



NORTH-WEST UNIVERSITY  
YUNIBESITHA BOKONE-BOPHIRIMA  
NOORDWES-UNIVERSITEIT  
POTCHEFSTROOMKAMPUS

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

Multi-keusekaarte/  
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:**

**BIng / BEng**

**MODULEKODE/  
MODULE CODE:**

**EERI 423**

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

**MODULEBESKRYWING/  
MODULE DESCRIPTION:**

**Telekommunikasie / Telecommunication**

**MAKS/  
MAX:** **101**

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

**Prof Johann Holm  
Mnr Henri Marais**

**DATUM/  
DATE:** **16/11/2013**

**TYD/TIME:** **09:00**

**MODERATOR:**

**Mnr Carl Thom**

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

**[12]**

1.1 Noem die 4 elemente van enige kommunikasieselsel. / List the 4 elements of any communications system. [4]

1.2 Verduidelik die beginsel van werking van 'n "componder" met verwysing na spraakseine. / Explain the principle of operation of a compander with reference to voice signals. [4]

1.3 'n  $\mu$ -Wet omsetter ("componder") met 'n maksimum waarde van 1 V en 'n  $\mu$ -waarde van 255 ontvang 'n sein van 100 mV. Wat is die uitsetspanning en die spanningswins? / A  $\mu$ -Law compander with a maximum value of 1 V and a  $\mu$  value of 255 receives a signal of 100 mV. What is the output voltage and voltage gain? [4]

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

**[29]**

2.1 Teken die baan vir 'n moderne digitale versender en benoem elke element op die diagram duidelik. / Draw the circuit for a modern digital transmitter and name each element on the diagram clearly. [10]

2.2 Wat is die groot probleem met sintetiseerders wat 'n vaste voorverdeler gebruik? Wat kan gedoen word om die probleem op te los? / What is the problem with synthesizers that use a fixed prescaler? What can be done to resolve this problem? [3]

2.3 Teken die diagram vir 'n direkte-omskakeling ontvanger en benoem elke element duidelik. / Draw the diagram of a direct conversion receiver and name each element clearly. [10]

2.4 'n Ontvanger het 'n  $50 \Omega$  insetimpedansie en werk by 'n temperatuur van  $20^\circ\text{C}$ . Die versterker het 'n ruistal van 4 dB. Die sein-tot-ruis voor die versterker is 15 dB. / A receiver has an input impedance of  $50 \Omega$  and operates at a temperature of  $20^\circ\text{C}$ . The amplifier has a noise figure of 4 dB. The signal-to-noise before the amplifier is 15 dB.

a) Wat is die sein-tot-ruis na die versterker? / What is the signal-to-noise after the amplifier? [2]

b) Indien die seinvlak voor die ontvanger  $2 \mu\text{V RMS}$  is, wat is die ruisevlak voor die ontvanger? / If the signal level before the amplifier is  $2 \mu\text{V RMS}$ , what is the signal level before the receiver? [3]

c) Wat kan gedoen word om die ruis te verminder indien die temperatuur konstant is? / What can be done to reduce noise if the temperature stays fixed? [1]

**Vraag 3: Kommunikasiesistels / Question 3: Communications systems****[20]**

3.1 Noem die twee soorte sprekspektrum tegnieke wat algemeen gebruik word. / Name the two types of spread spectrum techniques that are commonly used. [2]

3.2 Noem 3 voordele van sprekspektrum. / List 3 advantages of spread spectrum. [3]

3.3 Gee die blokdiagram van 'n draer-herwinningsbaan vir BPSK modulering. / Give the block diagram for a carrier recovery circuit for BPSK modulation. [8]

3.4 Die verlangde bitempo is 5 Mb/s in 'n 1 MHz kanaal. / The desired bit rate is 5 Mbit/s in a 1 MHz channel.

a) Bereken die S/N benodig vir die kanaal soos gedefinieer hierbo. / Calculate the S/N required for the channel defined above; [2]

b) Hoeveel vlakke QAM moet gebruik word om die minimum bitempo te behaal? / What number of QAM levels must be used to achieve the minimum bit rate? [3]

c) Wat sal die kanaalkapasiteit wees indien die sein-tot-ruis 10dB is? / What will the channel capacity be if the signal-to-noise is 10 dB? [2]

**Vraag 4: Padverlies en drywing / Question 4: Path loss and power****[15]**

4.1 'n Versender-ontvanger stelsel het die volgende winste en verliese: / A transmitter-receiver system has the following gains and losses:

- Versenderdrywing / Transmitter power: 50W
- Versender kabelverliese / Transmitter cable losses: 1.5 dB
- Versender antenne wins / Transmitter antenna gain: 11 dBi
- Ontvanger antenne wins / Receiver antenna gain: 2 dBi
- Ontvanger kabelverliese / Receiver cable losses: 0 dB
- Ontvanger ruis / Receiver noise figure: 1.5 dB
- Ontvanger sein-tot-ruis / Receiver signal-to-noise: 15 dB
- Ontvanger wins / Receiver gain: 120 dB
- Ontvanger bandwydte / Receiver bandwidth: 250 kHz
- Padverlies by  $d = 1$  m / Path loss at  $d = 1$  m: 27 dB

a) Bereken die minimum detekteerbare sein. / Calculate the minimum detectable signal. [2]

b) Wat is die minimum seinvlak benodig by die ontvanger om voldoende sein-tot-ruis te lewer? / What is the minimum signal level required at the receiver to provide adequate signal-to-noise? [2]

c) Bereken die toelaatbare padverlies tussen die versender en ontvanger. / Calculate the allowed path loss between the transmitter and receiver. [6]

d) Wat is die reikafstand van die stelsel (in km) indien die padverlieskonstante  $n = 3$  is? / What is the distance range of the system (in km) if the path loss constant is  $n = 3$ ? [2]

e) Is die reikafstand vir 'n oop ruimte realisties? Gebruik die log-afstand formule. / Is the distance range for an open space realistic? Use the log-distance model. [3]

**Vraag 5: Sellulêre stelsel beginsels / Question 5: Cellular system principles****[25]**

5.1 'n Sellulêre stelsel het die volgende karakteristieke: / A cellular system has the following characteristics:

- Frekwensie-herbruik faktor / Frequency reuse factor: 4
- Padverlieskonstante (n) / Path loss constant (n): 3
- Aantal interfererende selle / Number of interfering cells: 6

- (a) Wat is die sein-tot-interferensie (S/I) van die stelsel? / What is the signal-to-interference (S/I) of the system? [2]
- (b) Indien die stelsel ten minste 10 dB S/I vereis, wat kan gedoen word om die probleem op te los? Wys dat die oplossing kan werk. / If the system requires at least 10 dB S/I, what must be done to solve the problem? Show that the solution can work. [3]

5.2 'n Sellulêre stelsel moet aan Potchefstroom voorsien word. Die volgende is bekend: / A cellular system must be provided to Potchefstroom. The following is known:

- Aantal gebruikers = 60,000 / Number of users = 60,000;
- Daar is 7 selle per "cluster" / There are 7 cells per cluster;
- Blokkering sal gebruik word met 2% oproepe wat geblokkeer en skoongemaak sal word / Call blocking will be used with 2% blocked calls cleared;
- Die huidige diensverskaffer het 140 radiokanale beskikbaar vir spraak / The current service provider has 140 radio channels available for voice;
- Gedurende die besige uur bel die gemiddelde gebruiker 3 maal per uur en elke oproep duur 4 minute / During busy hour, the average user calls 3 times per hour with each call lasting 4 minutes;
- Die geografiese area van Potchefstroom is ongeveer 110 km<sup>2</sup>. Elke sel het 'n radius van 1 km. / The geographical area of Potchefstroom is approximately 110 km<sup>2</sup>. Each cell has a radius of 1 km.
- 'n Nuwe stelsel word voorgestel wat van TDMA gebruik maak. Daar is 4 tydgleuwe per radiokanaal in die nuwe stelsel. / A new system is proposed that uses TDMA. There are 4 time slots per radio channel in the new system.

- (a) Hoeveel gebruikers kan PER SEL hanteer word in die besige uur met die huidige stelsel? / How many users can be supported PER CELL in the busy hour with the current system? [7]
- (b) Hoeveel selle is daar in Potchefstroom? / How many cells are there in Potchefstroom? [3]
- (c) Hoeveel gebruikers kan in TOTAAL hanteer word met die huidige stelsel? / In TOTAL, how many users can be supported with the current system? [1]
- (d) Indien die nuwe stelsel gebruik word, hoeveel gebruikers kan dan hanteer word? / If the new system is used, how many users can be supported? [7]
- (e) Wat moet gedoen word om meer gebruikers te kan hanteer indien die soort tegnologie nie verander mag word nie – maak twee voorstelle? / What must be done to accommodate more users if the type of technology cannot be changed – make two suggestions? [2]

**TOTAAL/TOTAL: 101**