIA betoogt, geen ondubbelzinnige openbaarmaking dat er geen noodzaak is voor het toepassen van de modulo-functie in de precoder en dat gebruik gemaakt kan worden van lineaire precoding.

4.32 Naar het oordeel van het hof is er een onlosmakelijk verband tussen de mogelijkheid van onafhankelijke energietoewijzing zoals geclaimd in deelkenmerk 1k en niet-lineaire precoding (met de preferred precoder). WO 008 openbaart dat onafhankelijke energietoewijzing mogelijk is, omdat blijkens de uitgevoerde simulaties het gebruik van de preferred precoder niet resulteert in noemenswaardige vervlechting tussen de signalen van de verschillende gebruikers, op grond waarvan de aanname kan worden gedaan dat de energie voor en na precoding gelijk is. De mogelijkheid van onafhankelijke energietoewijzing is derhalve een *gevolg* van de (modulo-bewerking in de) preferred precoder, die daarvoor dus essentieel, een noodzakelijke voorwaarde is.

4.33 Het door ASSIA gemaakte verwijt dat dit geen lezing van WO 008 met 'a mind willing to understand' zou opleveren acht het hof niet terecht. Ook uitgaande van dit oordeel ter zake van hetgeen op de prioriteitsdatum door WO 008 aan de gemiddelde vakman direct en ondubbelzinnig wordt geopenbaard, wordt geenszins alle betekenis en belang aan dat octrooi ontnomen. Ook daarvan uitgaand zou de gemiddelde vakman op de prioriteitsdatum in WO 008 een uitvinding besloten kunnen zien liggen. Niet ter discussie staat dat de techniek van vectoring op de prioriteitsdatum nog in de kinderschoenen stond. Tot aan de prioriteitsdatum was D1 de enige publicatie waarin vectoring in enige mate van detail was besproken. Met WO 008 wordt geopenbaard dat, anders dan (ook in D1) werd verondersteld, in een multi-user systeem waar precoding (met de preferred precoder) wordt toegepast, voor energie-toewijzing toch met de eenvoudige een-dimensionale vorm van waterfilling kan worden volstaan. Naar het oordeel van het hof is dat een zinvolle lezing van hetgeen WO 008 openbaart, omdat dit evident een voordeel oplevert ten opzichte van D1. Dat betekent tevens dat de gemiddelde vakman, die meent dat de uitvinding daarin gelegen is, niet op zoek zal

gaan naar nog een (andere) uitleg van de beschrijving en conclusies van WO 008.

4.34 ASSIA heeft ten slotte nog aangevoerd dat als de energie van de precoded signalen door de modulo-bewerking zou worden beperkt, dan onafhankelijke energietoewijzing niet mogelijk zou zijn, omdat het beperken van de energietoename via de precoder ten gevolge van de daardoor veroorzaakte vervlechting van de signalen, de energieafhankelijkheid tussen gebruikers juist opnieuw zou introduceren (par. 5.20 MvG). Het hof begrijpt dat ASSIA daarmee wil betogen dat de door Nokia c.s. verdedigde en door het hof gevolgde lezing van WO 008 onjuist moet zijn, omdat deze een innerlijke tegenstrijdigheid zou opleveren. ASSIA kan daarin niet worden gevolgd. In WO 008 wordt geopenbaard dat uit de simulaties die met de preferred precoder zijn uitgevoerd blijkt dat de daardoor veroorzaakte vervlechting niet noemenswaardig is. Het is juist daarom dat in par. [0101] de aanname wordt gedaan dat de energie van het signaal voor en na de precoder in wezen gelijk is, wat de basis vormt voor de conclusie in par. [0102] dat onafhankelijke energietoewijzing mogelijk is. Het hof kan daarin geen tegenstrijdigheid zien.

4.35 De conclusie uit al het voorgaande is dat conclusies 1 en 16 van EP 456 toegevoegde materie bevatten omdat deelkenmerk 1k ten onrechte niet is beperkt tot niet-lineaire precoding met de in EP 456 beschreven preferred precoder.

Upstream - cancellation

4.36 In reactie op de uitbreiding van de grondslag voor de inbreukvorderingen van ASSIA tot de toepassing van upstream cancellation, heeft Nokia c.s. aangevoerd dat conclusies 1 en 16 tevens toegevoegde materie bevatten doordat deelkenmerk 1k ten onrechte niet is beperkt tot niet-lineaire cancellation door middel van de in WO 008 geopenbaarde niet-lineaire canceller.

4.37 ASSIA heeft dat bestreden. Zij stelt dat de decision-functie in vergelijking 26 zowel als een niet-lineaire bewerking ('hard decision') als een lineaire bewerking ('soft decision') kan worden opgevat. Bovendien, zo stelt ASSIA, is de gemiddelde vakman op grond van zijn algemene vakkennis bekend met de transpose relatie tussen de upstream en downstream kanaalmatrices, zoals ook is vermeld in par. [0088] en [0091] van WO 008. Vanwege dat dualiteitsprincipe leert WO 008 door de in par. [0089] van WO 008 geopenbaarde diagonale dominantie van de upstream kanaalmatrix, en de in par. [0100] beschreven simulatieresultaten waaruit volgt dat precoding in DSL niet leidt tot een aanzienlijke correlatie tussen de verzonden signalen van verschillende gebruikers, dat ruisversterking in de canceller (wat het spiegelbeeld is van energieverhoging in de precoder), zich in de DSL-omgeving niet voordoet. Daaruit zou de gemiddelde vakman afleiden dat een 'hard decision-operator' (dus niet-lineaire cancellation), niet nodig is in DSL-omgeving en dat met lineaire cancellation kan worden volstaan. Daarmee is ook onafhankelijke energietoewijzing in combinatie met lineaire cancellation impliciet geopenbaard, aldus ASSIA.

4.38 Het hof verwerpt het door Nokia c.s. bestreden standpunt van ASSIA dat de gemiddelde vakman de 'dec' functie in vergelijking 26 van WO 008 ook zou kunnen begrijpen als lineair. ASSIA heeft niet gewezen op algemene vakkennis op grond waarvan de gemiddelde vakman dat zou aannemen. Daar komt bij dat ook Cioffi er vanuit gaat dat 'dec' in vergelijking 26 van WO 008 staat voor een niet-lineaire bewerking (EP 48, par. 72 noot 16; EP 54, par. 40) evenals Ginis (p. 39 van zijn proefschrift) en ook Kanellakopoulos ziet dat zo (EP 53, par. 18). Aan de – overigens op dit punt niet erg heldere – verklaring van prof.

Leshem, dat met vergelijkingen 24-26 in WO 008 zowel niet-lineaire als lineaire cancellation is geopenbaard, kent het hof geen waarde toe gelet op hetgeen in r.o. 4.30 is overwogen. Uitgangspunt is derhalve dat WO 008 op de prioriteitsdatum, gelet op de decision-functie in vergelijking 26, uitsluitend een niet-lineaire canceller openbaarde.

4.39 De impliciete openbaarmaking dat ook met een lineaire canceller zou kunnen worden volstaan, baseert ASSIA op de gebleken afwezigheid van 'considerable correlation' zoals vermeld in par. [0100] van WO 008. Volgens ASSIA zou de gemiddelde vakman weten dat vanwege de dualiteit, dit voor upstream transmissie betekent dat cancellation niet leidt tot een noemenswaardige ruisversterking (vgl. r.o. 2.22). Omdat WO 008 openbaart dat de DSL kanaalmatrix sterk diagonaal dominant is, zou de gemiddelde vakman volgens ASSIA inzien dat een 'hard decision-operator' (niet-lineaire cancellation) ter voorkoming van ruisversterking in de canceller niet nodig is in DSL-omgeving. Een andere grondslag voor de door ASSIA gestelde impliciete openbaarmaking van lineaire cancellation heeft zij niet, althans niet voldoende onderbouwd, gesteld.

4.40 Op dezelfde gronden (hiervoor in r.o. 4.11-4.35 uiteengezet) als die waarop ten aanzien van precoding is geoordeeld dat de gemiddelde vakman uit de afwezigheid van 'considerable correlation' niet zou afleiden dat de modulo-functie onnodig is, maar integendeel zou begrijpen dat die afwezigheid daarvan het gevolg is, moet gelet op de duale relatie tussen de upstream en downstream kanaalmatrix worden aangenomen dat de gemiddelde vakman er ook niet van zou uitgaan dat de niet-lineaire decision-operator in de in WO 008 geopenbaarde canceller geen functie vervult, maar dat hij integendeel zou veronderstellen dat de afwezigheid van ruisversterking juist het gevolg is van die hard decision-operator. Net zo min als de gemiddelde vakman uit de diagonale dominantie van het DSL-kanaal zou afleiden dat de modulo-bewerking overbodig zou zijn, zou dat voor hem aanleiding zijn te veronderstellen dat een 'hard decision-operator' achterwege kon blijven. Het standpunt van ASSIA dat door WO 008 op de prioriteitsdatum direct en ondubbelzinnig aan de gemiddelde vakman wordt geopenbaard dat de niet-lineaire decision-operator uit vergelijking 26 zou kunnen worden weggelaten en met een lineaire canceller kon worden volstaan, wordt daarom verworpen.

4.41 Uit het voorgaande volgt dat de onafhankelijke energietoewijzing zoals in par. [0102] van WO 008 voorgesteld alleen is geopenbaard in onlosmakelijke samenhang met niet-lineaire cancellation. Conclusies 1 en 16 bevatten daarom (ook) toegevoegde materie doordat onafhankelijke energietoewijzing voor upstream transmissie niet uitsluitend in combinatie met niet-lineaire cancellation door middel van de geopenbaarde niet-lineaire canceller onder bescherming is gesteld.

Slotsom en hulpverzoek

4.42 De slotsom is dat naar het oordeel van het hof voor deelkenmerk 1k alleen basis kan worden gevonden in par. [0102] en de direct daaraan voorafgaande paragrafen van het hoofdstuk Energy Allocation in General, voor zover gebaseerd op en in combinatie met de daarin geopenbaarde niet-lineaire vectoring door middel van de preferred precoder of canceller. Op de prioriteitsdatum werd met WO 008 echter geen onafhankelijke energietoewijzing in combinatie met lineaire vectoring aan de gemiddelde vakman geopenbaard. Daaruit volgt dat conclusies 1 en 16, die onafhankelijke energietoewijzing in combinatie met vectoring in het algemeen onder bescherming stellen, toegevoegde materie bevatten. Het door ASSIA voorgestelde hulpverzoek leidt niet tot geldige conclusies, reeds

omdat de conclusies daarvan evenmin beperkt zijn tot niet-lineaire precoding respectievelijk cancellation. Geconcludeerd moet dus worden dat de grieven van ASSIA tegen de oordelen van de rechtbank over de geldigheid van EP 456 moeten worden verworpen of geen doel treffen. Gegeven die uitkomst kunnen de grieven van ASSIA tegen het oordeel dat de rechtbank ten overvloede heeft gegeven over de beschermingsomvang ook niet leiden tot vernietiging van het vonnis. Die grieven zal het hof daarom onbesproken laten.

Incidenteel appel

4.43 Naar Nokia c.s. terecht heeft aangevoerd leidt de slotsom in het principaal appel tot nietigheid van zowel conclusies 1 en 16 als ook van alle daarvan afhankelijke conclusies, omdat deze immers mede betrekking hebben op lineaire vectoring en daarmee op dezelfde gronden als de conclusies waarvan ze afhankelijk zijn, toegevoegde materie bevatten. De door Nokia c.s. gerichte grief tegen het oordeel van de rechtbank, dat afhankelijke conclusies 8, 10, 11, 12, 15 en 18 in stand blijven bij gebreke van een toelichting van Nokia c.s. waarom deze vernietigd zouden moeten worden, slaagt. Het hof zal het vonnis op dit punt vernietigen en het Nederlandse deel van EP 456 alsnog in zijn geheel vernietigen.

4.44 Nokia c.s. heeft ook gegriefd tegen de afwijzing wegens gebrek aan belang van de door haar gevorderde verklaring voor recht dat EP 456 nietig is. Nokia c.s. stelt dat belang bij een verklaring voor recht daarin gelegen kan zijn, dat ASSIA zou kunnen betogen dat het High Point / KPN arrest van de Hoge Raad (14 februari 2020, ECLI:NL:HR:2020:258) zo moet worden begrepen dat na bekrachtiging van de vernietiging van een octrooi als verleend, alsnog in een nieuw geding de geldigheid van dat octrooi in een beperkte vorm aan de orde gesteld kan worden. Wat daarvan zij, het hof ziet niet in dat een verklaring voor recht dat het Nederlandse deel van EP 456 niet geldig is – die immers ziet op EP 456 zoals verleend – zou kunnen verhinderen dat die hypothetische situatie – waarin dan juist beroep zou worden gedaan op EP 456 in een andere, beperkte vorm – zich kan voordoen. De door Nokia c.s. gestelde hypothetische mogelijkheid levert daarom onvoldoende belang op voor toewijzing van de gevorderde verklaring voor recht. Voor zover Nokia c.s. heeft bedoeld een verklaring voor recht te vorderen dat EP 456 in beperkte vorm nietig is, komt deze vordering als te onbepaald niet voor toewijzing in aanmerking.

4.45 De voorwaarde waaronder de incidentele grief is ingesteld tegen het oordeel van de rechtbank dat ASSIA ontvankelijk is in haar vorderingen, namelijk dat ten minste één van de conclusies van EP 456 geldig wordt geacht, gaat niet in vervulling, zodat aan de behandeling van deze grief niet wordt toegekomen.

Slotsom in principaal en incidenteel appel

4.46 Het hof zal gelet op het voorgaande het bestreden vonnis vernietigen voor zover daarbij niet alle conclusies van EP 456 zijn vernietigd en alsnog EP 456 in zijn geheel vernietigen. Bij deze stand van zaken kunnen de overige door Nokia c.s. aangevoerde nietigheidsgronden en verdere geschilpunten tussen partijen, waaronder de door Nokia c.s. aangevoerde bezwaren tegen de door ASSIA voorafgaand aan het pleidooi overgelegde producties, onbesproken blijven.

Proceskosten

4.47 ASSIA heeft in appel bezwaar gemaakt tegen de hoogte van de door de rechtbank aan KPN c.s. en Nokia toegewezen proceskosten in eerste aanleg. Volgens ASSIA hadden deze ten onrechte mede betrekking op het afgewezen niet-ontvankelijkheidsverweer en zijn deze kosten, waaronder die van KPN's Frand-deskundige, niet redelijk en evenredig en waren deze evenmin voldoende gespecificeerd. Het standpunt van Nokia c.s. dat de herkansingsfunctie van het hoger beroep niet zo ver strekt dat ASSIA alsnog de redelijkheid en evenredigheid dan wel de specificatie van de proceskosten kan betwisten, wordt verworpen, zodat het hof de grief van ASSIA zal beoordelen.

4.48 Het door ASSIA gemaakte bezwaar dat de proceskosten van Nokia c.s. tevens betrekking hebben op het afgewezen niet-ontvankelijkheidsverweer wordt verworpen. De partij die grotendeels in het ongelijk is gesteld wordt in de proceskosten veroordeeld. Daarbij wordt geen 'aftrek' of andere compensatie toegepast indien en voor zover die partij op bepaalde onderdelen, zoals een niet-ontvankelijkheidsverweer, niet in het gelijk is gesteld.

4.49 De onredelijkheid en onevenredigheid van de kosten van Nokia c.s. volgt niet uit de enkele omstandigheid dat ASSIA's eigen kosten in eerste aanleg lager waren. Weliswaar heeft ASSIA een processtuk meer geproduceerd, maar daar staat tegenover dat haar dagvaarding voor complexe materie als de onderhavige uiterst summier was. Naar Nokia c.s. onweersproken heeft aangevoerd is het verweer voeren tegen dergelijke beperkt onderbouwde vorderingen veelal juist zeer tijdrovend, zodat het hof aannemelijk acht dat dit voor Nokia c.s. extra kosten met zich heeft gebracht, zoals zij stelt. Ook hebben KPN c.s. en Nokia weliswaar een zekere taakverdeling afgesproken bij het voeren van de verweren en de onderbouwing van de reconventionele vorderingen, zij hebben wel ieder ook hun eigen standpunten naar voren moeten kunnen brengen en een en ander met elkaar moeten afstemmen, hetgeen additionele kosten met zich brengt. Dat alles in aanmerking genomen dient het standpunt van ASSIA dat de advocaten van Nokia c.s. onredelijk en onevenredig veel uren hebben besteed te worden verworpen.

4.50 Voorts heeft Nokia c.s. er onweersproken op gewezen dat ook waar het de discussie over een Frand-licentie betrof, de processtrategie van ASSIA, waarbij zij aanvankelijk de kaarten tegen de borst hield, eraan heeft bijgedragen dat aan de zijde van Nokia c.s. hogere kosten zijn gemaakt. Zij zag zich daardoor genoodzaakt een aanvullend rapport van haar deskundige over te leggen. Het standpunt van ASSIA dat zij onvoldoende inzicht zou hebben gehad in de werkzaamheden van de Frand-deskundige, omdat de overgelegde specificaties daartoe onvoldoende zouden zijn geweest, acht het hof gelet op de inhoud van die rapporten onvoldoende onderbouwd en wordt verworpen. Ook ASSIA's bezwaar tegen de kosten van de Frand-deskundige van Nokia c.s. wordt daarom verworpen.

4.51 Nu geen van de door ASSIA opgeworpen bezwaren tegen de proceskostenveroordeling van de rechtbank kunnen slagen zal het hof het bestreden vonnis op dit punt bekrachtigen.

4.52 In hoger beroep zal ASSIA als de in het principaal en incidenteel appel (grotendeels) in het ongelijk gestelde partij in de proceskosten van Nokia c.s. worden veroordeeld. Per 1 september 2020 (arrestdatum) is de regeling Indicatie tarieven in octrooizaken gerechtshof Den Haag van kracht. Voor de categorie zeer complexe zaken, waaronder onderhavige zaak valt, wordt een bedrag van ten hoogste € 250.000,- redelijk en evenredig geacht. Het hof

wijst de bezwaren van Nokia c.s. tegen de toepasselijkheid van deze regeling, onder meer vanwege strijd met het rechtszekerheidsbeginsel en het vertrouwensbeginsel en strijd met Europees recht (omdat het bij artikel 1019h Rv gaat om de implementatie van de Handhavingsrichtlijn) van de hand. Met de indicatietarieven wordt invulling gegeven aan wat redelijk en evenredig is te achten in de zin van artikel 1019h Rv en de Handhavingsrichtlijn. Aldus is, anders dan Nokia c.s. veronderstelt, niet met terugwerkende kracht een andere maatstaf voor de begroting van de proceskosten op de voet van art. 1019h Rv van kracht geworden.

4.53 Nokia heeft een bedrag begroot van € 435.745,03 ter zake van de in hoger beroep gemaakte kosten, met inbegrip van de door haar deskundige in rekening gebrachte kosten ad € 19.012,50 en de griffierechten ad € 741,-. Nokia heeft onvoldoende onderbouwd op grond waarvan dit bedrag voor een zaak met de complexiteit als de onderhavige, in aanmerking genomen ook de taakverdeling tussen partijen waardoor Nokia geen zelfstandig Frand-verweer heeft hoeven voeren, redelijk en evenredig zou zijn. Bij gebreke daarvan zal het hof het daarvoor redelijk en evenredig geachte bedrag van € 250.000,- voor het principaal appel en het incidenteel appel tezamen begroten. KPN c.s. heeft naast de kosten van haar deskundigen ad € 61.352,05 en griffierechten ad € 741,-, een bedrag van € 239.818,- aan advocaatkosten begroot. In aanmerking genomen de taakverdeling tussen KPN c.s. en Nokia en het feit dat het pleidooi geen betrekking had op het Frand-verweer, acht het hof een aan het pleidooi besteed bedrag van € 55.903,47 niet redelijk en evenredig, zodat het hof de opgegeven advocaatkosten zal matigen tot een bedrag van in totaal € 200.000,- voor het principaal appel en het incidenteel appel tezamen.

Beslissing

Het hof:

in principaal en incidenteel appel:

5.1 vernietigt het bestreden vonnis voor zover het betreft de afwijzing van de vordering tot vernietiging van conclusies 8, 10, 11, 12, 15 en 18 van het Nederlandse deel van EP 456 en, opnieuw recht doende, vernietigt die conclusies van het Nederlandse deel van EP 456;

5.2 bekrachtigt het bestreden vonnis voor het overige;

5.3 veroordeelt ASSIA in de proceskosten van KPN c.s. in principaal en incidenteel appel, tezamen begroot op een bedrag van € 200.000,- te vermeerderen met de kosten van haar deskundigen ter hoogte van € 61.352,05 en de griffierechten ter hoogte van € 741,- en te vermeerderen met de wettelijke rente te rekenen vanaf twee weken na de datum van dit arrest;

5.4 veroordeelt ASSIA in de proceskosten van Nokia in principaal en incidenteel appel, begroot op een bedrag van € 250.000,- te vermeerderen met de kosten van haar deskundige ter hoogte van € 19.012,50 en de griffierechten ter hoogte van € 741,- en te vermeerderen met de wettelijke rente te rekenen vanaf twee weken na de datum van dit arrest;

5.5 verklaart de proceskostenveroordelingen uitvoerbaar bij voorraad;

5.6 wijst het meer of anders gevorderde af.

Dit arrest is gewezen door mrs. R. Kalden, P.H. Blok en A.W.J. Kamperman Sanders en in het openbaar uitgesproken door mr. J.E.H.M. Pinckaers, rolraadsheer, ter openbare terechtzitting van 16 maart 2021 in aanwezigheid van de griffier.



Voor griffie aan:
Uitgegeven aan mr. A. Killan
Advocaat van: app./geint.
De Griffier van het Gerechtshof
te Den Haag

