

פתרון מוצע לבחינת משה"ח 733911

מועד א תשע"ט, חודש מרץ שנה 2019
מחברים: איה פלמן, יואב אפודי, מכאל יפרח מכללת אורט הרמלין

חלק ראשון – מערכות הספק

שאלה 1

א.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

$$I_C = \frac{20000}{\sqrt{3} * 400 * 1} = 28.86 + j0A$$

$$I_D = \frac{25000}{\sqrt{3} * 400 * 0.6} = 36.08 - j48.11A$$

$$I_E = I_{DE} = \frac{50000}{\sqrt{3} * 400} = 57.6 - j43.25A$$

$$I_{CD} = I_D + I_{DE} = 36.08 - j48.11 + 57.6 - j43.25 = 93.77 - j91.36A$$

$$I_{BC} = I_C + I_{CD} = 28.86 + j0 + 93.77 + j91.36 = 122.63 - j91.36A$$

$$I_{BC} = 152.9 < -36.86^\circ A$$

$$\Delta U = \frac{3}{100} * 400 = 12V$$

$$\Delta U_r = \sqrt{3} X_0 \Sigma I_r L$$

$$\Delta U_r = \sqrt{3} \frac{0.2}{1000} * (91.36 * 23 + 91.36 * 40 + 43.25 * 40) = 2.59V$$

$$\Delta U_a = \Delta U - \Delta U_r = 12 - 0.59 = 9.4V$$

$$A = \frac{\sqrt{3}}{\gamma * \Delta U_a} * \Sigma I_a L$$

$$A = \frac{\sqrt{3}}{35 * 9.4} * (122.63 * 23 + 93.77 * 40 + 57.6 * 40) = 46.75 mm^2$$

$$A_{\text{מסחרי}} = 50 mm^2$$

ב.

$$\cos \varphi = \cos 36.86^\circ = 0.8$$

מקדם ההספק לא עונה על דרישת רשות החשמל, דרישת רשות החשמל שמקדם ההספק יהיה 0.92 לפחות.

ג. ההספק המזערי צריך להיות $28 kVA_r$, ואופיו קיבולי

$$Q_c = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$P = 20 + 25 + 40 = 85 kW$$

$$Q_c = 85(0.745 - 0.426) = 27.13 kVA_r$$

שאלה 2

א.

$$P=250W \quad \eta=150\text{Lm/W} \quad E_0 = 100\text{Lx}$$

$$\Phi=P*\eta=250*150=37.5\text{kLm}$$

$$I=80\text{cd}/1000\text{Lm} \rightarrow I=80*37.5=3000\text{cd}$$

$$E_\alpha = \frac{I_\alpha * \cos^3 \alpha}{h^2} \rightarrow h = \sqrt[2]{\frac{I_\alpha * \cos^3 \alpha}{E}} = \sqrt[2]{\frac{3000 * 1 * 4}{100}} = 10.95\text{m}$$

ב. עוצמת ההארה

$$E_\alpha = \frac{I_\alpha * \cos^3 \alpha}{h^2} * 4$$

$$\tan \alpha = \frac{12}{10.95} = 1.095$$

$$\alpha=47.61$$

$$\cos^3 \alpha = 0.306$$

$$E_\alpha = \frac{3000 * 0.306}{10.95^2} * 4 = 30.62\text{lux}$$

ג. חישוב גובה העמוד

$$\frac{E_0}{E_1} = \frac{\frac{I_0 * \cos^3 \alpha}{h^2}}{\frac{I_\alpha * \cos^3 \alpha}{h^2}} = 2$$

$$\cos \alpha_0 = 1$$

$$\cos \alpha_1^3 = 0.5$$

$$\alpha=37.46$$

$$\tan \alpha = 0.766 = \frac{12}{h}$$

$$\underline{h=15.65\text{m}}$$

שאלה 3

עבור SW פתוח

$$X_S = \frac{U^2}{S_k} = \frac{240000^2}{700 * 10^6} = 0.822\Omega$$

$$X_{Tr} = \frac{U_{k\%} * U^2}{100 * S_n} = \frac{11 * 24 * 10^3}{100 * 30 * 10^6} = 2.11\Omega$$

$$R_L = R_0 * L = 0.15 * 15 = 2.25\Omega$$

$$X_L = X_0 * L = 0.32 * 15 = 4.8\Omega$$

כאשר המפסק פתוח העכבות במקביל ולכן

$$Z_k = \frac{1}{2} * (Z_S + Z_{Tr} + Z_L) = \frac{1}{2} [2.25 + j(0.822 + 2.11 + 4.8)]$$

$$Z_k = 1.125 + j3.866 = 4.02\Omega < 73.775$$

$$I_k = \frac{1.1 * U}{\sqrt{3} * Z_k} = \frac{1.1 * 24 * 10^3}{\sqrt{3} * 4.02} = 3.79kA$$

ב. 1) $I_k=0$
 2)

$$i(t) = \sqrt{2}I_k [\sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) - \sin(\alpha - \varphi_k) * e^{-\frac{t}{\tau}}]$$

$$i(t) = \sqrt{2} * 3.79 [\sin(180 + 0 - 73.77) - \sin(0 - 73.77)e^{-0.01}]$$

$$= 10.29kA$$

ג... מעגל תמורה: מעבירים את המשולש לכוכב

בכוכב –

$$Z_{L1}=Z_{L2}=Z_{L3}=Z_L/3$$

$$[(X_S + X_T + \frac{Z_L}{3}) // (X_S + X_T + \frac{Z_L}{3})] + \frac{Z_L}{3}$$

ולכן אין שינוי

שאלה 4

א. שם השיטה היא שיטת האיפוס (TNCS)

ב. המפסק הגדול יותר מסוג B 40A

ג. $Z=1.12\Omega$

$$I_{\text{תקלה}} = \frac{230}{7} = 32.85A$$

$$U_{\text{תקלה}} = R_G * I = 1.5 * 32.85 = 49.28V$$

חלק שני – המרת אנרגיה

שאלה 5

- א. תנאים לחיבור שנאים במקביל:
תנאי חובה:
1. כל השנאים יהיו בעלי אותו יחס מתחים
• אסור לחבר שנאי למתח רשת הגבוה מהמתח הנקוב שלו

2. כל השנאים יהיו שייכים לאותה קבוצת חיבורים
*קבוצה 1: (0,4,8)
קבוצה 2: (2,6,10)
קבוצה 3: (1,5,7,11)

- תנאים מומלצים נוספים: 90
1. מומלץ שהשנאים יהיו בעלי אותו מתח קצר בסטיה של $\pm 1\%$
2. מומלץ שהשנאים יהיו בעלי אותו מקדם הספק
3. מומלץ שמתקיים התנאי $\frac{S_{n_{max}}}{S_{n_{min}}} < 3$

ב. שנאי A

$$I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_{1n}} = \frac{630k}{\sqrt{3} * 22k} = 16.53A$$

$$U_k = \frac{Pk}{\sqrt{3} * I_{kn} * \cos \varphi} = \frac{5460}{\sqrt{3} * 16.53 * 0.197} = 968V$$

$$U_k \% = \frac{U_k}{U_n} * 100 = \frac{968}{22000} * 100 = 4.4\%$$

שנאי B
(ניסוי תקין)

$$I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_{1n}} = \frac{800k}{\sqrt{3} * 22k} = 21A$$

$$U_k \% = 5\%$$

$$\Sigma \frac{S_n}{U_k \%} = \frac{630}{4.4} + \frac{800}{5} = 303.182$$

$$S_A = \frac{S_T}{\Sigma \frac{S_n}{U_k \%}} * \frac{S_{n1}}{U_k \%1} = \frac{1430}{303.182} * \frac{630}{4.4} = 675kVA$$

אסור לחבר עומס של 1430kVA כיוון ששנאי A פועל בעומס יתר $675 > 630$

$$S_{Tmax} = \Sigma \frac{S_n}{U_k \%} * U_k \%_{min} = 303.182 * 4.4 = 1334kVA$$

מותר להעמיס את 2 השנאים בעומס מכסימלי כולל שלא יעלה על 1334kVA.

שאלה 6

א.

$$M_n = 9.55 * \frac{Pn}{n_n} = 9.55 * \frac{12500}{1600} = 74.6 \text{ Nm}$$

$$I_n = \frac{Pn}{U * \eta} = \frac{12500}{200 * 0.816} = 76.6 \text{ A}$$

$$I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{200}{125} = 1.6 \text{ A}$$

$$I_{an} = I_n - I_e = 76.6 - 1.6 = 75 \text{ A}$$

$$E_n = U - I_{an} * R_a = 200 - 75 * 0.2 = 185 \text{ V}$$

$$K_e \Phi = \frac{E_n}{n_n} = \frac{185}{1600} = 0.1156$$

$$K_m \Phi = \frac{K_e \Phi}{0.1047} = \frac{0.1156}{0.1047} = 1.1043$$

$$Mem_n = K_m \Phi * I_{an} = 1.1043 * 75 = 82.8 \text{ Nm}$$

$$\Delta M_0 = Mem_n - M_n = 82.8 - 74.6 = 8.2 \text{ Nm}$$

ב.

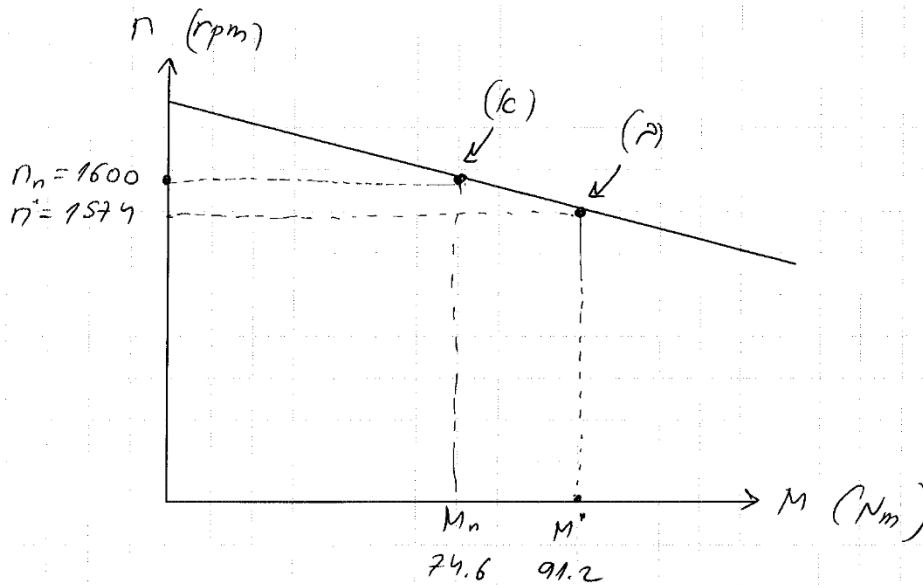
$$I'_a = 90 \text{ A}$$

$$Mem' = K_m \Phi * I'_a = 1.1043 * 90 = 99.4 \text{ Nm}$$

$$M' = Mem - \Delta M_0 = 99.4 - 8.2 = 91.2 \text{ Nm}$$

$$n' = \frac{U - I'_a * R_a}{k_e \Phi} = \frac{200 - 90 * 0.2}{0.1156} = 1574 \text{ rpm}$$

ג. אופיין מכני של המנוע



שאלה 7

א.

$$M_n = 9.55 \frac{P_n}{n_n} = 9.55 * \frac{15000}{1470} = 97.49 Nm$$

$$n_n = n_s [1 - S_n] = 1500 [1 - 0.02] = 1470 rpm$$

$$n_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 * 50}{2} = 1500 rpm$$

ב. (1)

$$U_{ph} = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231V$$

$$I_{1phn} = \frac{U_{1ph}}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2'}{S})^2 + (X_1 + X_2')^2}} = \frac{231}{\sqrt{(0.18 + \frac{0.16}{0.02})^2 + (0.9 + 0.7)^2}} = 27.71A$$

$$\Delta P_{cu1} = 3 * I_{1phn}^2 * R_1 = 3 * 27.71^2 * 0.18 = 415W$$

$$\Delta P_{cu2} = 3 * I_{2'phn}^2 * R_2' = 3 * 27.71^2 * 0.16 = 369W$$

(2)

$$P_{in} = P_n + \Delta P_{cu1} + \Delta P_{cu2} + \Delta P_{Fe} + \Delta P_{mech} + \Delta P_{add}$$

$$P_{in} = 15000 + 415 + 369 + 500 + 400 = 16684W$$

$$\eta = \frac{P_n}{P_{in}} * 100 = \frac{15000}{16684} * 100 = 89.9\%$$

ג.

$$S_k = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_2'^2}} = \frac{0.16}{\sqrt{0.18^2 + 1.6^2}} = 0.0994$$

$$M_n = \frac{2 * M_k}{\frac{S_n}{S_k} + \frac{S_k}{S_n}}$$

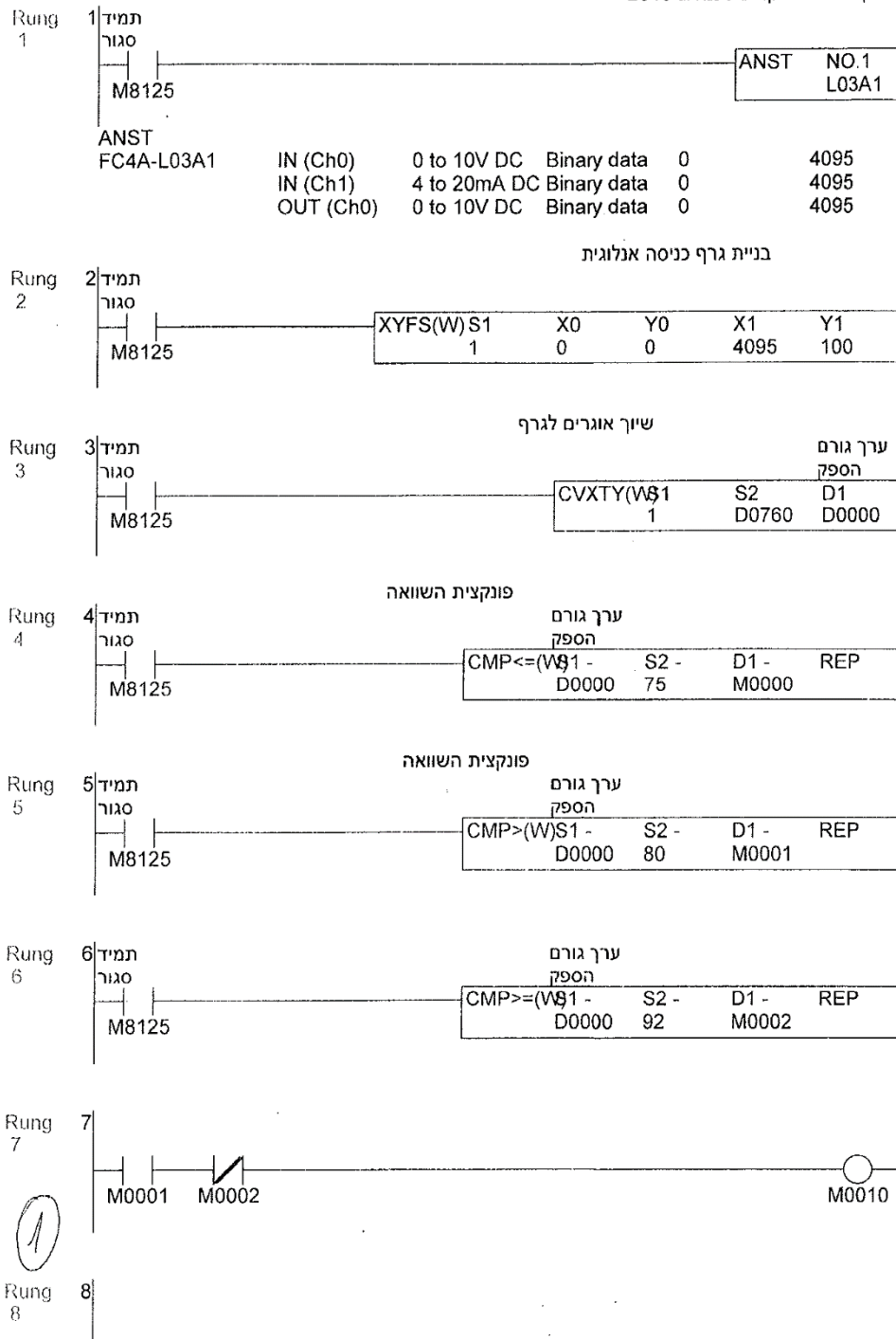
$$97.49 = \frac{2 * M_k}{\frac{0.02}{0.0994} + \frac{0.0994}{0.02}}$$

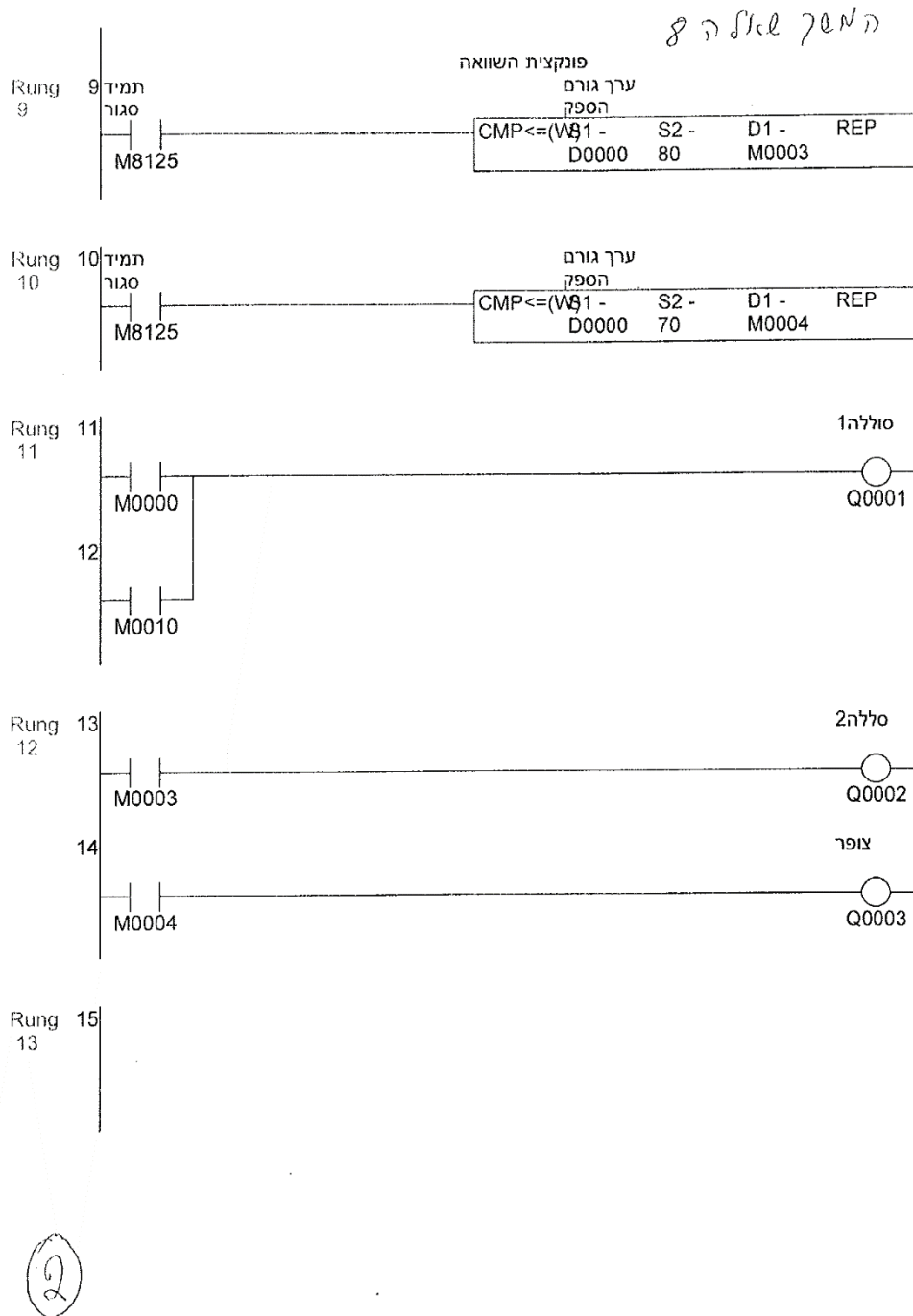
$$M_k = 252 Nm$$

$$M_{st} = \frac{2 * M_k}{\frac{S_{st}}{S_k} + \frac{S_k}{S_{st}}} = \frac{2 * 252}{\frac{1}{0.0994} + \frac{0.0994}{1}} = 49.6 Nm$$

חלק שלישי – מערכות בקרה ממוחשבות

פתרון שאלה 8 בקרים טכנאים 2019





שאלה 9

רשימת כניסות ויציאות שאלה 9 בקרים טכנאים 2019

כניסות

NC OL1 I0

NC OL2 I1

NC OL3 I2

NC עצירת חרום I3

NO START I4

NO חיישן ספירת מוצרים I5

NC STOP I6

יציאות

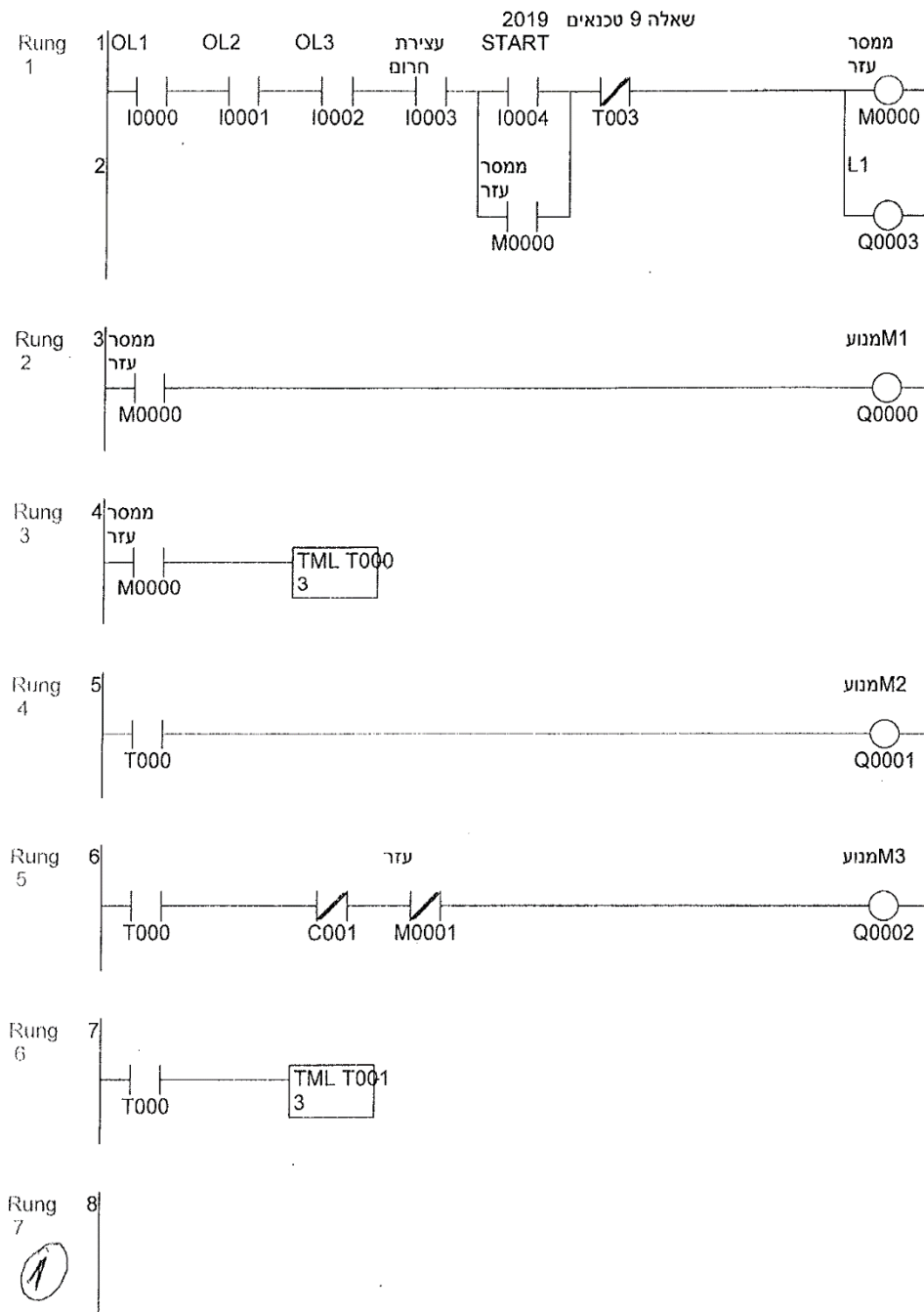
M1 Q0 סליל מגען מסוע

M2 Q1 סליל מגען מסוע

M3 Q2 סליל מגען מסוע

L1 Q3 נורה

L2 Q4 נורה



המשך שאלה 9

