

Name: \_\_\_\_\_

Class: EE2T21 Telecommunicatie B (2015-2016 Q4): 37543-151604

Class #: \_\_\_\_\_

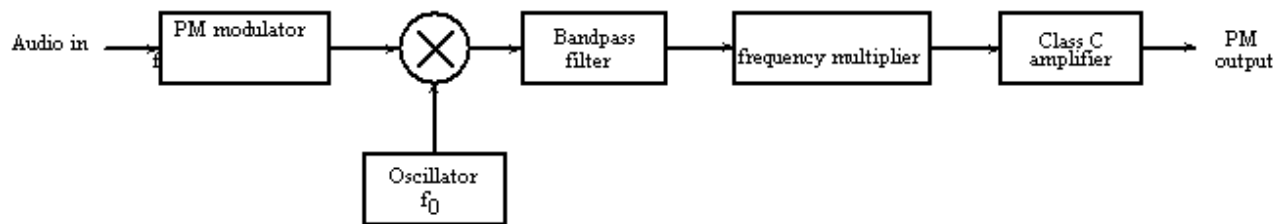
Section #: \_\_\_\_\_

Instructor: Koos Dijkhuis

Assignment: Huiswerkopdracht 10

**Question 1: (3 points)**

Een PM-zender is opgebouwd volgens het blokschema van figuur 1. De frequentieband van het audio-ingangssignaal is vlak van 20 Hz - 15 kHz. De draaggolffrequentie van het uitgezonden PM signaal aan de uitgang dient 96.3 MHz te bedragen. De 'frequency multiplier' zorgt voor een frequentievermenigvuldiging van 6 maal. De frequentie van de modulator is = 4.3 MHz.



- a. Bepaal de centrale frequentie  $f_i$  van het banddoorlaatfilter, en  $f_i =$  \_\_\_\_\_ kHz  
 de frequentie  $f_o$  van de oscillator, indien  $f_o$  hoger wordt  $f_o =$  \_\_\_\_\_ kHz  
 gekozen dan  $f_i$ . Het antwoord dient binnen 1 kHz nauwkeurig te zijn.

- b. Hoe groot is de maximaal toelaatbare fasedeviatie van de PM- modulator?

$$\theta_{\Delta} = \text{_____ rad}$$

- c. Bereken de vereiste bandbreedte  $BW$  van het banddoorlaatfilter voor een piek-fasedeviatie van de PM-

modulator van 0.25 rad. Het antwoord dient binnen 1 kHz nauwkeurig te zijn.

BW = \_\_\_\_\_ kHz

---

**Question 2: (3 points)**

Een gemoduleerd uitgezonden signaal wordt gegeven door

$$s(t) = A_c \cos(\omega_c t + B \sin 2\pi f_m t) \quad \text{met } A_c = 420, B = 2.2 \text{ rad en } f_m = 105 \text{ kHz}.$$

Dit signaal wordt verkregen voor een sinusvormig modulatie signaal  $m(t)$ .

- a. Indien PM met fasedeviatie  $D_P = 0.25 \text{ rad/V}$  is toegepast, Piekwaarde  $A_m = \underline{\hspace{2cm}}$  V.  
bepaal dan de piekwaarde  $A_m$  van de bij  $s(t)$  behorende fasemodulatiespanning  $m(t)$ .

- 
- b. Indien FM met frequentiedeviatie  $D_f = 95 \text{ kHz/V}$  is toegepast, Piekwaarde  $A_m = \underline{\hspace{2cm}}$  V.  
bepaal dan de piekwaarde  $A_m$  van de bij  $s(t)$  behorende frequentiemodulatiespanning  $m(t)$

In de volgende twee onderdelen wordt FM toegepast waarbij de frequentiedeviatie en de modulatiefrequentie als volgt zijn ingesteld :  $D_f = 1 \text{ kHz/V}$  en  $f_m = 2.5 \text{ kHz}$ . Het vermogensspectrum van het gemoduleerde signaal wordt op een spectrumanalyser bekenen. De amplitude  $A_m$  van  $m(t)$  is instelbaar, en wordt langzaam opgevoerd vanaf  $A_m = 0\text{V}$ .

- c. Bepaal de amplitude  $A_m$  waarbij het vermogen op de  $A_m = \underline{\hspace{2cm}}$  V.

frequentie  $f_c + n f_m$  voor de eerste keer nul wordt voor  $\beta \neq 0$ , met  $n = 5$ .

---

- d. De amplitude  $A_m$  wordt nu zo ingesteld dat de piek-frequentiedeviatie  $\Delta F = 32 \text{ kHz}$ . Bereken voor deze situatie de modulatie-index  $\beta$  en de Carson bandbreedte BW.

$$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$\text{BW} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kHz}$$

---

**Question 3: (4 points)**

U beschikt over een ontvanger die geschikt is om AM, DSB-SC en SSB gemoduleerde signalen coherent te demoduleren. Het demodulator type : AM, DSB-SC en USSB/LSSB, kan met de hand worden ingesteld. Een AM-gemoduleerd signaal  $s(t)$ :

$$s(t) = A_c [1 + \mu m(t)] \cos(\omega_c t)$$

wordt ontvangen over een kanaal met Additive White Gaussian Noise met dubbelzijdigespectrale vermogensdichtheid  $N_0/2 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ W/Hz}$ .

Voor het informatiesignaal  $m(t)$  geldt dat

$$\langle m^2(t) \rangle = 0.55, \langle m(t) \rangle = 0, |m(t)|_{\max} = 1,$$

en de bandbreedte van  $m(t)$  is  $W_m = 5 \text{ kHz}$ . De modulatie-index bedraagt  $\mu = 0.5$ . Bij afwezigheid van de modulatie (voor  $m(t) = 0$ ) is het ontvangen signaalvermogen  $P_{no-mod} = 14 \text{ dBm}$ .

- a. Bereken de signaal-ruisverhouding (SNR) van het

gemoduleerde AM-signaal aan de ingang van de ontvanger en aan de uitgang van de ontvanger indien de AM-demodulator is ingeschakeld.

$$SNR_{AM\ in} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB.}$$

$$SNR_{AM\ uit} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB.}$$

---

- b. Hetzelfde AM-gemoduleerde signaal wordt ontvangen, maar nu met de ontvanger in de stand DSB-SC. Bereken de signaal-ruisverhouding na DSB-SC demodulatie van het signaal aan de uitgang van de ontvanger.

$$SNR_{DSB-SC\ uit} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB.}$$

---

- c. Dezelfde vraag als b, maar nu indien de ontvanger in de stand SSB wordt gezet.

$$SNR_{SSB\ uit} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB.}$$

---