

חלק מעשי

מטרת הפרויקט

מטרת הפרויקט הינה התנסות בתכנות בקר מתוכנת (PLC) באמצעות דיאגרמת סולם ליצירת קרמבו טעים ואיכותי. המערכת תתמוך בארבעת שלבי היצור המרכזיים: זילוף קצפת על תחתיות הביסקוויט במכונה א', שינוע הקרמבו ממכונה א' למכונה ב', טבילת הקרמבו בשוקולד במכונה ב', אריזת הקרמבו המוכנים.

הנחות יסוד בפיתוח המערכת

1. תהליך סיום היצור קורה כאשר נגמרת כמות חומרי הגלם באחד ממכלי חומרי הגלם.
2. כל יום עבודה אנחנו מתחילים עם מינימום 240 גרם שוקולד למקרה שאם נצטרך להשתמש בציפוי כפול לקרמבו.
3. יש להזין את כמויות חומרי הגלם לפני לחיצה על מתג X7. במידה שלא יוזנו כמויות, היצור של הקרמבו לא יתחיל.
4. במידה וקיימת תקלה במכונה א' וישנו צורך ללחוץ על מתג X5, וישנם קרמבואים שנמצאים בתהליך של היצור – המלאי שנמצא בשלב זה נזרק, וכל התהליך מתחיל מההתחלה.
5. אי אפשר להתחיל שלב לפני שהשלב המקדים שלו הסתיים.
6. המשתמש מזין את השוקולד והקרם לקצפת ביחידות של גרמים.
7. אם בהזנה הראשונה אין מספיק חומרי גלם אפילו למשטח אחד, הייצור לא יתחיל והנורה y7 תהבהב כחיווי לכך שהיום נגמר ישר.

תיאור מצבי הקיצון ושיטת הפתרון

1. במפעל יש לנו 2 אופציות לציפוי קרמבו – רגיל או כפול, כאשר אנחנו קטנים או שווים 5 זה ציפוי רגיל וגדולים או שווים 6 זה ציפוי כפול. אין התייחסות למה שקורה בין הספרה 5 לספרה 6 ולכן על מנת לפתור בעיה זו הגדרנו פונקציית השוואה, וכל מספר שיהיה גדול מ5 היא תוסיף 120 כלומר תיתן מנה כפולה של שוקולד.
2. בפרויקט נתקלנו במצבים בהם היינו צריכים להדליק נורה לזמן ממושך אך המתח היה פולס בעליה ובכך הנורה הייתה נדלקת לשנייה ונכבת. על מנת להתמודד עם מצב זה נעזרנו ביצירת מעגל החזקה, מעגל המאפשר להחזיק את הנורה דולקת למשך זמן קבוע.

טבלת תיאור משתנים

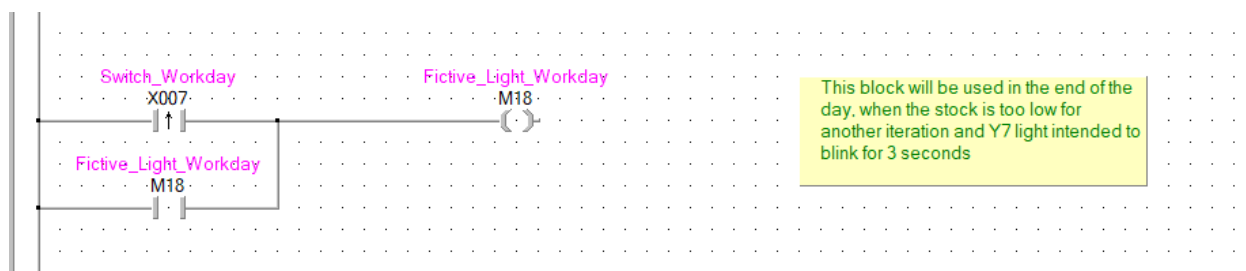
Device	שם משתנה	תיאור
D1100	Stock_Cream	מלאי קצפת
D1102	Stock_Chocolate	מלאי שוקולד

D1104	Stock_Biscuits	מלאי ביסקוויט
D1114	Container_Cream	מיכל קצפת
D1116	Container_Chocolate	מיכל שוקולד
-	Starting_Cream	הזנת מלאי קצפת
-	Starting_Chocolate_Normal	הזנת מלאי שוקולד רגיל
-	Starting_Chocolate_Double	הזנת מלאי שוקולד כפול
-	Starting_Biscuits	הזנת מלאי ביסקוויט
D1118	Total_Krembo	כמות יחידות הקרמבו שיוצרו

תיעוד קוד התוכנית

בלוק 1

בלוק זה ישמש אותנו בעיקר בסוף היום ותפקידו כאשר אין מספיק חומר גלם לייצור של משטח אחד לפחות, נורת M18 תכבה מה שיגרום לנורת Y7 להבהב ל-3 שניות (הבהוב מתקיים בבלוק 5).



בלוק 2

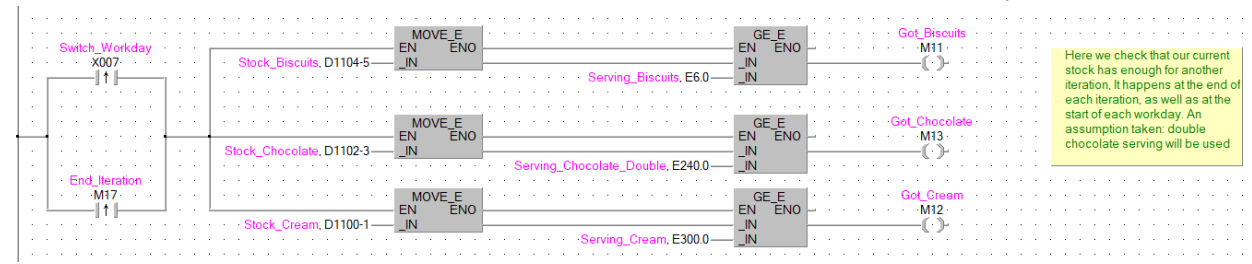
בלוק זה למעשה מגדיר בלחיצה על X7 את תחילת יום העבודה בפועל. השתמשנו בפונק' MOVE אשר מעבירה ערך מרגיסטר אחד לאחר. בנוסף, על מנת לאפשר הרצה של יום עבודה נוסף ברצף אנו מוודאים שכלל הרגיסטרים האחרים שלנו בתהליך מתאפסים על מנת להתחיל את יום היצור החדש מהתחלה.



בלוק 3

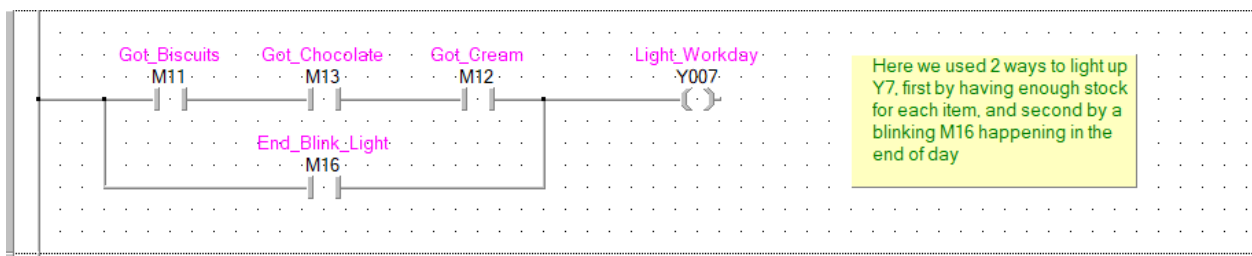
בבלוק הזה אנו בודקים שהמלאי הנוכחי שלנו מספיק לאיטרציה נוספת, זה קורה בסוף כל איטרציה, כמו

גם בתחילת כל יום עבודה.



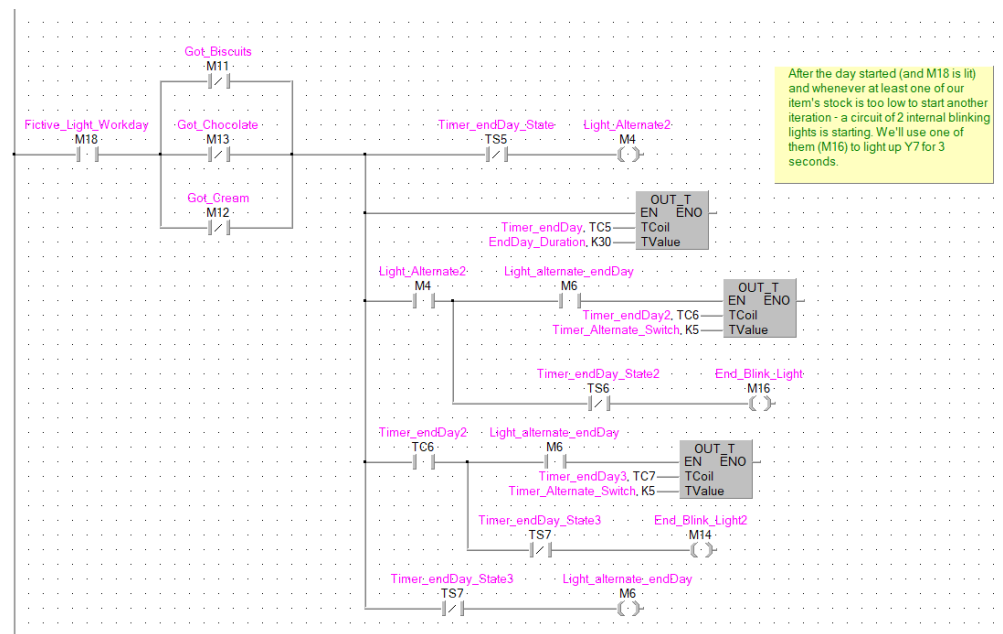
בלוק 4

בבלוק זה השתמשנו ב2 דרכים להדלקת נורה Y7 דרך 1, לפי נורות העזר המורות האם יש מספיק מלאי, והדרך השנייה כאשר אין מספיק מלאי ואנחנו רוצים שנורה Y7 תהבהב.



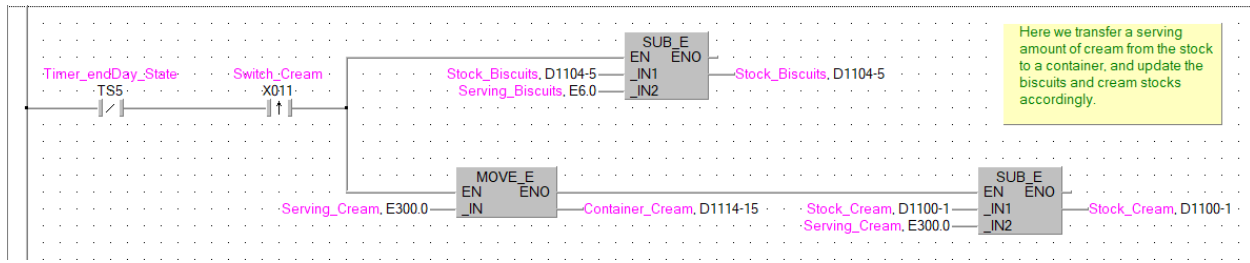
בלוק 5

לאחר שהיום התחיל (ו-M18 מואר) ובכל פעם שלפחות מלאי אחד מהפריטים שלנו נמוך מדי כדי להתחיל איטרציה נוספת - מתחיל מעגל של 2 נורות מהבהבות פנימיות. נשתמש באחד מהם (M16) כדי להאיר את Y7 למשך 3 שניות.



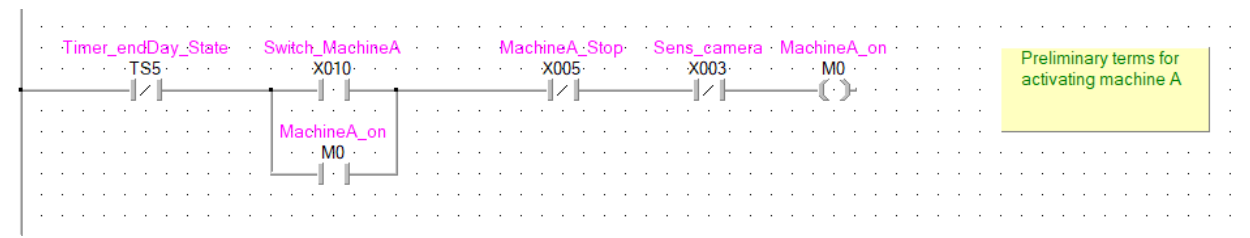
בלוק 6

בלוק זה אנחנו מעבירים כמות של קצפת לכלי, ומעדכנים את הביסקוויטים ואת כמות הקצפת בהתאמה.



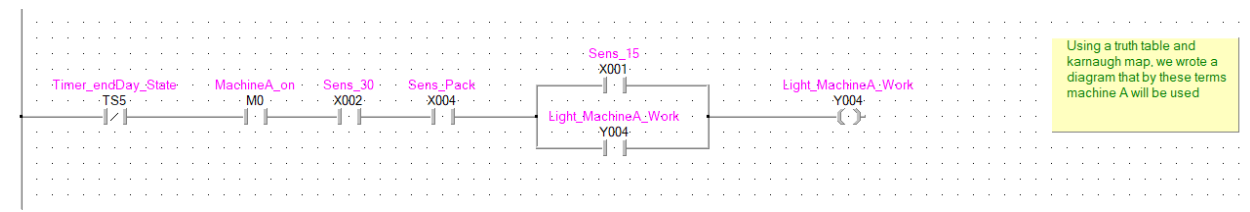
בלוק 7

הפעלת מכונה א' על ידי $10 \times$ וביצוע פעולת זילוף הקצפת על משטח הקרמבו. שימוש במעגל החזקה על מנת להמשיך את פעולת הזילוף כל עוד לא השתמשנו בלחצן חירום- $5 \times$ וכל עוד לא הופעל חיישן המצלמה לסיום זילוף.



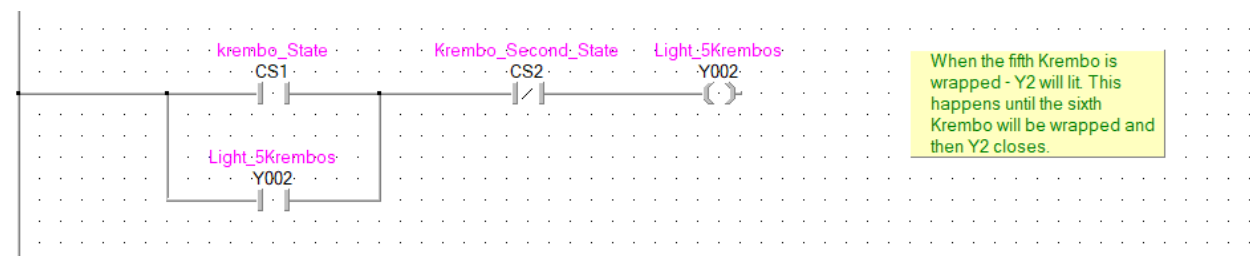
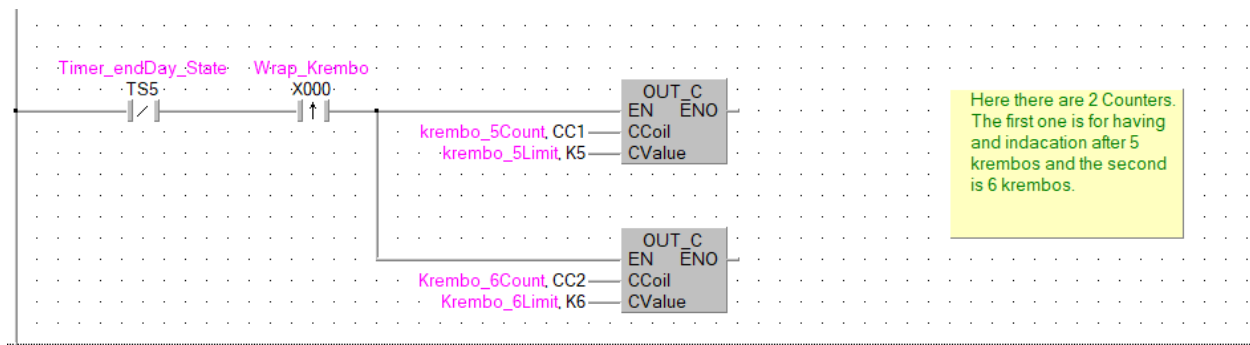
בלוק 8

הדלקת נורה 4γ המציינת כי מכונה א' בתהליך זילוף הקצפת. הנורה דולקת כל עוד מתבצעת פעולת הזילוף, חיישן המגע מזהה משטח קרמבו מתקרר.



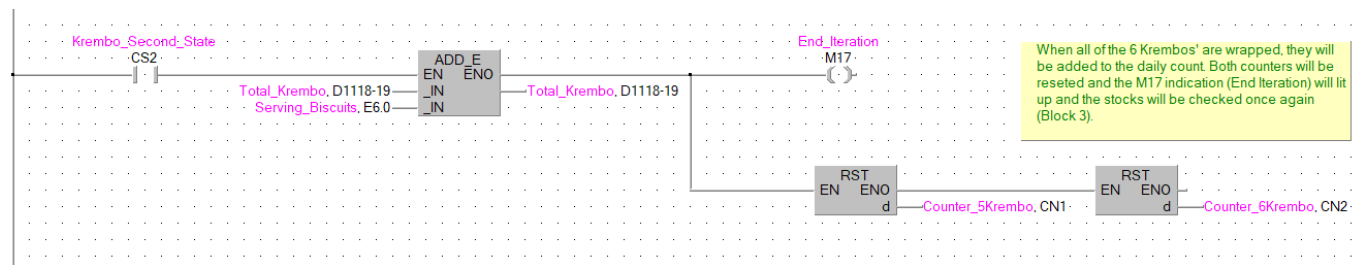
בלוק 9

בכל פעם שחיישן אות מצלמה X3 משתנה אז מתחיל מעגל של 2 נורות מהבהבות ($Y0$ ו- $Y1$) למשך 4 שניות



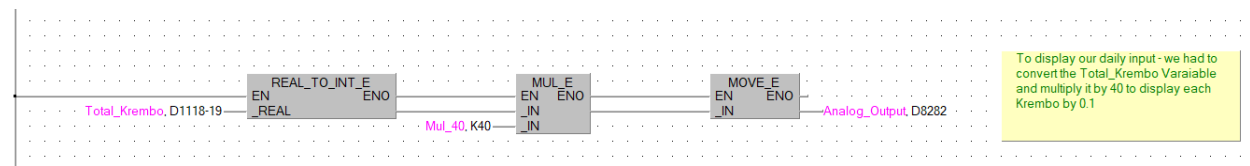
בלוק 14

כאשר כל 6 הקרמבואים עטופים, הם יתווספו לספירה היומית. שני המונים יאופסו, ונבדוק שוב את המלאי שלנו.



בלוק 15

בסיום היום כדי להציג את הקלט היומי שלנו - היינו צריכים להמיר את ה-Total_Krembo Variable ולהכפיל אותו ב-40 כדי להציג כל קרמבו ביחידות-0.1. (כלומר 6 קרמבואים ייוצגו ע"י 0.6)



סיכום ומסקנות

במסגרת עבודה זאת היינו צריכים להשתמש בתוכנת בקרים ולממש תהליך יצור שלם של קרמבו איכותי וטעים. במהלך תרגיל זה תרגלנו את החומר הנלמד בהרצאות ובתרגולים, רכשנו מיומנות בבניית דיאגרמות סולם, מידול סיפור תאורטי, וכתיבת סיפור תאורטי בעצמנו, תוך שימוש בפונקציות לוגיות

ואריתמטיות שנלמדו בתרגול וכן גם שלמדנו דרך האינטרנט. במהלך העבודה הבנו כי כאשר אנחנו מבינים לעומק את הסיפור ומחלקים לשלבים ברורים בעת המימוש בתוכנה מספר השגיאות שלנו קטן והעבודה מתקדמת בצורה טובה.

חלק תאורטי

חלק א'

דיאגרמת סולם- בלוקים 7-8

משתני קלט ופלט

משתנה	כניסה\ יציאה	תפקיד	מצב כאשר ערך 1
X10	כניסה	כפתור הפעלה	הדלק מערכת
X5	כניסה	כפתור עצירה	עצור מערכת
Y4	יציאה	חיווי	מתבצע זילוף
Y5	יציאה	חיווי מצלמה	הסתיים הזילוף
Sens_15	כניסה	חיישן טמפ'	טמפרטורה מתחת ל-15
Sens_30	כניסה	חיישן טמפ'	טמפרטורה מתחת ל-30
X0	כניסה	חיישן מגע	מזוהה משטח
sens_camera	כניסה	חיישן תמונת מצלמה	הסתיימה פעולת הזילוף
Y2	יציאה	חיווי	התגלתה תקלה
M0	יציאה	חיווי עזר להדלקת המערכת	המכונה פועלת

תנאים שחייבים להתקיים:

$$X_{10} * M_0 * Sens_{Pack} * \overline{Sens_{Camera}} * \overline{X_5}$$

תיאור המצב	Y4t	Y4t+1	Sens_15	Sens_30
הטמפ' מעל 15 ומעל 30 מעלות, פעולת הזילוף אינה עובדת וצריכה להמשיך לא לעבוד	0	0	0	0
הטמפ' מעל 15 ומעל 30 מעלות - הזילוף עובד וצריך להפסיק לעבוד	0	1	0	0
הטמפ' מעל 15 מעלות ומתחת ל-30 מעלות, פעולת הזילוף מופסקת	0	0	1	0
טמפ' מעל 15 ומתחת ל-30 מעלות, הזילוף פועל ולכן צריך להמשיך לפעול כי הטמפ' לא עלתה מעל 30	1	1	1	0
לא ייתכן מצב לעולם בו הטמפ' מתחת ל-15 מעלות וגם מעל 30 מעלות	N/A	0	0	1
לא ייתכן מצב לעולם בו הטמפ' מתחת ל-15 מעלות וגם מעל 30 מעלות	N/A	1	0	1

1	1	0	1	הטמפ' מתחת ל-15 מעלות ומתחת ל-30 מעלות ולכן נדרש להפעיל את פעולת הזילוף
1	1	1	1	הטמפ' מתחת ל-15 מעלות ומתחת ל-30 מעלות, לכן נדרש להמשיך להפעיל את פעולת הזילוף

טבלת אמת עבור פעולת הזילוף:

sens_15,sens_30/ Y4t	"10"	"11"	"01"	"00"
"0"	0	1	0	0
"1"	0	1	1	0

$$\text{sens_15} * \text{sens_30} + \text{sens_30} * Y_{4t}$$

$$X_{10} * M_0 * \text{Sens}_{30} * X_0 * \text{Sens}_{Pack} * \overline{\text{Sens}_{Camera}} * \overline{X_5} * (\text{Sens}_{15} + Y_{4t})$$

חלק ב'

בקרב הסטודנטים קיימת הבעיה שמגיעה תקופת המבחנים ואז הלחץ והתורים האינסופיים למדפסות גדל בצורה משמעותית מאשר במהלך הסמסטר. לכן אנחנו כצוות פיתוח החלטנו להכניס לאוניברסיטה מכונת הדפסה מדור חדש בעלת יכולות הדפסה במהירות גבוהה, צבעים חדים ובעלת הספקה בלתי פוסקת של דפי נייר.

את המכונה שלנו ניתן להפעיל ע"י לחיצה על כפתור קפיצי X7. למדפסת ישנה 2 מצבי הדפסה: הדפסה בצבע והדפסה בשחור לבן בניהם אפשר לבחור בעזרת מתג בורר. אם בוחרים להדפיס בצבע זמן ההדפסה יהיה כפול מאשר זמן ההדפסה כאשר מדפיסים בשחור לבן. כאשר המדפסת מדפיסה נורה Y4 וY5 יהבהבו לסירוגין בכל זמן מהלך ההדפסה. המדפסת יכולה להתחמם או להתקרר עקב כך שהיא עובדת שעות רצופות או לא עובדת בכלל ולכן כאשר טמפ' המדפסת מתחת ל-10 מעלות יש להפסיק את פעולת המאוורר, כאשר הטמפ' מעל 20 מעלות מערכת המאוורר של המדפסת עובדת.

למדפסת שלנו כמו לכל מכשיר חשמלי הקיים בעולם ישנן תקלות מידי פעם, תקלה במדפסת תתקיים כאשר נרים את מתג X3, המדפסת תיעצר ותכבה עד שיגיע איש הטכנאים שלנו ע. גיל-און (חשוב לציין כי הטכנאי שלנו הוא טכנאי מצטיין וכי מהירות הטיפול שלו בתקלות היא פנומנלית).

בסיום העבודה עם המדפסת יש כפתור ייעודי לסגירה X6.

משתני קלט ופלט

משתנה	כניסה\ יציאה	תפקיד	מצב כאשר ערך 1
X7	כניסה	כפתור הפעלת המדפסת	מדפסת עובדת
X2	כניסה	בורר מצב הדפסה	מצב הדפסה - צבע
X3	כניסה	כפתור עצירה	עצור מדפסת
X5	כניסה	הדפסה	המדפסת מדפיסה
X6	כניסה	כיבוי מדפסת	המדפסת נכבת
Sen_10	כניסה	חיישן טמפ'	טמפ' מתחת ל10
Sen_20	כניסה	חיישן טמפ'	טמפ' מתחת ל20
Y1	יציאה	חיווי להפעלת המאוורר	המאוורר עובד
Y3	יציאה	חיווי לתקלה במדפסת	המדפסת תקולה
Y4	יציאה	חיווי להדפסה	המדפסת מדפיסה
Y5	יציאה	חיווי להדפסה	המדפסת מדפיסה
Y0	יציאה	חיווי להפעלת מדפסת	המדפסת עובדת

תנאים שחייבים להתקיים בהפעלת מדפסת:

חיווי עזר להדלקת המדפסת:

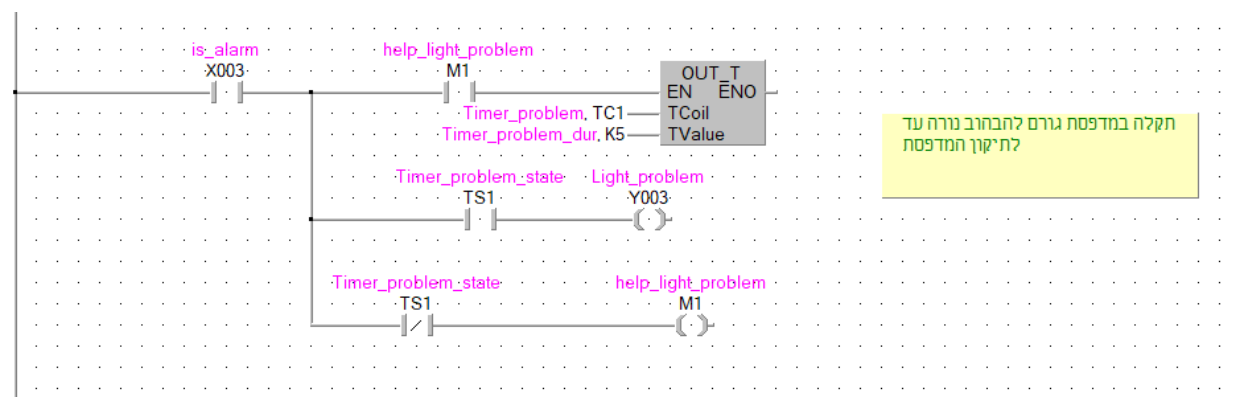
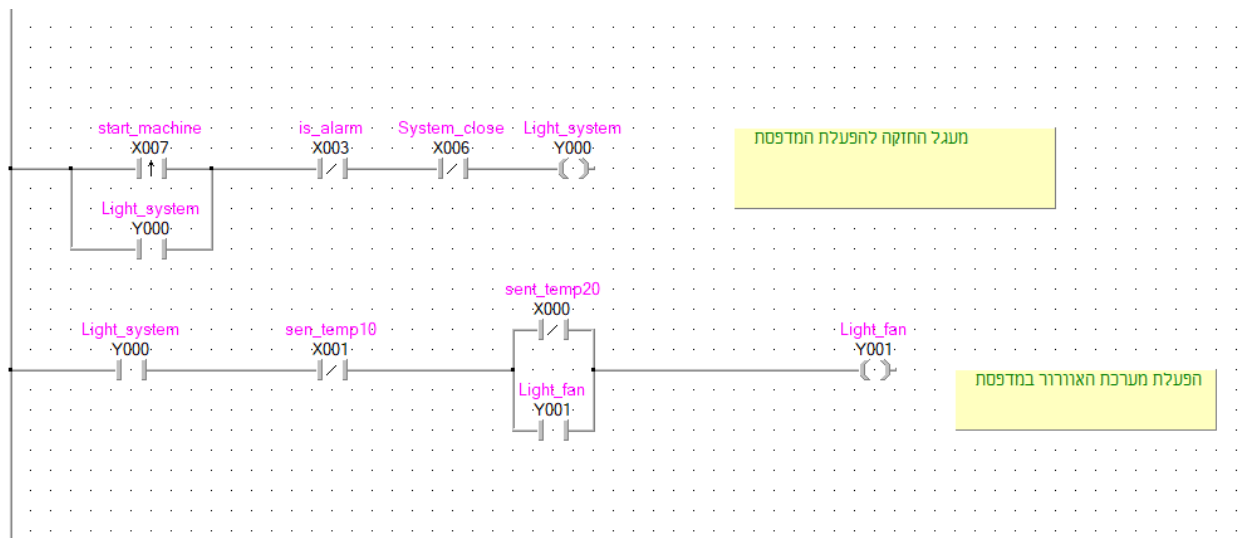
$$M_{0t+1} = X7 + Y_0$$

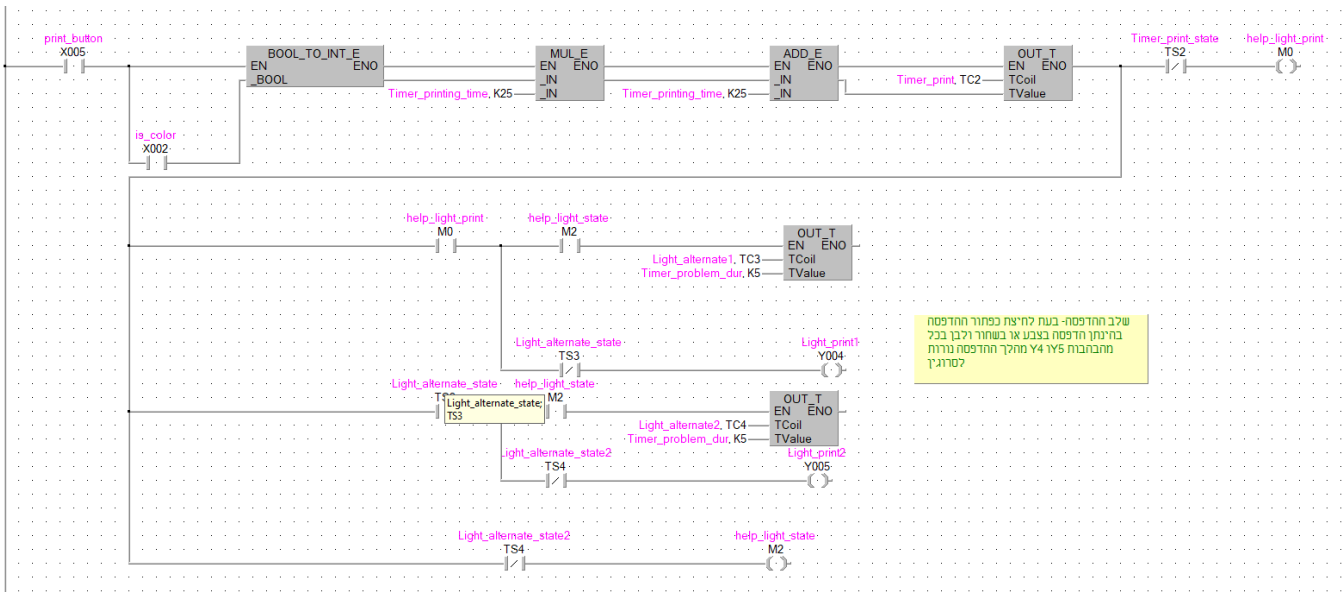
תיאור המצב	Y1t	Y1t+1	Sen_20	Sen_10
טמפ' מעל 10 ומעל 20 מעלות לכן נפעיל את המאוורר	0	1	0	0
הטמפ' מעל 10 ומעל 20 המאוורר עובד וצריך להמשיך לעבוד.	1	1	0	0
טמפ' מעל 10 ומתחת ל20 לא צריך להפעיל את המאוורר	0	0	1	0
טמפ' מעל 10 ומתחת ל20 המאוורר עובד וימשיך לעבוד כל עוד לא נהיה מתחת ל10 מעלות	1	1	1	0
לא יתכן מצב בו הטמפ' תהיה מתחת ל10 מעלות וגם מעל 20 מעלות	N/A	0	0	1
לא יתכן מצב בו הטמפ' תהיה מתחת ל10 מעלות וגם מעל 20 מעלות	N/A	1	0	1
טמפ' מתחת ל10 מעלות ולכן צריך להפסיק את המאוורר	0	0	1	1
טמפ' מתחת ל10 מעלות ולכן צריך להפסיק את המאוורר	0	1	1	1

Sen_10, Sen_20/ Y1t	"10"	"11"	"01"	"00"
"0"	0	0	0	1
"1"	0	0	1	1

$$Y_{1t} = (X7 + M0)(\overline{\text{Sen_10}} * \overline{\text{Sen_20}} + \overline{\text{Sen_10}} * Y_{1t})$$

דיאגרמת סולם





נספח 1- הוראות למפעיל

תחילת עבודה

1. וודא שכל המתגים כבויים.
2. הרץ את התוכנית.
3. הזן מלאי התחלתי לרגיסטרים המתאימים.
4. לחץ על X7 להתחלת יום יצור קרמבואים. (נורה Y7 נדלקת).

פעולת זילוף

5. להעברת קצפת למיכל הזילוף וביסקוויטים לחץ על X11.
6. לחץ על X10 להפעלת מכונה א.
7. לזיהוי משטח קרמבו הרם את X1
8. הרם את X2 (בשביל טמפ' נמוכה מ30 מעלות)
9. הרם את X1 (בשביל טמפ' נמוכה מ15 מעלות)
10. X5 – מתג חירום, הרמתו תגרום לכיבוי מכונה א ועצירת פעולת הזילוף.

שינוע ממכונה א למכונה ב

11. הרם את X3 על מנת להעביר את משטח הקרמבו למכונה ב.
12. המתנה לסיום הבהוב הנורות Y0 ו Y1

פעולת הטבילה

13. הגדר ערך בתוך ה *analog input* על מנת לבחור ציפוי לקרמבו (כפול או רגיל)
14. הרם את X6 על מנת לטבול את הקרמבו (נורה Y3 נדלקת ל5 שניות)

פעולת אריזה

15. הרם את X0 6 פעמים לאריזת 6 קרמבואים. (אחרי 5 פעמים נורה Y2 נדלקת)
16. ב- *analog output* ראה כמה קרמבואים יוצרו במהלך היום.
17. במידה וישנם חומרי גלם המספיקים למשטח נוסף :
 - 17.1 וודא כי כל המתגים כבויים.
 - 17.2 חזור לשלב 5
18. אחרת, ראה נורה Y3 מהבהבת למשך 3 שניות.
19. במידה ומעוניינים ביום יצור נוסף

19.1 וודא כי כל המתגים כבויים

19.2 חזור לשלב 3.