

דו"ח מעבדת PLC- קבוצה 25

דור חבה- 313284895, שיר עמר- 208320838, גיל קורניצר- 318304383, אביטל פרץ- 207456252

• מטרת הפרויקט-

מטרת התרגיל היא התנסות בתכנות בקר מתוכנת (PLC) באמצעות דיאגרמת סולם ובפתרון תרגילי לוגיקה על ידי סיפור מעשה על מפעל להכנת קרמבו. תהליך הכנת הקרמבו הינו תהליך טורי המורכב מארבעה שלבים עיקריים:

(1) זילוף קצפת על תחתיות הביסקוויט במכונה א'.

(2) שינוע הקרמבו ממכונה א' למכונה ב'.

(3) טבילת הקרמבו בשוקולד במכונה ב'.

(4) אריזת הקרמבו המוכנים.

על מנת לשמור על התהליך טורי הוספנו אילוצים ותנאים במימוש.

• הנחות יסוד בפיתוח המערכת-

1. יום העבודה לא יכול להתחיל אם אין כמות שוקולד המספיקה לציפוי כפול.
2. כיוון שהתהליך הינו טורי לא ניתן להתחיל לייצר משטח חדש עד שלא מסיימים את התהליך עבור המשטח הנוכחי.

• תיאור מצבי הקיצון ושיטת הפתרון-

לא נתקלנו במצבי קיצון.

• טבלת תיאור משתנים-

סוג הרגיסטר	שם המשתנה	Device
רגיסטרי הזנת המלאי	ChocolateInput	D1115-16
	BiscuitInput	D1119-120
	CreamInput	D1111-12
	Creambo	D1139-140
רגיסטרי מלאי	ChocolateQuantity	D1117-18
	BiscuitQuantity	D1121-22
	CreamQuantity	D1113-14
רגיסטרי מיכלי העבודה	Ziluf	D1200-1
	Diping	D1205-6

D1141-42	CreamboQuantity	רגיסטר כמות יחידות הקרמבו
----------	-----------------	------------------------------

• תיעוד קוד התוכנית-

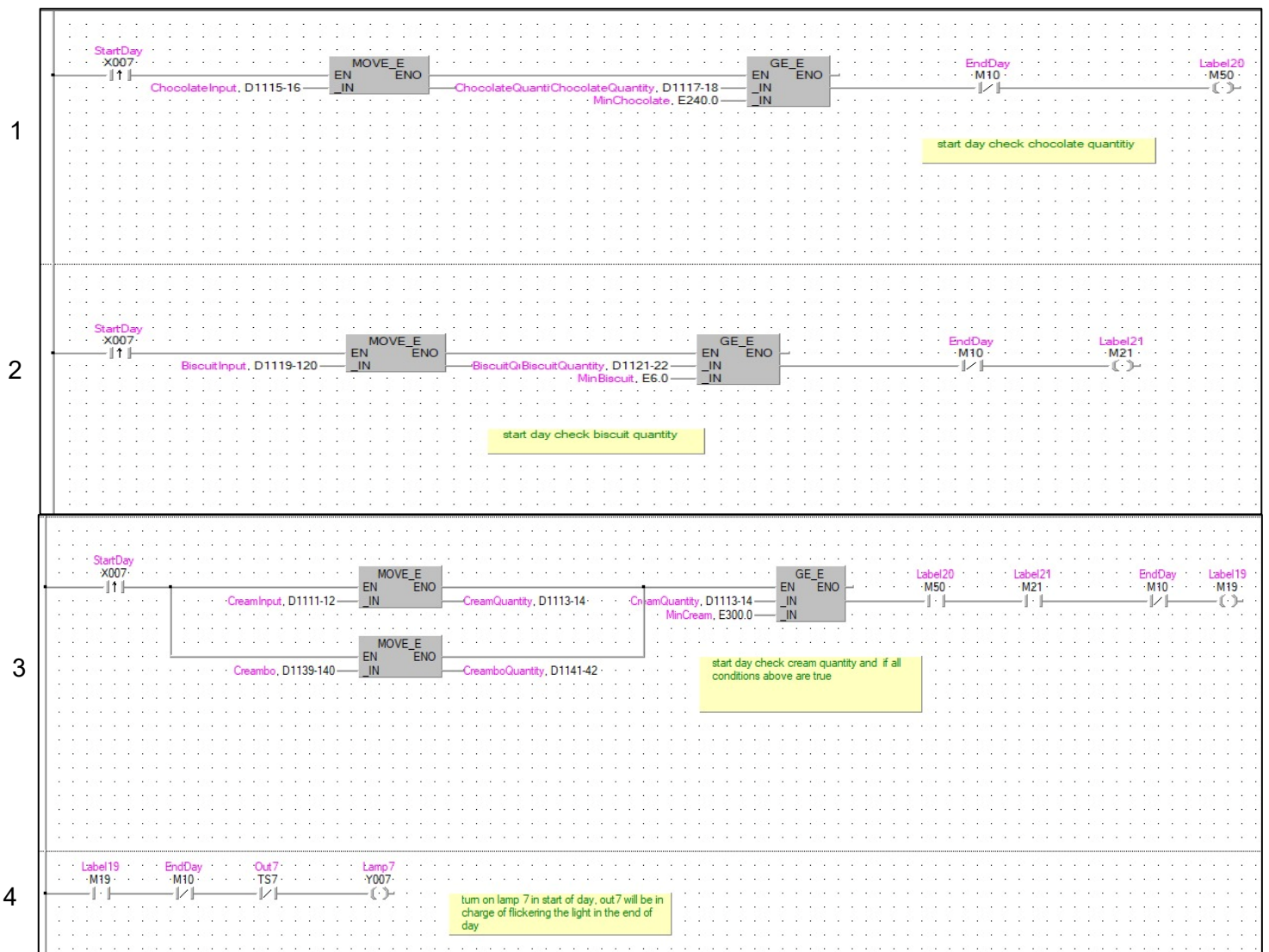
✓ תחילת יום-

בלוק 1- בודק אם כמות השוקולד שהוזנה מספיקה לציפוי עבה עבור שישה קרמבו לפחות (גדול או שווה ל-240).

בלוק 2- בודק אם יש לפחות שישה ביסקוויטים עבור הקרמבו (גדול או שווה ל-6).

בלוק 3- בודק אם כמות הקצפת שהוזנה מספיקה לשישה קרמבו לפחות (גדול או שווה ל-300) ובנוסף ששני הבלוקים הקודמים TRUE.

בלוק 4- אם התנאים לעיל מתקיימים ועוד לא הוגדר סיום היום, הדלקת נורה Y7.



✓ זילוף קצפת על תחתיות הביסקוויט במכונה א' - מימוש תרגיל תיאורטי א':

בלוק 5- בלחיצה על X11 האם מיכל הזילוף ריק.

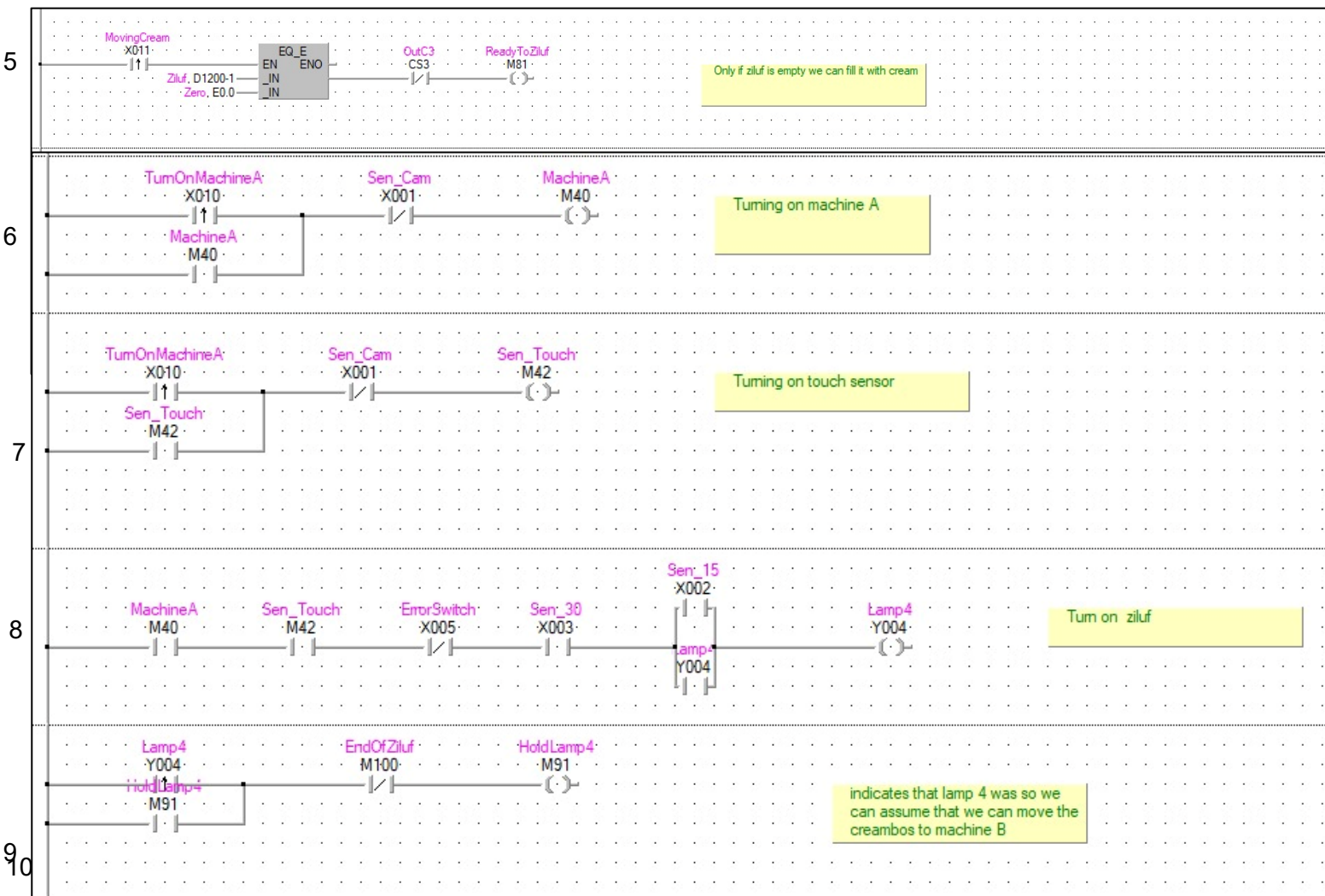
בלוק 6- אם מיכל הזילוף ריק, מתבצע מילוי של מיכל הזילוף ב-300 גרם קצפת והפחתה של 6 ביסקוויטים מהמלאי..

בלוק 7- הפעלת מכונה א' ע"י לחיצה על כפתור לחיץ X10.

בלוק 8- מסמל את חיישן המגע, נורה פיקטיבית שתסמל את הגעתו של המשטח למיקום הרצוי.

בלוק 9- התחלת תהליך הזילוף בתנאי שהמשטח במיקום הרצוי, שלא קיימת תקלה, שהטמפ' לא עולה על 30 מעלות והטמפ' בהתחלה מתחת ל-15 מעלות.

בלוק 10- נורה 4 דולקת לאורך כל תהליך הזילוף.



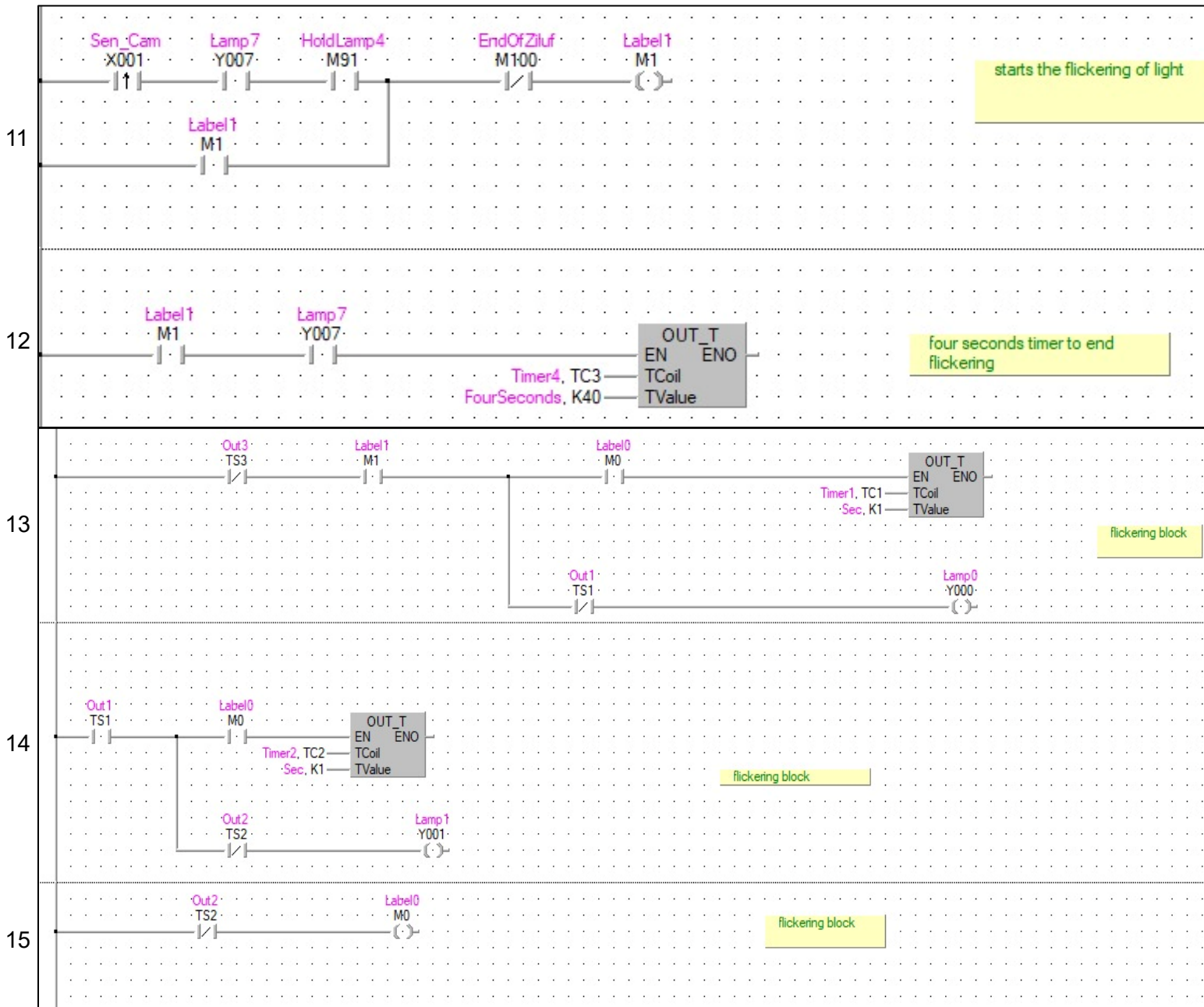
שינוע המשטח ממכונה A למכונה B- ✓

בלוק 11- התחלת תהליך השינוע בסיום תהליך הזילוף.

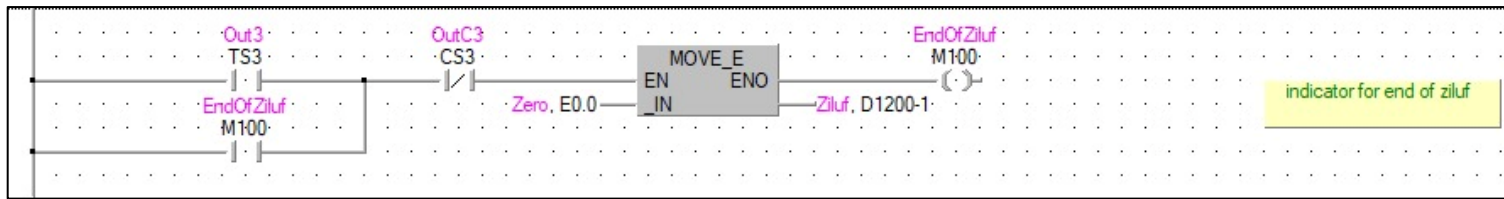
בלוק 12- טיימר 4 שניות להבהוב.

בלוק 13+14+15- תהליך הבהוב Y1,Y0 לסירוגין כפי שנלמד בתרגול.

בלוק 16- ריקון מיכל הזילוף והתראה על סיום תהליך הזילוף.



16



✓ טבילת הקרמבו בשוקולד במכונה ב'

בלוק 17- הרמת מתג X6 ובדיקה האם מיכל השוקולד ריק, אם כן הדלקת נורה פיקטיבית המסמלת שמיכל הטבילה מוכן למילוי.

בלוק 18- בדיקה האם מדובר בציפוי שוקולד רגיל.

בלוק 19- בדיקה האם מדובר בציפוי שוקולד כפול.

בלוק 20- הפחתת 120 גרם ממיכל מלאי השוקולד במידה ומדובר בציפוי רגיל.

בלוק 21- הפחתת 240 גרם ממיכל מלאי השוקולד במידה ומדובר בציפוי כפול.

בלוק 22- החזקת מנורה Y3 דולקת במשך 5 שניות המסמלות את משך טבילת המשטח הקרמבו.

בלוק 23- טיימר החזקת נורת הטבילה למשך 5 שניות.

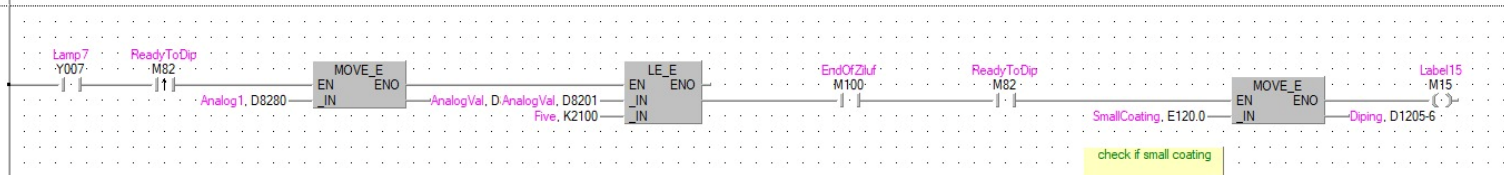
בלוק 24- הדלקת נורה Y3 למשך תהליך הציפוי.

בלוק 25- סיום תהליך הציפוי וריקון מיכל השוקולד.

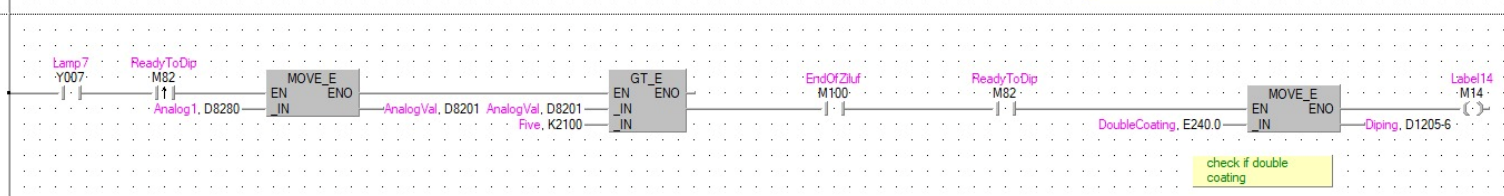
17



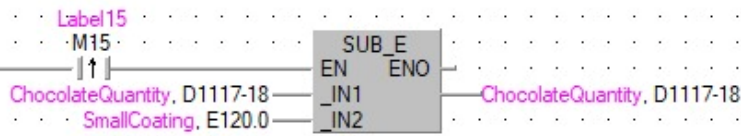
18



19

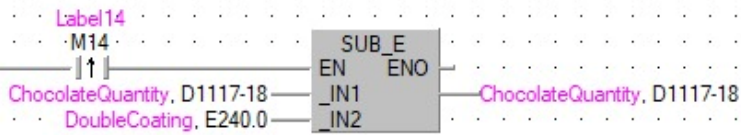


20



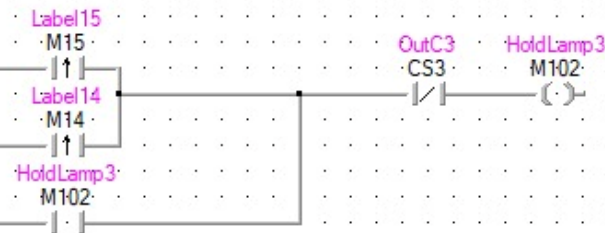
remove chocolate from storage

21



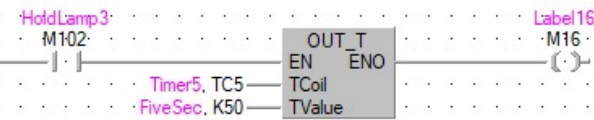
remove chocolate from storage

22



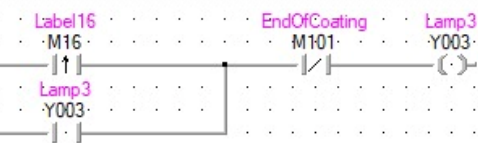
Hold Lamp Three for 5 secss

23



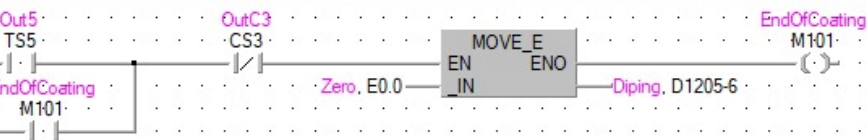
turn on 5 seconds timer

24



turn on lamp 3 while creambo is coated

25



indicate end of coating

✓ אריזת הקרמבו המוכנים-

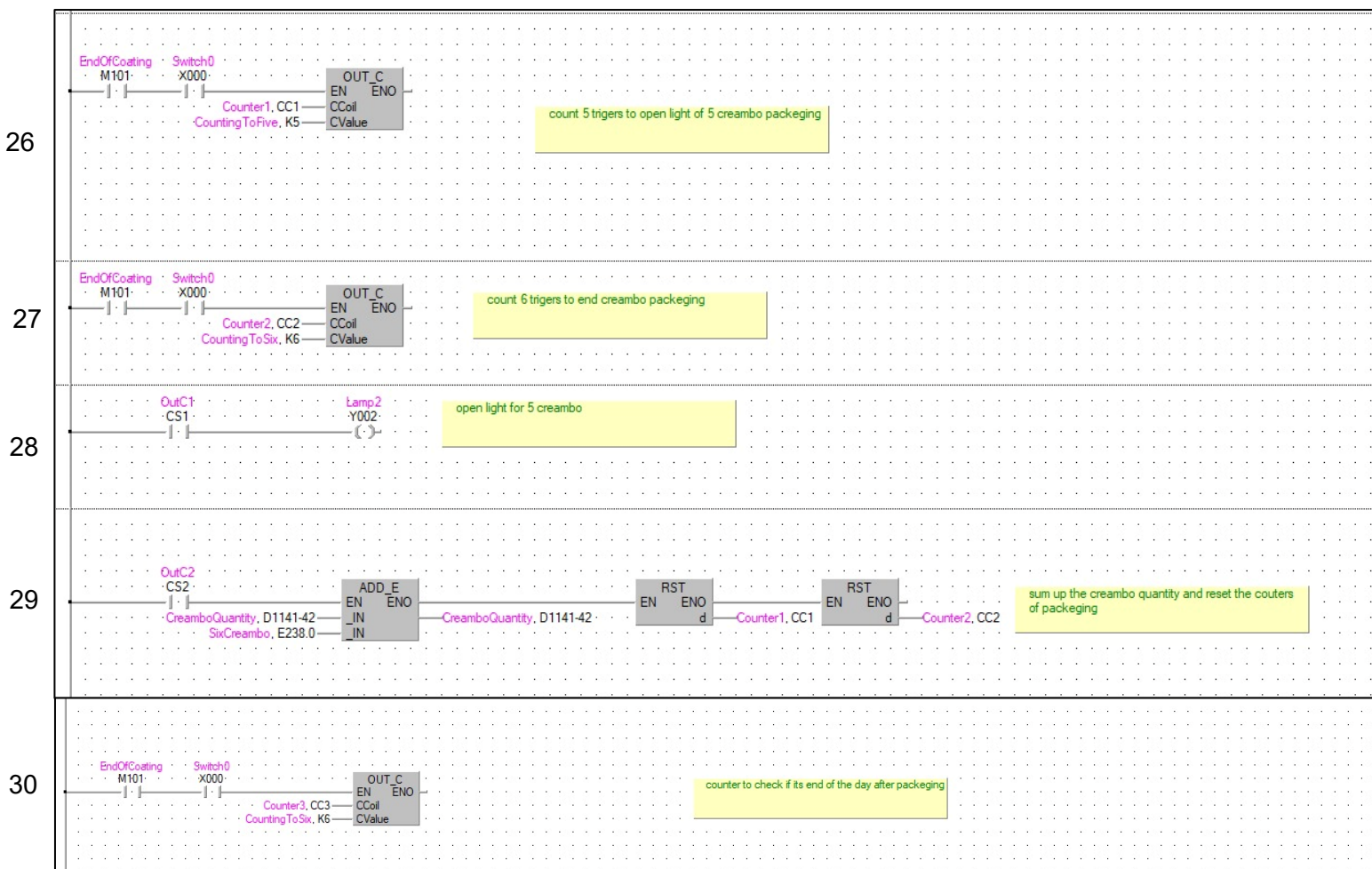
בלוק 26- בדיקה אם תהליך ציפוי משטח הקרמבו הסתיים, אם כן, קאונטר ראשון לספירת 5 הרמות של מתג X0.

בלוק 27- קאונטר שני לספירת 6 הרמות של מתג X0.

בלוק 28- הדלקת נורת Y2 לאחר שהקאונטר הראשון שווה ל-5.

בלוק 29- לאחר שהקאונטר השני שווה ל-6, עדכון כמות הקרמבו שנעטפו ואיתחול הקאונטרים.

בלוק 30- קאונטר שלישי לספירת 6 הרמות של מתג X0.



✓ סוף יום עבודה-

בלוק 31- בדיקה אם קיימים עוד חומרי גלם למשטח קרמבו נוסף, אם לא, עדכון מספר הקרמבו שיוצרו ועדכון נורה פיקטיבית על סיום היום על מנת להתחיל את הבהוב מנורה Y7.

בלוק 32- אתחול הקאונטר השלישי מבלוק 30 במקרה של יום חדש או בתחילת ייצור משטח חדש.

בלוק 33- במידה ונגמר היום הפעלת טיימר לשלוש שניות.

בלוק 34- טיימר שאחראי על הבהוב נורה Y7.

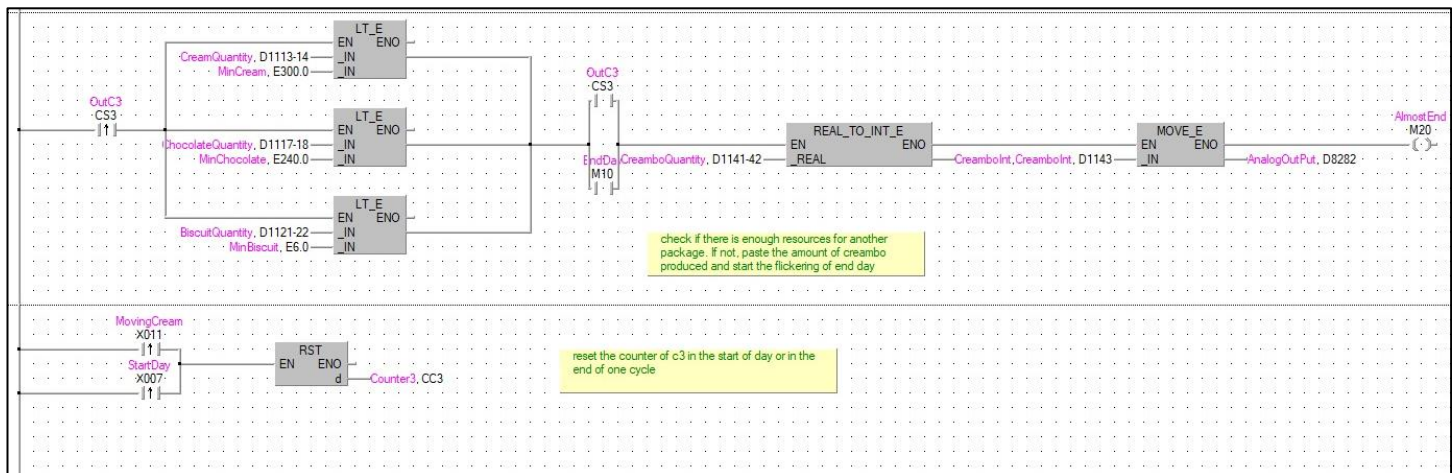
בלוק 35-מופעל טיימר האחראי על הדילאי בכדי שיהיה הבהוב.

בלוק 36- אתחול הטיימרים (השביעי והשמיני) בכדי להמשיך את תהליך ההבהוב.

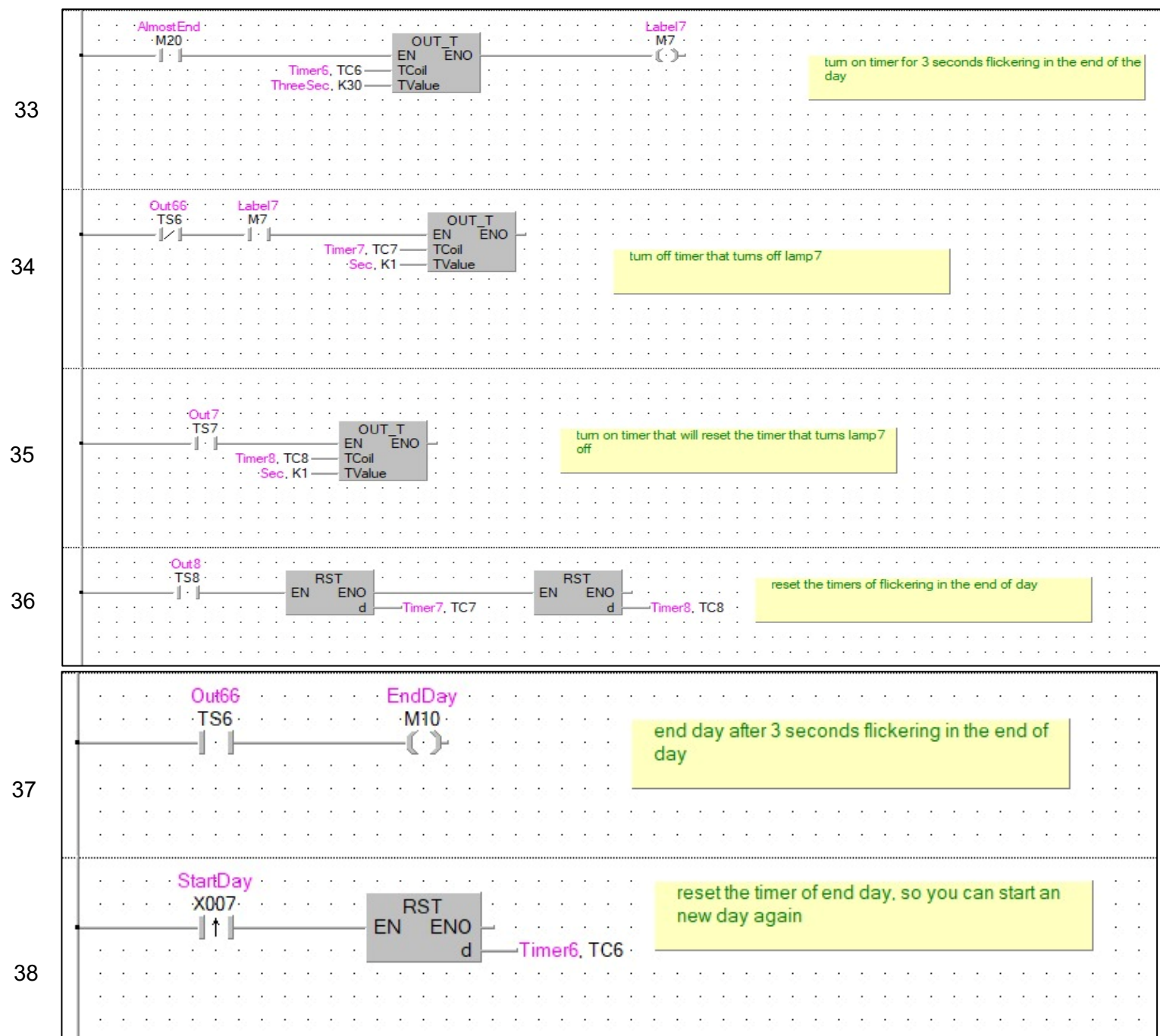
בלוק 37- הדלקת נורה פיקטיבית המעידה על סוף יום.

בלוק 38- כיבוי הנורה מבלוק 37 על מנת להתחיל יום חדש.

31



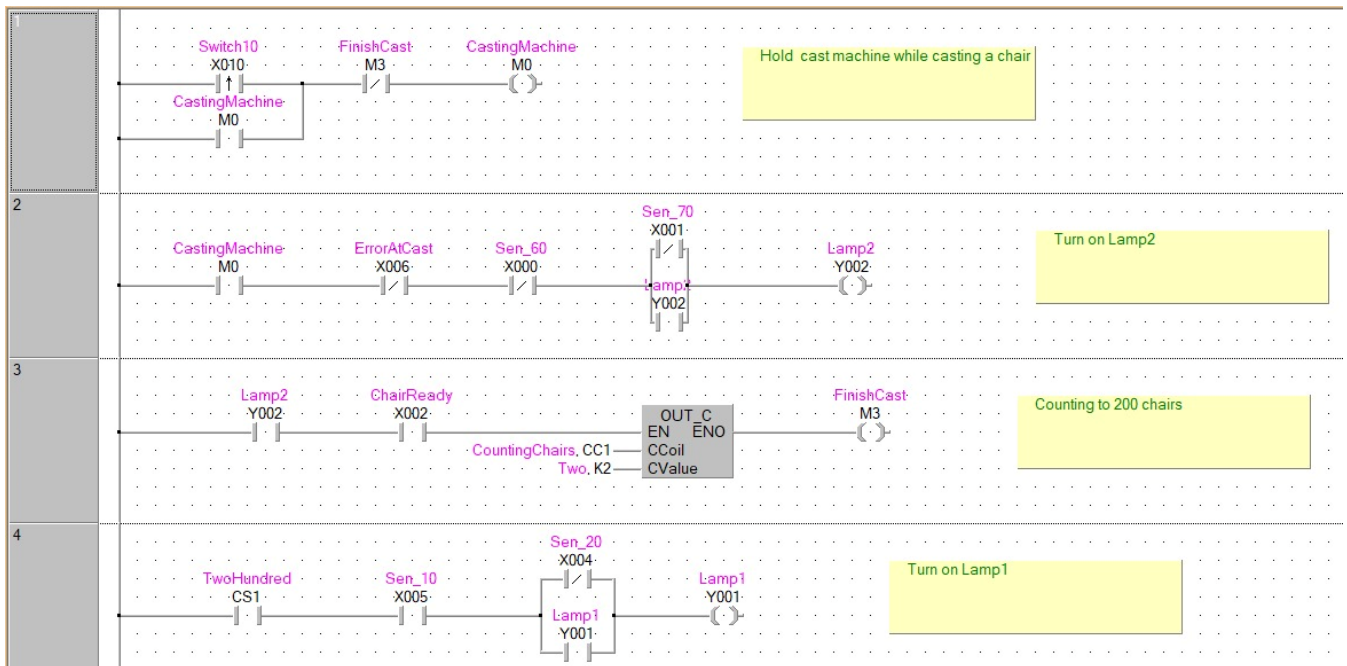
32



• סיכום ומסקנות-

במהלך העבודה על הפרויקט הבנו לעומק את הלוגיקה מאחורי דיאגרמות סולם, כיצד היא פועלת וכיצד ניתן לממש מערכת מורכבת בעזרת מגוון רב של ביטים. למדנו לעבוד ולהבדיל בין סוגי משתנים שונים וסוגי הפלט והקלט הנדרשים בפונקציות שונות. למדנו על העבודה עם הבקר, על המגבלות והיכולות שלו, על הממשק בין המחשב לבקר וצריבת התוכנה. למדנו על ההבדלים בין כפתור לחיצ' ומתג. בנוסף למדנו לעבוד עם input output רציפים ולבצע המרת יחידות בין מה שמוצג בבקר לבין מה שרואים בתוכנה במחשב.

מימוש חלק תיאורטי ב-



נספח- הוראות למפעיל:

שלב ראשון- הפעלת הבקר ואתחולו:

1. יש להפעיל את הבקר
- Connection Destination → Connection1 → Serial USB → USB → OK → OK.2
3. Compile → Rebuild All
4. Online → Remote Operation(s)
5. STOP → yes → ok
6. Online → Write to PLC
7. Press on Parameters + Program
8. Press Execute
9. Online → Remote Operation(s)
10. RUN → yes → ok

שלב שני- אתחול משתנים:

1. יש ללחוץ על כפתור התחלת הסימולציה.
2. יש לאתחל את שלושת המשתנים
(CreamInput, Creambo, BisquitInput, ChocolateInput) ולהזין את הכמות הרצויה מכל אחד. (לשם תחילת התהליך יש להזין כמות המספיקה למשטח של שישה קרמבו לפחות- 240 גרם שוקולד, 6 ביסקוויטים, 300 גרם קצפת).

שלב שלישי- תחילת יום עבודה:

1. יש ללחוץ על לחצן קפיצי X7 על מנת להתחיל את יום העבודה. במידה והוזנו כמויות מספיקות למשטח של שישה קרמבו יחל יום העבודה ונורה Y7 תישאר דלוקה לאורך כל התהליך.

שלב רביעי- זילוף הקצפת במכונה א':

1. לחיצה על לחצן קפיצי X11 לצורך מילוי 300 גרם קצפת במיכל הזילוף.
2. לחיצה על לחצן קפיצי X10 לצורך הדלקת מכונה א' ותחילת תהליך הזילוף. במשך כל תהליך הזילוף נורה Y4 תדלוק.

3. במידה ומתגלה תקלה ניתן להרים את מתג X5 ותהליך הזילוף ייפסק. על מנת להמשיך את תהליך הזילוף יש להוריד את המתג.

4. על ידי לחיצה על X1 המערכת תזהה משטח המוכן לשינוע ובכך יסתיים תהליך הזילוף.

שלב חמישי- שינוע הקרמבו ממכונה א' למכונה ב':

1. בעת שלב זה יתבצע הבהוב נורות Y1, Y0.

שלב שישי- טבילת הקרמבו בשוקולד במכונה ב':

1. יש לסובב את לחצן הפטרייה על פי סוג הציפוי הרצוי-

- ציפוי רגיל- ערך בין 0 ל-5.
- ציפוי כפול- ערך בין 6 ל-10.

2. יש ללחוץ על מתג Y6 לצורך טבילת משטח הקרמבו על פי הציפוי הרצוי. משך זמן הטבילה הינו 5 שניות שבמהלכו תדלוק נורה Y3.

שלב שביעי- אריזת הקרמבו המוכנים:

1. על מנת לעטוף כל קרמבו יש להרים את מתג X0 שש פעמים, לאחר שנעטפו 5 קרמבו נורה Y2 תדלק כהתראה לכך ששלב אריזת המשטח עומד להסתיים. בסיום האריזה נורה Y2 תכבה.

סיום יום העבודה:

כאשר אין מספיק חומרי גלם נורה Y7 תהבהב למשך 3 שניות ותכבה, בסוף יום העבודה יוצג על המסך analog_output את כמות הקרמבו שיוצרו.

❖ על מנת להתחיל יום עבודה חדש יש לחזור לשלב השלישי.

מערכת סקרה לוגית

חלק תאורטי א' .

(א) הזדהות משיגי קלט ופלט:

משתנה	כניסה/ יציאה	תסקיר	מצב כאשר ערכו 1
X_{10}	כניסה	תחילת תהליך	כסתור הפעלה מכונה א'
Sen_touch	כניסה	חישן מניע	זיהוי מושט הקרמפס סמיקום הרזי.
Sen_15	כניסה	חישן טמפרטורה	טמפרטורה מגמת ל5 מעלות.
Sen_30	כניסה	חישן טמפרטורה	טמפרטורה מגמת 30 מעלות.
Sen_cam	כניסה	חישן מצלמה	הזינוק הסתייג
X_5	כניסה	עצרת תקלה	נעצרה פעולה עקב תקלה.
Y_4	יציאה	חיווי לפעולה הזינוק	מתקבע זינוק.
M_0	יציאה	חיווי עצר שמכונה א' עוקרת	מכונה א' עוקרת

(2) הוציא שחיק לנתקיד על מנת שיקהל חיווי שהמערבת בפעולה הוא

$$M_{0,t+1} = \overline{\text{Sen_cam}} \cdot (X_{10} + M_{0,t}) \quad 1 - 0$$

$$X_5 \quad 2.$$

$$\text{Sen_touch}_{t+1} = \overline{\text{Sen_cam}} \cdot (X_{10} + \text{Sen_touch}_t) \quad 3.$$

+ $Y_{4,t+1}$ מחוזה חיווי קרא יכל להתקבע זינוק.

Sen-15	Sen-30	Y ₄	Y _{4,t+1}	תיאור המצב
0	0	0	0	מגע מעל 15 ומעל 30 ולא מתקצב סינל
0	0	1	0	מגע מעל 30 ומתקצב סינל ולכן הסינל יעצר
0	1	0	0	מגע מעל 15 ומתחת 30 ולא מתקצב סינל
0	1	1	1	מגע מעל 15 ומתחת 30 ומתקצב סינל
1	0	0	N/A	מגע מתחת 15 ומעל 30 מעלות
1	0	1		← מצב לא תקיף.
1	1	0	1	מגע מתחת 15 ומתחת 30 ולא מתקצב סינל
1	1	1	1	מגע מתחת 15 ומתחת 30 ומתקצב סינל

Sen-15, Sen-30 Y ₄	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	0

$$Y_{4,t+1} = M_{0,t+1} \cdot \text{Sen_touch}_{t+1} \cdot \overline{X_5} (\text{sen-15} \cdot \text{Sen-30} + Y_4 \cdot \text{Sen-30})$$

$$Y_{4,t+1} = M_{0,t+1} \cdot \text{Sen_touch}_{t+1} \cdot \overline{X_5} \cdot \text{Sen-30} (\text{sen-15} + Y_4)$$

חלק תאורטי 2:

סיפור המעשה -

התבקשנו לתאר את תהליך יצירת כסאות פלסטיק במפעל "פלסטיקו".
השלב העיקרי והמחזורי ביותר בתהליך יצירת כסא פלסטיק הוא יצירת הפלסטיק לגבינית כסא.
על מנת להפעיל את מכונת היציקה, על המפעיל לנחולץ על כפתור קפיצי סולא. פעולת יצירת
נוזל הפלסטיק לתקנית תתבצע בהתקני מספר תנאים.
כמידה והתנאים מתקיימים ותהליך היציקה מתבצע באופן תקין - נורה גל תדלק.
נורה גל לא תדלק בהעדר אחד מהתנאים הבאים: ראשית, מכונת היציקה צריכה להיות דלוקה.
שנית, הטמפרטורה של מיכל הפלסטיק חייבת להיות גבוהה מסף כדי שנוזל לא יתקשה.
בתהליך היציקה, הטמפרטורה יכולה להיות בעקבות חשיפת הפלסטיק לחלל החדר. הטמפרטורה המינימלית
שלא תתחום לעצירת היציקה היא 10°C, אחרת - תכבה נורה גל ותהליך יעצר עד לדחום מחדש.
כמידה ומפעיל המכונה שם לב לתקלה ביצור - למשל, כסא שצורתו מעוותת או שהמכונה יוצרת
את נוזל הפלסטיק מחולץ לתקנית - הוא יוכל לעצור את הפעלתה ע"י הרמת מתח סולא.
בהתנאים, תכבה נורה גל עד לסידור התקלה. לאחר שהתקלה טופלה, המפעיל יוכל לחבר
את היציקה בעזרת הורדת המתח (וכיום כל התנאים).

לאחר יצירת הכסא בתקנית, הכסא מועבר למקרר כדי שצורתו תתצב.
תכולת המקרר היא 200 כסאות ורק כאשר המקרר מלא עד הסוף מתחילה פעולת הקיור.
כפעולת הקיור המנוע נדלק ועליו לשמור את טמפרטורת המקרר בין 10-15°C.
על מנת לעקוב אחר פעולת המנוע, כאשר הוא פועל - נורה גל תדלק.

⑭ הזדהות משמית קלט ופלט :

נפרד את שלב היצירה משלב הקיבול :

יצירה

משתנה	כניסה/ יציאה	תפקיד	מצב כאשר ערכו 1
X_{10}	כניסה	תחילת התהליך	המכונה קעקועה
sen-60	כניסה	חישן טמפ - 60°	כאשר הטמפ מתחת ל-60°
sen-70	כניסה	חישן טמפ - 70°	כאשר הטמפ מתחת ל-70°
X_6	כניסה	מתח תקלה	קיימת תקלה המערכת
Y_2	יציאה	חיווי להתחיל היצירה	תחילת היצירה מתחלז
M_0	יציאה	חיווי עזר לפעולה המכונה	מכונת היצירה פועלת

קיבול

משתנה	כניסה/ יציאה	תפקיד	מצב כאשר ערכו 1
counter-chairs	כניסה	לספור 200 כסאות	קיימים 200 כסאות קמקור
sen-10	כניסה	חישן טמפ - 10°	כאשר הטמפ מתחת ל-10°
sen-20	כניסה	חישן טמפ - 20°	כאשר הטמפ מתחת ל-20°
Y_1	יציאה	חיווי לפעולה מנוע קיבול	מנוע הקיבול דולק

② הנתונים שחידק לנתקיי על מנת שקבל חיווי שהמערכת בפעולה הם :

יצירה - 1. $M_0 = 1$ - המכונה עוקרת

2. X_6 - אין תקלה קיצירה

קיבול - 1. counter-chairs = 1 - מנוע הקיבול לא יעקוד אם אין 200 כסאות.

* y_{2t+1} הוא חיווי למהא יכולה להתקצב יציקת נולל פלסטיק.

sen-go	sen-go	y_2	y_{2t+1}	תיאור קצמ - יציקה
0	0	0	1	הטמם מעל פול מעל פול וול מתקצעת יציקה.
0	0	1	1	הטמם מעל פול מעל פול וול מתקצעת יציקה.
0	1	0	0	הטמם מעל פול מתחת פול וול מתקצעת יציקה.
0	1	1	1	הטמם מעל פול מתחת פול וול מתקצעת יציקה.
1	0	0	N/A	הטמם מתחת פול מתחת פול וול
1	0	1		← מצב לא חזיוני.
1	1	0	0	הטמם מתחת פול מתחת פול וול מתקצעת יציקה.
1	1	1	0	הטמם מתחת פול מתחת פול וול מתקצעת יציקה.

sen-go, sen-go	00	01	11	10
y_2	0	1	0	0
1	1	1	0	0

$$y_{2t+1} = M_0 \cdot \overline{X_6} (\overline{\text{sen-go}} \cdot \overline{\text{sen-go}} + y_2 \cdot \overline{\text{sen-go}})$$

$$y_{2t+1} = M_0 \cdot \overline{X_6} \cdot \overline{\text{sen-go}} (\overline{\text{sen-go}} + y_2)$$

* y_{1t+1} הוא חיווי למהא יכול להתקצב קימור של מקרר הכסאות.

Sen-10	Sen-20	y_1	y_{2t+1}	תיאור קריטריון - קריטריון
0	0	0	1	הטמטמט מעל 10 וזכר מעל 20 ולא מתקצב קריטריון
0	0	1	1	הטמטמט מעל 10 וזכר מעל 20 ומתקצב קריטריון
0	1	0	0	הטמטמט מעל 10 אך מתחת ל-20 ולא מתקצב קריטריון
0	1	1	1	הטמטמט מעל 10 אך מתחת ל-20 ומתקצב קריטריון
1	0	0	N/A	הטמטמט מתחת ל-10 אך מעל 20
1	0	1		← מצב לא רצוי.
1	1	0	0	הטמטמט מתחת ל-10 וזכר מתחת ל-20 ולא מתקצב קריטריון
1	1	1	0	הטמטמט מתחת ל-10 וזכר מתחת ל-20 ומתקצב קריטריון

Sen-10, Sen-20					
y_1		00	01	11	10
0		1	0	0	0
1		1	1	0	0

$$y_{2t+1} = \text{counter_chairs}(\overline{\text{Sen-10}} \cdot \overline{\text{Sen-20}} + y_1 \cdot \overline{\text{Sen-10}})$$

$$y_{2t+1} = \text{counter_chairs} \cdot \overline{\text{Sen-10}} (\overline{\text{Sen-20}} + y_1)$$