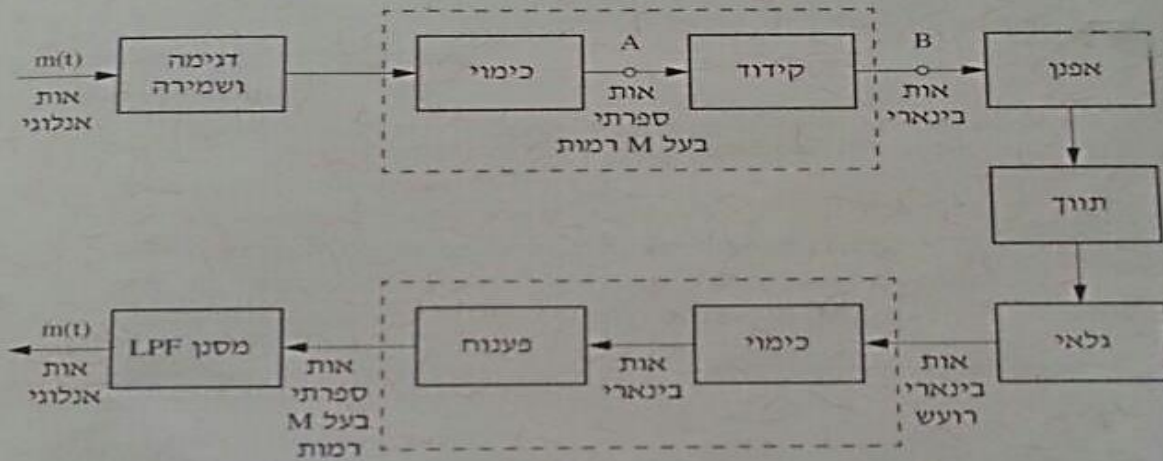


פתרון מבחן בתקשורת א - טכנאים - מרץ 2015 תשע"ה - פתר המרצה יוסי ברקוביץ

שאלה 1

באיור א' לשאלה 1 נתון תרשים מלבנים עקרוני של מערכת תקשורת העובדת בשיטת PCM.



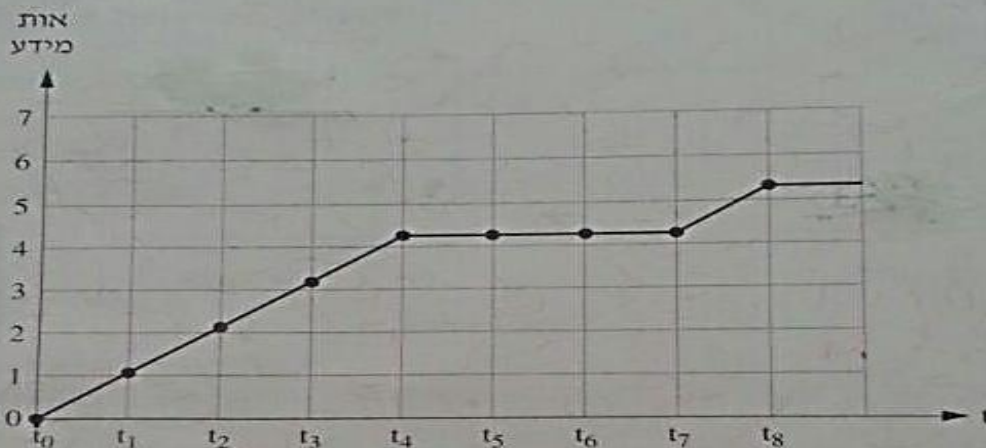
איור א' לשאלה 1

א. הסבר את תפקידה של כל אחת מן היחידות שלהלן במערכת תקשורת PCM:

1. דגימה ושמירה
2. היחידה הכוללת את הפעולות כימוי וקידוד.
3. היחידה הכוללת את הפעולות כימוי ופענוח.

ב. הסבר את המושג שגיאת כימוי. לווה את הסברך בדוגמה מתאימה.

ג. באיור ב' לשאלה מתואר אות מידע הנכנס למערכת, כפונקציה של הזמן, ומוצגות בו שמונה רמות לכימוי האות.



איור ב' לשאלה 1

העתק את האיור למחברתך, וסרטט מתחתיו, בהתאמה, את האותות המתקבלים בנקודות A ו-B בתרשים המלבנים, כפונקציה של הזמן.

פתרון שאלה 1

(1)

הצגה לפיתרון מהחן התחלות הקטנות של תשע"ה
כוננת י"ג

שאלה 1

א. 1. תפקידה של יחידת בדיקה להשיגה תנאי עבודה
אז האל האנליטי במולחיו כען קבוצים לעשער אז
ערך המענה הרצוי הכען הדיגיטליה עדי לדיגיטליה העולה.

2. תפקידה של יחידת הכימוי וקיצור בלא, לקדם אז
כעת המענה הנכסף לרמת המענה הקדומה בלב
באזכרת הסיפורות. המערכת ספרותית קיימת
מספר כמול מענה סופי ולכן לא עמן להציע כול
רעך מענה שפיה (כמול האנליטי). יחידת הכימוי
מבינה אז המענה הקדום הילר האפשרי.

בזמן הקידום הלפנת אז רמות המענה הספרותי
על האל בינארי ומענה אז האלת הבינארי המקומי
עלול בינארי טורי כק שעתן לשברו לעשר
תקלט סהר אור סיבית.

3. תפקידה של יחידת הכימוי פועל המקלט להוציא אז
הפעולה ההפוכה של יחידת הכימוי וקיצור.
היתודה מקבל אז בינארי רשע והוצר כימוי
כאונה העולה לערך הקדום הילר למענה של הכונה
הסיפורות הקדומה הילר.

הידיאר מעגל הכימוי מתקבל אז בינארי טורי תקי
מחשבים. אז בינארי כה מונה האל בינארי טורי האל
הקדי מקדמי הלבנס לענות המענה אז האל הבינארי
המקדמי האל ספרותי האל מ רמות קדום
האל האנליטי המקלט. אמת מסמן LPT מקדמי
רצה אז האל האנליטי המשומר.

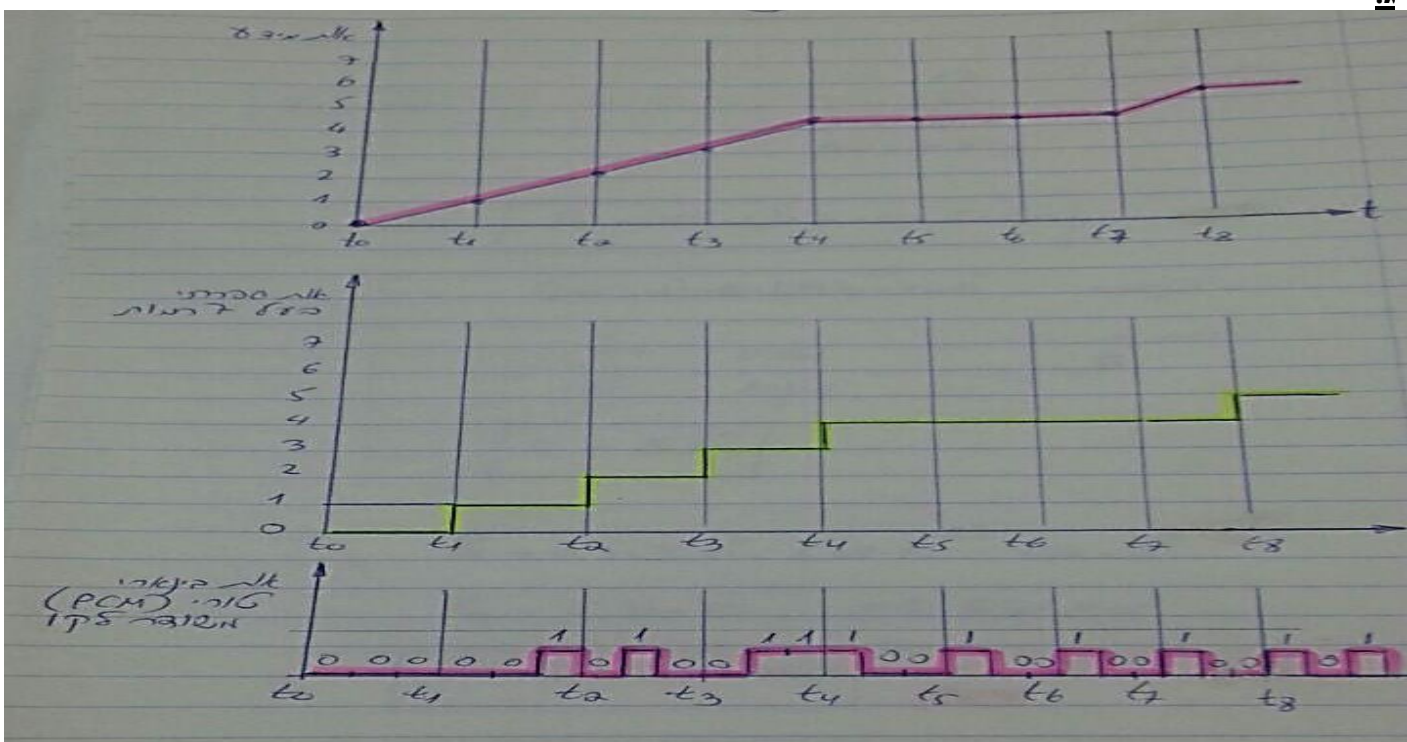
ה. שגור בינארי וזמן כתיבה מתחילק הבינארי
 זו מקורבים לא מה פחות בעצם הבינארי לכת
 המחר הקרובה היא פקיימת המערכת הספרות.

צייאנו: באור ה של הסלטה ניתן לראו כי המקורב
 PCM קיימת חמור מנה הבינארי 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216,217,218,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,253,254,255,256,257,258,259,260,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,280,281,282,283,284,285,286,287,288,289,290,291,292,293,294,295,296,297,298,299,300,301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,321,322,323,324,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,354,355,356,357,358,359,360,361,362,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,386,387,388,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400,401,402,403,404,405,406,407,408,409,410,411,412,413,414,415,416,417,418,419,420,421,422,423,424,425,426,427,428,429,430,431,432,433,434,435,436,437,438,439,440,441,442,443,444,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,463,464,465,466,467,468,469,470,471,472,473,474,475,476,477,478,479,480,481,482,483,484,485,486,487,488,489,490,491,492,493,494,495,496,497,498,499,500,501,502,503,504,505,506,507,508,509,510,511,512,513,514,515,516,517,518,519,520,521,522,523,524,525,526,527,528,529,530,531,532,533,534,535,536,537,538,539,540,541,542,543,544,545,546,547,548,549,550,551,552,553,554,555,556,557,558,559,560,561,562,563,564,565,566,567,568,569,570,571,572,573,574,575,576,577,578,579,580,581,582,583,584,585,586,587,588,589,590,591,592,593,594,595,596,597,598,599,600,601,602,603,604,605,606,607,608,609,610,611,612,613,614,615,616,617,618,619,620,621,622,623,624,625,626,627,628,629,630,631,632,633,634,635,636,637,638,639,640,641,642,643,644,645,646,647,648,649,650,651,652,653,654,655,656,657,658,659,660,661,662,663,664,665,666,667,668,669,670,671,672,673,674,675,676,677,678,679,680,681,682,683,684,685,686,687,688,689,690,691,692,693,694,695,696,697,698,699,700,701,702,703,704,705,706,707,708,709,710,711,712,713,714,715,716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731,732,733,734,735,736,737,738,739,740,741,742,743,744,745,746,747,748,749,750,751,752,753,754,755,756,757,758,759,760,761,762,763,764,765,766,767,768,769,770,771,772,773,774,775,776,777,778,779,780,781,782,783,784,785,786,787,788,789,790,791,792,793,794,795,796,797,798,799,800,801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812,813,814,815,816,817,818,819,820,821,822,823,824,825,826,827,828,829,830,831,832,833,834,835,836,837,838,839,840,841,842,843,844,845,846,847,848,849,850,851,852,853,854,855,856,857,858,859,860,861,862,863,864,865,866,867,868,869,870,871,872,873,874,875,876,877,878,879,880,881,882,883,884,885,886,887,888,889,890,891,892,893,894,895,896,897,898,899,900,901,902,903,904,905,906,907,908,909,910,911,912,913,914,915,916,917,918,919,920,921,922,923,924,925,926,927,928,929,930,931,932,933,934,935,936,937,938,939,940,941,942,943,944,945,946,947,948,949,950,951,952,953,954,955,956,957,958,959,960,961,962,963,964,965,966,967,968,969,970,971,972,973,974,975,976,977,978,979,980,981,982,983,984,985,986,987,988,989,990,991,992,993,994,995,996,997,998,999,1000

כשר במתח של הבינארי הוא בין נחות אל מקורבים אל
 למתח המקורב הילת. גם נסתכל על צייאנו ה - $t_4 - t_3$
 באור נראה כי הן אפולות 4V נחה 4,2V, אחרי
 תחילק הבינארי נחמור עליו תלפולת 4V, כאמור
 קורה לכרת מתח הקרובה הילת.

כאמור הלא המולפול: הוא 4.2V ואנחנו א- צייאנו אל
 כ- 4. ציה שלילת הבינארי.

שגור בינארי היא מתחית משהחם בין שלילת קרולת
 והמקרה שלילת $\frac{1V}{2} = 0.5V$.



שאלה 2

למבוא של דרגת הגברה במשדר נכנס אות שהספקו $10 \mu\text{W}$. הספק האות שנמדד במוצא הדרגה הוא 0.5 W .

ספרת הרעש של דרגת ההגברה הזו היא $NF = 1.3$, ורוחב-הפס שלה הוא 10 MHz . טמפרטורת הסביבה היא 27°C .

- א. חשב את הספק הרעש שיוצרת דרגת ההגברה הזו.
- ב. חשב את הספק הרעש במוצא של דרגת ההגברה.
- ג. חשב את יחס האות לרעש במוצא של דרגת ההגברה.
- ד. מחברים בקסקדה עשר דרגות הגברה הזוהות לדרגת ההגברה המתוארת לעיל. מהי בקירוב ספרת הרעש הכוללת של מערכת ההגברה הזו? נמק את תשובתך ללא חישובים.

תשובה 2

$N.F = 1.3$
 $T = 23^\circ\text{C}$
 $T = 300^\circ\text{K}$
 $B.W = 10 \text{ MHz}$

$T(\text{K}) = 273 + ^\circ\text{C}$

$P_n = (NF - 1) \cdot G \cdot k \cdot T \cdot BW$

$P_n (1.3 - 1) \cdot G \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^7$

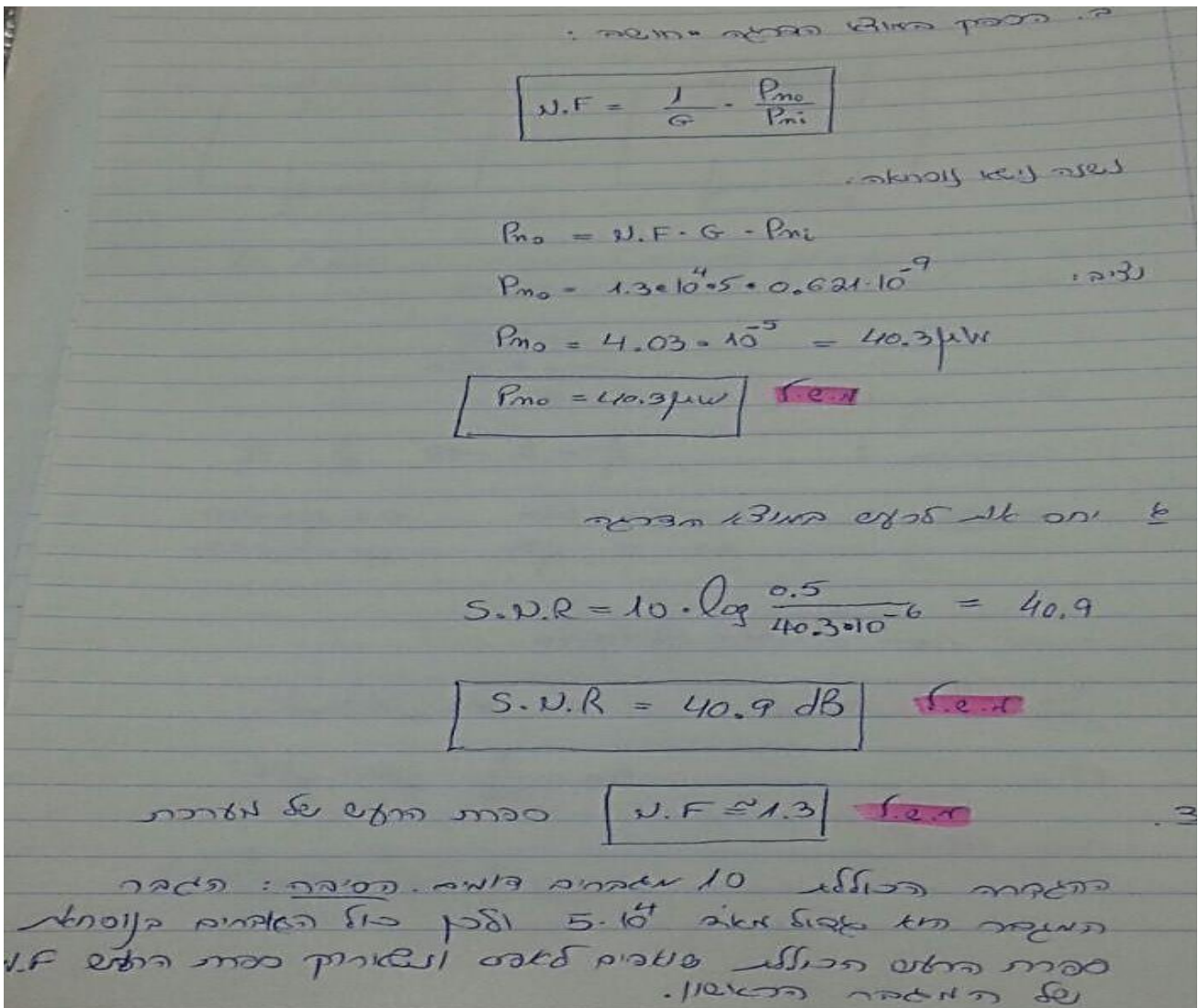
$G = \frac{P_{so}}{P_{si}} = \frac{0.5 \text{ W}}{10 \mu\text{W}} = 0.05 \cdot 10^6$

$G = 5 \cdot 10^4$

$P_n = 0.3 \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^7$

$P_n = 6.21 \cdot 10^{-10} = 0.621 \text{ nW}$

$P_n = 0.621 \text{ nW}$



שאלה 3

א. באיור לשאלה 3 נתונים תרשימי מלבנים של שני מתנדים שונים. העתק את האיור למחברתך, והשלם עבור כל אחד מהמתנדים את הנתון החסר כדי להבטיח קיום תנודות במתנד. נמק את תשובתך.

מתנד ב'

מתנד א'

איור לשאלה 3

ב. על-מנת להבטיח קיום תנודות במתנד מסוג הרטלי צריך להתקיים הקשר המתמטי:

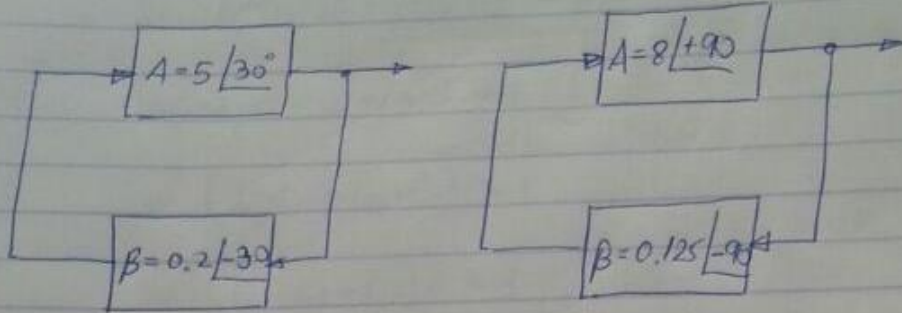
$$X_{L1} + X_{L2} + X_C = 0 \quad (X_L = \omega L, \quad X_C = \frac{-1}{\omega C})$$

ציתם, מתוך הקשר המתמטי, את הנוסחה לחישוב תדר התנודות של המתנד הזה.

ג. נתוני הרכיבים במתנד מסוג הרטלי הם: C = 2 nF, L₁ = 0.5 mH, L₂ = 1.5 mH. ההתנגדות הפנימית של המתנד היא: R = 60 kΩ.

1. מהו תדר התנודות של המתנד?
2. מהו גורם הטיב של המתנד?

תשובה 3



על מנת להקטין את ההפרש בין תנאים של א ו ב להפחית קיים תנולת המתנה

$$\beta \cdot A = 1$$

$$\angle \beta \cdot A = 0^\circ$$

על מנת להפחית את ההפרש בין תנאים

$$\beta = \frac{1}{A} \iff A = \frac{1}{\beta} \quad \text{: סתם היות}$$

$$\angle A + \angle \beta = 0 \quad \angle A + \angle \beta = 0 \quad \text{: הנושא}$$

$$\angle A = 0^\circ - \angle \beta \quad \angle \beta = 0^\circ - \angle A$$

היחוסה תכר התקנות של המתנה

$$X_{L1} + X_{L2} + X_C = 0 \quad X_L = \omega L \quad X_C = \frac{-1}{\omega C}$$

$$\omega L_1 + \omega L_2 - \frac{1}{\omega C} = 0 \quad \text{: נביה}$$

מנה ונתנה

$$\frac{C \cdot \omega^2 L_1 + \omega^2 L_2 \cdot C - 1}{\omega C} = 0$$

$$\omega^2 \cdot L_1 \cdot C + \omega^2 \cdot L_2 \cdot C - 1 = 0$$

$$\omega^2 \cdot L_1 \cdot C + \omega^2 \cdot L_2 \cdot C = 1$$

$$\omega^2 (L_1 \cdot C + L_2 \cdot C) = 1$$

$$\omega^2 (C(L_1 + L_2)) = 1$$

$$\omega^2 = \frac{1}{C(L_1 + L_2)}$$

$$\omega^2 = (2\pi \cdot f)^2 = \frac{1}{C(L_1 + L_2)}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{C(L_1 + L_2)}}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f = \frac{1}{\sqrt{C(L_1 + L_2)}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C(L_1 + L_2)}}$$

5 ע"ב

f_0 זהו
תדירות רצף התנודות

5. מתנה מס' 8.

1. תדר התנודות של המתנה המושגת אצרי:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}}$$

נציב:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-9} (0.5 \cdot 10^{-3} + 1.5 \cdot 10^{-3})}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}} = 79.57 \text{ KHz}$$

$f_0 = 79.57 \text{ KHz}$ **ס.א.**

2. אדם הטיס של המתנה

$$Q = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

אדם ינה מתנה מס' 8.

$$Q = R \sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$$

נציב:

$$Q = 60 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-3}}}$$

$Q = 60$ **ס.א.**

שאלה 4

מספקים לגלאי מעטפת אות מאופנן AM, שביטוי:

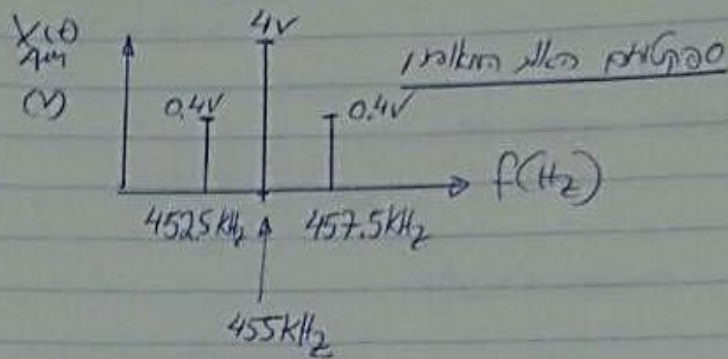
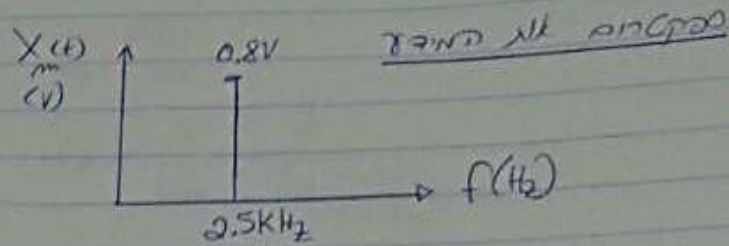
$$X_{AM}(t) = 4 \cdot \cos(2\pi \cdot 455 \cdot 10^3 t) + 0.4 \cdot \cos(2\pi \cdot 452.5 \cdot 10^3 t) + 0.4 \cdot \cos(2\pi \cdot 457.5 \cdot 10^3 t)$$

א. סרטט את הספקטרום של אות המידע ואת הספקטרום של האות המאופנן.

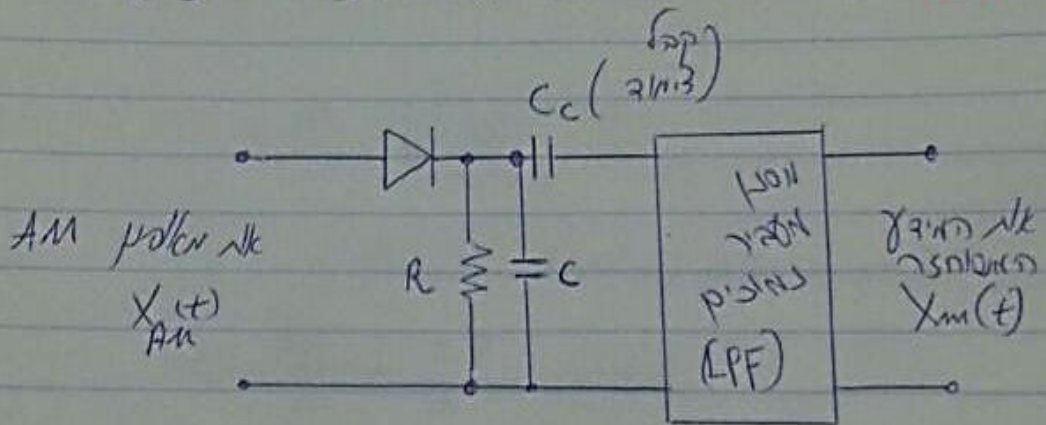
ב. סרטט את המעגל החשמלי של גלאי מעטפת.

ג. תכנן את ערכי הרכיבים של גלאי מעטפת, שיגלה באופן תקין את האות המאופנן הזה.

ד. הסבר את עקרון פעולתו של גלאי המעטפת, שאת המעגל החשמלי שלו סרטטת בסעיף ב'.



מגדיל תדירות של זוגי מערכות (זוגי גיבור)



א. קבל צינור C_c ואישים לחסות D.C. (אילו עוקר חלק התיבה ערכי הגא $C \neq R$). ערום אצול. מאור R צומת האל סיבוי מתה ω (המאור).

נחשב את ערכי R, C לנחוק:

$$\frac{\pi}{\omega_c} < R \cdot C < \frac{\pi}{\omega_m} \cdot \frac{1}{\mu \frac{1+m_a}{1-m_a}}$$

דבר זה מתייחס לזמן

$$\tau_1 = \frac{2\pi}{\omega_c}$$

$$\tau_2 = \frac{\pi}{\omega_m} \cdot \frac{1}{\ln \frac{1+m_a}{1-m_a}}$$

$$\tau = R \cdot C$$

לפי המשוואה הזו ק

$$\tau_1 < \tau < \tau_2$$

נציב את המספרים

$$\tau_1 = \frac{2\pi}{2\pi \cdot 455 \cdot 10^3} = 2.19 \mu\text{sec}$$

$$\tau_2 \Rightarrow \frac{\pi}{\omega_m} \cdot \frac{1}{\ln \frac{1+m_a}{1-m_a}}$$

מא זה מתייחס לזמן

$$m_a = \frac{A_m}{A_c} = \frac{0.8}{4} = 0.2$$

$$\tau_2 = \frac{\pi}{2\pi \cdot 2.5 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{\ln \frac{1+0.2}{1-0.2}}$$

$$\tau_2 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 2.5 = 500 \mu\text{sec}$$

$$2.19 \mu\text{sec} < \tau < 500 \mu\text{sec}$$

זמן מולד ממוצע: $\tau = \sqrt{\tau_1 \cdot \tau_2}$

$\tau = \sqrt{2.19 \cdot 50} \cdot 10^{-6}$

$\tau = 33 \mu\text{s}$

$\tau = R \cdot C = 33 \mu\text{s}$

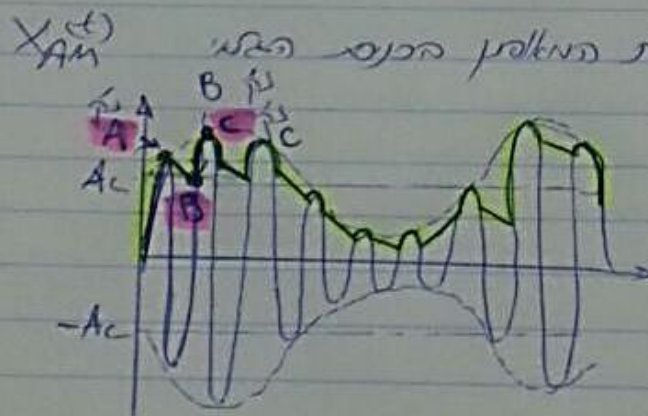
לניח (נניח) $R = 1\text{k}\Omega$ כי רק המכפלה חשובה.
 לבחור נכד סביר. (כמובן יכול להיות גם ערך אחר $10\mu\text{s}$).

מכאן: $C = \frac{\tau}{R} = \frac{33 \mu\text{s}}{1\text{k}\Omega} = 33\text{nF}$

$R = 1\text{k}\Omega$, $C = 33\text{nF}$ (ד.ו.ו.)

3 הסבר מקיף הפעולה של המעגל

נצייר את המעגל המכוס המעגל



את המעגל המעגל המכוס עם לעקושה A הפיוזה מולכה.
 (הקשר בנותה אס). עם אלה המודעה עוקה את אלה הכניסה.
 נסמן הקבוע כגון אגודר עוקה את המעגל המכוס.
 כאשר מעגל המכוס וזה מעגל הקשר A שפי הפיוזה "מתחמקת"
 עוקרת לעגרה קטלון כי הקשר הוא המעגל מעגל A! ומעגל המכוסה
 וזאת מעגל מתחמקת.

2

בעת ההחלטה הנ"ל הקהל נתחיל להתבונן במערכת
 (אם ישנו המרחב $R-C$) של A . היתר B של אותה
 הכניסה של אותה המרחב A של הדיבור אולי של
 אלקטרית באיחית את את המערכת של C של אלקטרית
 אלקטרית. כך הנהיג למשל. ומקרה היציאה את המערכת
 היציאה C של אותה המרחב A של הדיבור של אלקטרית
 את הדיבור של אלקטרית.

כפי שהצגנו לעיל ההקרה (המקרה של סיוע של)

הלקח צדק את LPF ה"לקח" את ארבעי התורה של חזיון
 ויש את הארבעי ה"לקוח" המקורי.

כ-כ נכון של הארבעי ה"לקוח" של אותה $AC D.C$.
 ארבעי ה"לקוח" של אותה $D.C$ של ארבעי ה"לקוח" של
 לקח צדק ה"לקוח" של אותה $D.C$ של ארבעי ה"לקוח"

S.E.N