

**Benodigdhede vir hierdie vraestel/Requirements for this paper:**

Multikeusekaarte/  
Multi-choice cards:

☐

Nie-programmeerbare sakrekenaar/  
Non-programmable calculator:

☒

Grafiekpapier/  
Graph paper:

☐

Draagbare Rekenaar/  
Laptop:

☐

Oopboek-eksamen/  
Open book examination?

☐ NEE/  
☐ NO

**EKSAMEN**  
**EXAMINATION**

**Eksamen 1**  
**Examination 1**

**KWALIFIKASIE/**  
**QUALIFICATION:**

**B. Ing / B. Eng**

**MODULEKODE/**  
**MODULE CODE:**

**EERI 423**

**TYDSDUUR/ 3 ure/hours**  
**DURATION:**

**MODULEBESKRYWING/**  
**MODULE DESCRIPTION:**

**Telekommunikasie / Telecommunication**

**MAKS/ 103**  
**MAX:**

**EKSAMINATOR(E)/**  
**EXAMINER(S):**

**Prof Johann Holm**  
**Mnr Christo van der Merwe**

**DATUM/ 15/11/2014**  
**DATE:**

**TYD/TIME: 09:00**

**MODERATOR:**

**Mnr Carl Thom**

**Vraag 1: Kommunikasiebeginsels / Question 1: Communication principles**

**[10]**

1.1 Beantwoord die volgende kortliks: / Answer the following briefly:

- Verduidelik die vormfaktor van 'n banddeurlaatfilter. / Explain the form factor of a bandpass filter; [2]
- Verduidelik kortliks invoegverlies van 'n filter. / Briefly explain insertion loss of a filter; [1]
- Wat word die proses genoem waarmee meer as een sein gelyktydig oor 'n fisiese medium gestuur word? / What is the process called that is used to send more than one signal simultaneously across a physical medium? [1]

1.2 Elemente van 'n stelsel het die volgende winste / verliese: (i) 10 dB, (ii) -3 dB, en (iii) 6 dB. Indien 'n sein van 1 mW ingevoer word, wat is die uitsetspanning (piek) oor 'n 220  $\Omega$  weerstand? / Elements of a system have the following gains / losses: (i) 10 dB, (ii) -3 dB, (iii) and 6 dB. If a signal of 1 mW is fed into the system, what is the output voltage (peak) across a 220  $\Omega$  resistor? [6]

**Vraag 2: Versenders en ontvangers / Question 2: Transmitters and receivers**

**[31]**

2.1 Teken 'n blokdiagram van 'n tipiese FM versender en benoem elke komponent op die diagram. / Draw a block diagram of a typical FM transmitter and name each component on the diagram. [8]

2.2 'n Veranderlike modulus sintetiseerder gebruik 'n verwysing van 10 MHz gevolg deur 'n verdeler met 'n faktor van 100. Die veranderlike modulus voorverdeler het  $M = 31/32$ . Die A en N aftellers het faktore van 128 en 512, onderskeidelik. Wat is die uitsetfrequentie? Toon alle berekeninge. / A variable modulus synthesizer uses a reference of 10 MHz followed by a divider with a factor 100. The variable modulus prescaler has  $M = 31/32$ . The A and N down-counters have factors of 128 and 512, respectively. What is the output frequency? Show all calculations. [6]

2.3 Teken die blokdiagram van 'n dubbel-heterodene ontvanger met 'n RF sein van 2.4 GHz en IF stadiums van 400 MHz en 20 MHz. Dui die waardes van die lokale ossillators aan vir "high-side injection". / Draw the block diagram of a dual heterodyne receiver with an RF signal at 2.4 GHz and IF stages of 400 MHz and 20 MHz. Indicate the values of the local oscillators for high-side injection. [9]

2.4 'n Ontvanger met 'n 50  $\Omega$  insetimpedansie werk by 'n temperatuur van 290 K. 'n RF sein word ontvang met 'n bandwydte van 25 kHz. Die seinvlak by die ontvanger is 0.2  $\mu V_{RMS}$  en die ontvanger het 'n saamgestelde ruistal van 2 dB. Beantwoord die vrae op die volgende bladsy: / A receiver with a 50  $\Omega$  input impedance works at a temperature of 290 K. A signal is received with a bandwidth of 25 kHz. The

signal level at the receiver is  $0.2 \mu V_{RMS}$  and the receiver has a noise figure of 2 dB. Answer the following questions:

- Bereken die ruisdrywing. / Calculate the noise power. [2]
- Bereken die seindrywing. / Calculate the signal power. [2]
- Wat is die sein-tot-ruis verhouding voor die ontvanger? / What is the signal-to-noise ratio before the receiver? [2]
- Wat is die sein-tot-ruis verhouding by die uitset van die ontvanger? / What is the signal-to-noise ratio at the output of the receiver? [2]

### Vraag 3: Kommunikasiesistelsels / Question 3: Communications systems [22]

3.1 Beantwoord die volgende kort vrae: / Answer the following short questions:

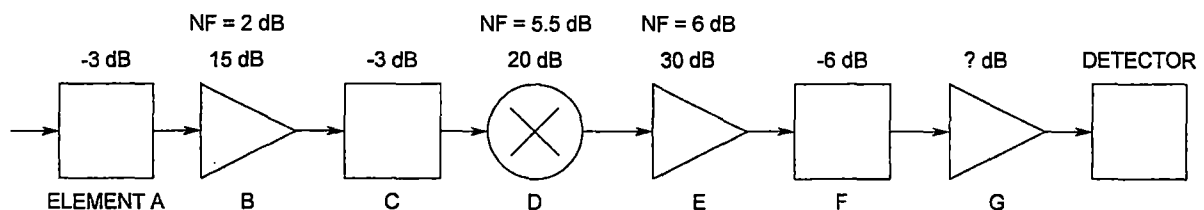
- Noem twee voor- en nadele van RZ ("return-to-zero") enkodering. / List two advantages and disadvantages of RZ ("return-to-zero") encoding; [4]
- Hoe is dit moontlik om meer data oor 'n kanaal te stuur as die normale "binêre kanaal"? / How is it possible that more data can be transmitted across a channel than a normal "binary channel"? [2]
- Verduidelik GMSK ("Gaussian minimum shift keying") kortliks. / Briefly explain GMSK ("Gaussian minimum shift keying"); [3]
- Verduidelik kortliks die verskil tussen Tyd-deel-dupleksering (TDD) en Frekwensie-deel-dupleksering (FDD). / Briefly explain the difference between Time-division-duplexing (TDD) and Frequency-division-duplexing (FDD); [2]
- Verduidelik baie kortliks die beginsel van OFDM. / Briefly explain the principle of OFDM. [4]

3.2 Die bandwydte van 'n kanaal is 500 kHz. Die sein-tot-ruis verhouding is 22 dB. Bereken die volgende: / The bandwidth of a channel is 500 kHz. The signal-to-noise ratio is 22 dB. Calculate the following:

- Die maksimum teoretiese datatempo vir binêre modulاسie soos BPSK. / The maximum theoretical data rate for binary modulation such as BPSK; [2]
- Die maksimum kanaalkapasiteit vir enige tipe modulاسie. / The maximum channel capacity for any type of modulation; [3]
- Die aantal bisse benodig vir die maksimum spoed (aanvaar QAM word gebruik). / The number of bits required for maximum speed (assume QAM is used). [2]

### Vraag 4: Ontvangers en padverlies / Question 4: Receivers and path loss [14]

4.1 'n Ontvanger het die volgende komponente met geassosieerde winste en verliese: / A receiver has the following components with their associated gains and losses:



- IF bandwydte / IF bandwidth: 250 kHz;
- Omgewingstemperatuur / Ambient temperature: 290 K;
- Verlangde sein-tot-ruis verhouding by detektor / Required signal-to-noise ratio at detector: 20 dB
- PL(d0): 30 dB by / at 1m;
- Padverlieskonstante / Path loss constant: 2.5;
- Padverlies tussen sender en ontvanger / Path loss between transmitter and receiver: 140 dB

- a) Bereken die saamgestelde ruistal van die ontvanger in dB. / Calculate the combined noise figure of the receiver in dB. [6]
- b) Bereken die minimum detekteerbare sein (neem die ruistal in ag). / Calculate the minimum detectable signal (take into account the noise figure). [2]
- c) Wat moet die wins van element G wees om 1 Vrms vir die 1 kΩ detektor te lewer indien die drywing by die inset van element A -95 dBm is? / What must the gain of element G be to provide a voltage of 1 Vrms to the 1 kΩ detector if the input power to element A is -95 dBm? [3]
- d) Indien die padverlies tussen 'n versender en hierdie ontvanger bekend is (soos gegee), bereken die reikafstand. / If the path loss between a transmitter and this receiver is given (as provided), calculate the range. [3]

### Vraag 5: Sellulêre stelsel beginsels / Question 5: Cellular system principles [26]

5.1 'n Dorp beslaan 200 km<sup>2</sup> en benodig 'n sellulêre netwerk. Elke sel het 'n radius van 1 km. Daar is 144 vol dupleks kanale beskikbaar. Bereken die volgende (rond alle antwoorde op / af na die naaste heeltal): / A town covers 200 km<sup>2</sup> and needs a cellular network. Each cell has a radius of 1 km. There are 144 full duplex channels available. Calculate the following (round each answer up / down to the nearest integer):

- (a) Die aantal selle waarin die dorp verdeel kan word. / The number of cells into which the town can be divided. [2]
- (b) Bepaal die totale kapasiteit van die netwerk indien daar 7 selle per "cluster" is. / Determine the total capacity of the network if there are 7 cells per cluster. [2]
- (c) Wat kan gedoen word om die kapasiteit tot 'n maksimum te verhoog sonder om die aantal kanale te verander? / What can be done to increase capacity to a maximum without changing the number of channels? [3]
- (d) Wat is die beperkende faktor wat moontlik kan verhoed dat die maksimum kapasiteit behaal kan word - waarom? / What is the limiting factor that can prevent the maximum capacity from being reached - why? [2]

5.2 Die volgende parameters van 'n sellulêre is bekend: / The following parameters of a cellular system are known:

- Blokkering met vertraging sal gebruik word met 5% diensgradering (grade of service - GoS) / Blocked calls delayed will be used with 5% grade of service (GoS);
  - Daar is 4 selle per "cluster" / There are 4 cells per cluster;
  - Die huidige diensverskaffer het 200 kanale beskikbaar vir spraak / The current service provider has 200 channels available for voice;
  - Gedurende die besige uur bel die gemiddelde gebruiker 4 maal per uur en elke oproep duur 6 minute / During busy hour, the average user calls 4 times per hour with each call lasting 6 minutes.
- (a) Wat is die verkeersintensiteit wat deur die gebruiker aan die netwerk gebied word (die las)? / What is the traffic intensity offered to the network by the user (the load)? [2]
- (b) Hoeveel kanale per sel is beskikbaar? / How many channels per cell are available? [1]
- (c) Hoeveel gebruikers kan per sel hanteer word in die besige uur? / How many users can be supported per cell in the busy hour? [4]
- (d) Wat is die waarskynlikheid dat 'n oproep langer as 20s sal moet wag? / What is the probability that a call will be delayed more than 20s? [2]

5.3 Sektorisering word gebruik om 'n stelsel se seingehalte te verbeter. Die stelsel gebruik 60 kanale per sel met 'n waarskynlikheid van 10% vertraging. Die verkeer wat aan die netwerk gebied word per gebruiker is 0.25 Erlang. / Sectoring is used to improve a system's signal quality. The system uses 60 channels with a probability of delay of 10%. The traffic offered to the network by a single user is 0.25 Erlang.

- (a) Hoeveel gebruikers kan geakkommodeer word per sel voordat sektorisering gebruik word? / How many users can be accommodated per cell before sectoring is applied? [3]
- (b) Hoeveel gebruikers kan geakkommodeer word per sel nadat sektorisering gebruik word? / How many users can be accommodated per cell after sectoring has been applied? [5]