

עבודה 2 – אוטומציה

מס' קבוצה	שם התרגיל	תאריך הגשה
13	PLC - 2	04/05/2023
שמות ומספרי ת"ז של המגישים		
סער ביטס 313595829	עידו גולדמן 314971078	עמית פדאלי 206225260 שרון שבתאי 313286122

חלק א' – תרגיל מעשי

1. מטרות הפרויקט –

במסגרת התרגיל נתבקשנו לכתוב דיאגרמת סולם עבור תהליך עבודה המתואר במפעל להכנת קרמבו. לשם כך ניתחנו את תהליך הייצור, בנינו דיאגרמות מכוונות עבור כל תת תהליך ולבסוף חיברנו אותם לכדי תהליך רציף אחד. המערכת שהשתמשנו בה הייתה מערכת לתיכנות מבוקר (PLC) ואת בניית דיאגרמת הסולם ביצענו בעזרת תוכנת GX Works2.

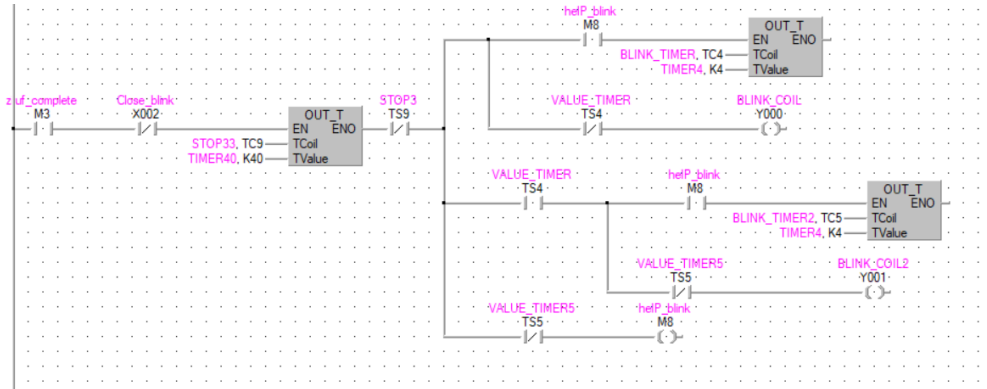
2. הנחות יסוד בפיתוח המערכת -

עבור תהליך הייצור שכתבנו הנחנו מספר הנחות מרכזיות :

- 2.1. בתחילת כל הפעלה של המערכת כלל המתגים במצב OFF.
- 2.2. המתגים המופעלים עבור תהליך אחד יורדו כאשר ימשיך המפעיל לתהליך אחר, זאת מכיוון שייתכן שימוש באותם מתגים גם בשלב אחר, ועל כן נניח כי הם מורדים.
- 2.3. לאחר שנורה Y7 תהבהב 3 פעמים יום העבודה יסתיים, ובמקרה הזה כלל המתגים יורדו.
- 2.4. בשלב הראשון עבור זילוף משטח הקרמבו בעזרת הביסקוויטים והקצפת, בהנחה וישנה תקלה במכונה תחל העבודה מחדש (דהיינו כלל המשטח לפח – התקלה כנראה פגמה בשלמות הביסקוויט).
- 2.5. הטווח שהוגדר עבור הציפוי הרגיל והכפול לא כולל בתוכו את הטווח בין 5 ו-6, ועל כן הנחנו בעצמנו כי מעל 5 נקבל ציפוי כפול.

3. תיאור מצבי קיצון ושיטת הפיתרון –

מקרה קצה 1 - שימוש בנוריות עזר – לאורך כל העבודה נעזרנו בנוריות חיווי אשר תרמו לזרימת תהליך העבודה, מכיוון שלא השתמשנו בנוריות Y אשר הינן חלק ממערך הבקרה. כלל נוריות העזר שימשו להעברת מתח בין תהליכים שונים, חיוויים שעזרו בהדלקת וכיבוי נורות משמעותיות.



לדוגמה, עבור מערכת הבהובי הנורות נעזרנו במספר נוריות חיווי, דוגמת 3M אשר תחל את התהליך רק בגמר הזילוף.

מקרה קצה 2 – שלבים ע"פ סדר –

במהלך העבודה ראינו שניתן להתחיל שלבים באיזה סדר שרוצים, דהיינו לא קיימת בקרה שנזליף שוקולד על הקרמבו לפני ששמנו שם קצפת. לטובת שמירת הסדר הטוב הצבנו לאורך כל התהליך מתגים שיעזרו למפעיל לשמור על הסדר הנכון ולא לאפשר טעויות בעבודה, כך יתאפשר חיסכון בחומר גלם.

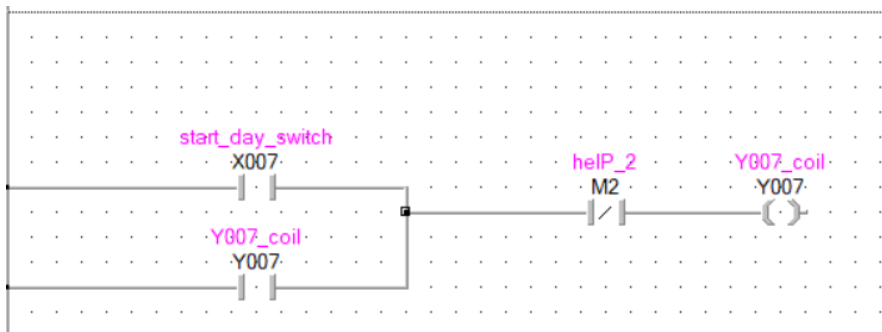
מקרה קצה 3 – סיום יום מיידי –

להבנתנו ברגע שנגמר מלאי חומרי הגלם מופסק כל תהליך הייצור, שכן אם יחסר שוקולד אין טעם להתחיל את הציפוי של הביסקוויט והקצפת. בכדי לאפשר סיום יום מיידי ברגע שיילחץ כפתור 11X ותתבצע ירידת חומרי הגלם, במידה והם לא מספיקים יסתיים יום העבודה והנורה הראשית תתחיל להבהב.

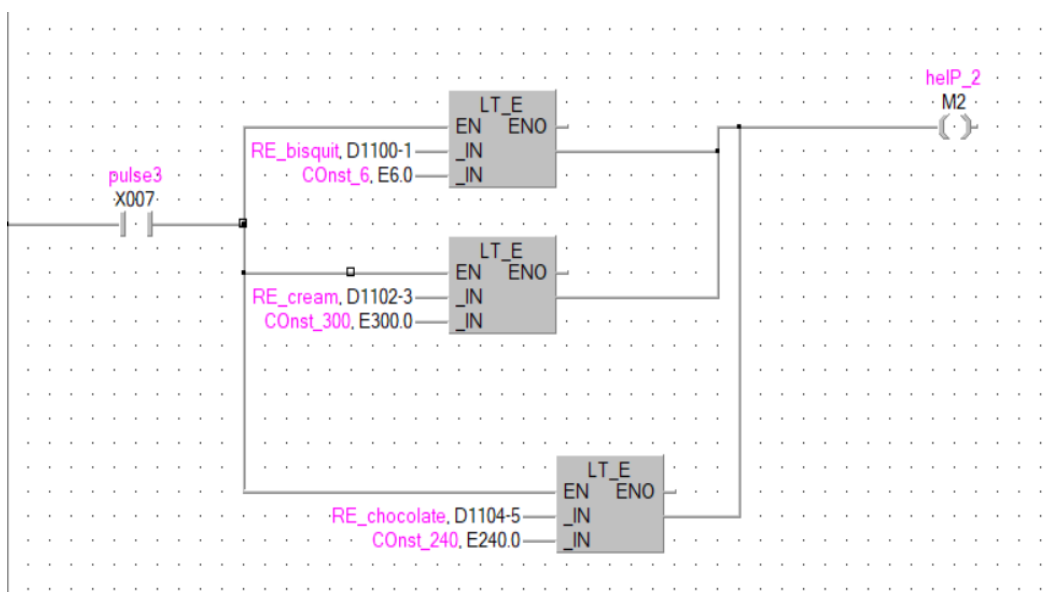
שם המשתנה	DEVICE	תיאור
Mlai_bisquit	D1130	הזנת מלאי ב'סקוויט
Mlai_cream	D1132	הזנת מלאי קרם
Mlai_chocolate	D1134	הזנת מלאי שוקולד
RE_bisquit	D1100	מלאי ב'סקוויטים
RE_cream	D1102	מלאי קרם
RE_chocolate	D1104	מלאי שוקולד
ziluf_bisquit	D1110	הנחת ב'סקוויט
ziluf_cream	D1112	מיכל עבודה זילוף קרם
TVILA	D1122	מיכל עבודה טבילה שוקולד
TOTAL_CREMBO	D1124	סך יחידות הקרמבו שהוכנו

4. טבלת תיאור משתנים –

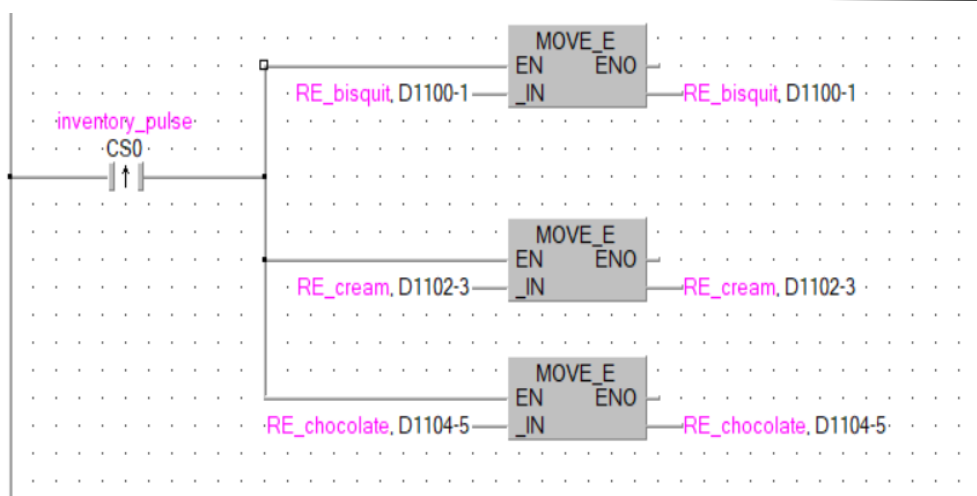
5. תיעוד קוד התוכנית –



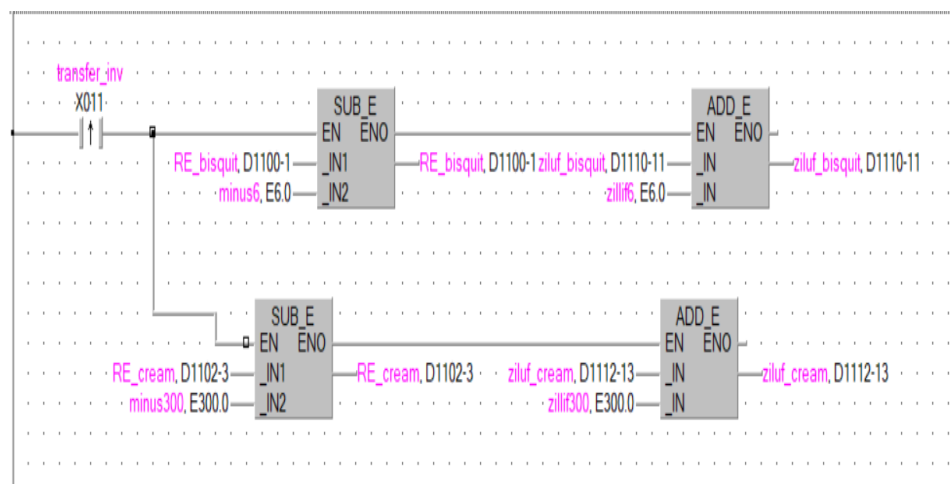
תחילת יום העבודה –
לחיצה על מתג X7,
נורית עזרה M2 עבור
המקרה שבו מופסק יום
העבודה.



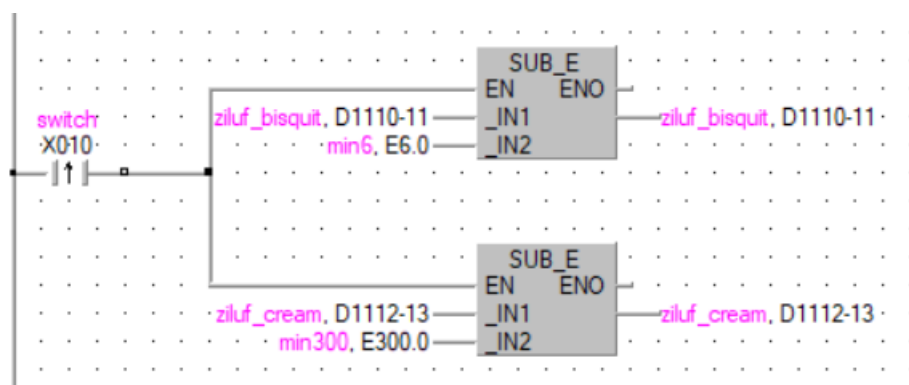
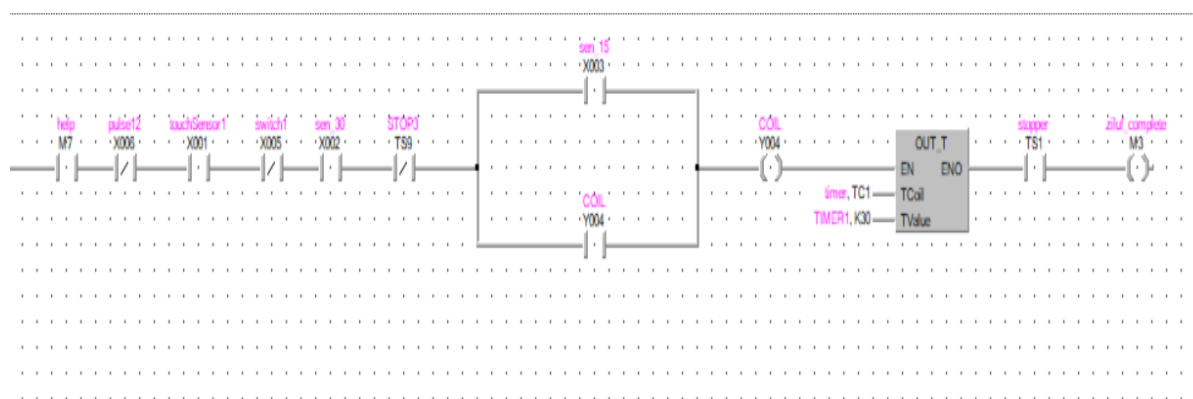
הפסקת תהליך
העבודה בעקבות
גמר המלאי של
אחד מהמוצרים –
ביסקוויטים,
קצפת או שוקולד.



רגיסטרים להעברת
המרכיבים לטובת
תחילת העבודה.

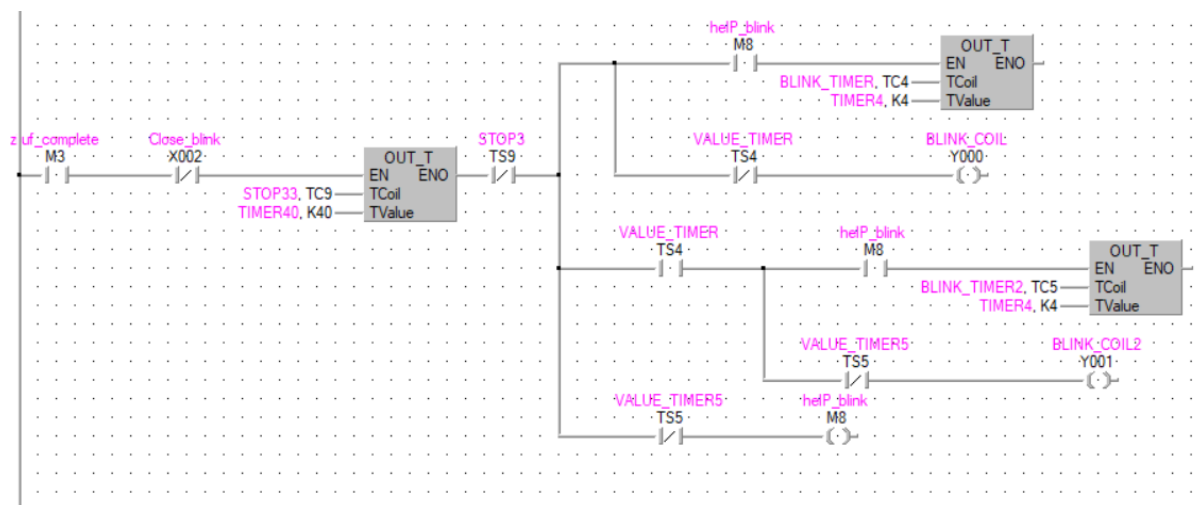


לחיצה על מתג X11 מבצעת את ההעברה למיכל הזילוף – חיסור המרכיבים מרגיסטר מיכלי המלאי והוספת אותה הכמות אל רגיסטר מיכל הזילוף – במקרה הזה הביסקוויטים אינם קשורים למיכל הזילוף עצמו אלא מועברים לרגיסטר הקשור למיכל הזילוף.

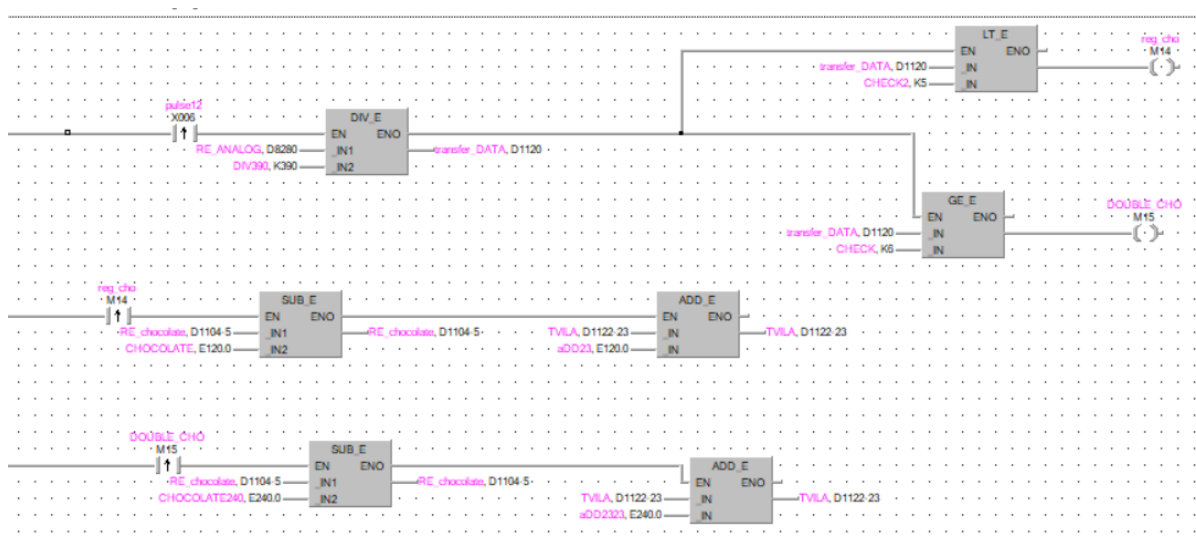


תהליך הזילוף, המותנה בהתחלה ע"י נורית עזר אשר משפיעה על הזרם בהתאם למתג המופעל (10X או 5X לעצירת העבודה.) בנוסף באים לידי ביטוי חיישני הטמפרטורה אשר בסוף

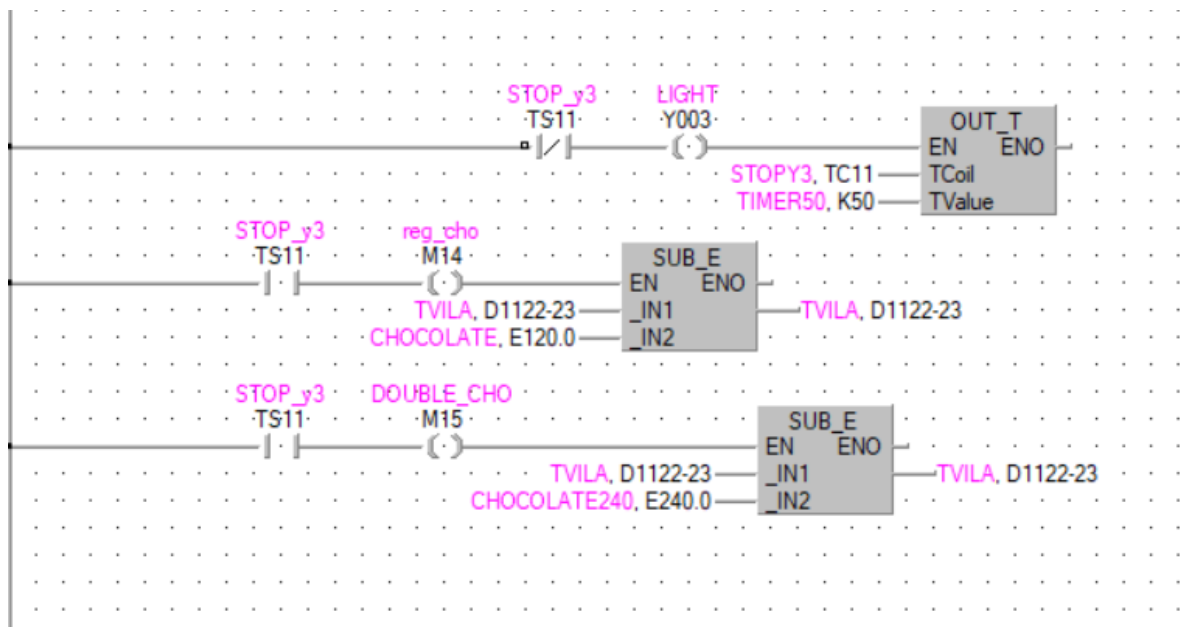
התהליך מופעל טיימר של 3 שניות המייצג את זמן תהליך הזילוף. לאחר מכן תידלק נורית העזר אשר תתחיל את תהליך הבהוב הנורות המודיע על סיום תהליך הזילוף ותחילת תהליך השינוע. בלחיצה על מתג 10X יחוסרו המרכיבים.



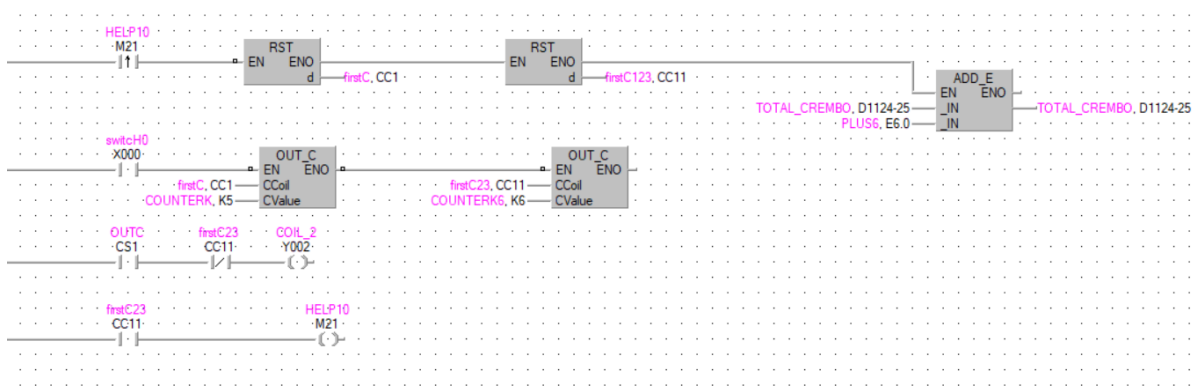
תהליך השינוע – הבהוב הנוריות, מופעל לאחר שנגמר תהליך הזילוף (נורית מייצגת M3) , כל
התהליך לוקח 4 שניות ולאחר גמר הטיימר נפסק הזרם במעגל.



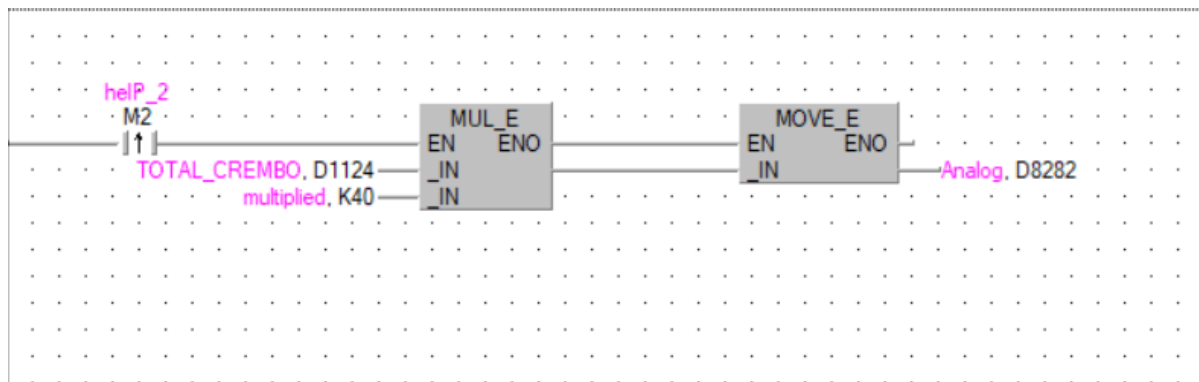
תהליך מילוי השוקולד – בלחיצה על מתג 6X תתבצע דגימה מהמחוג האנלוגי, בהתאם להוראות וקבלת המידע מהמחוג, תתבצע במקביל הדלקת נורית העזר המתאימה (בהתאם למספר שנדגם) ולאחר מכן תרד הכמות המבוקשת ממלאי השוקולד ותועבר למיכל הטבילה.



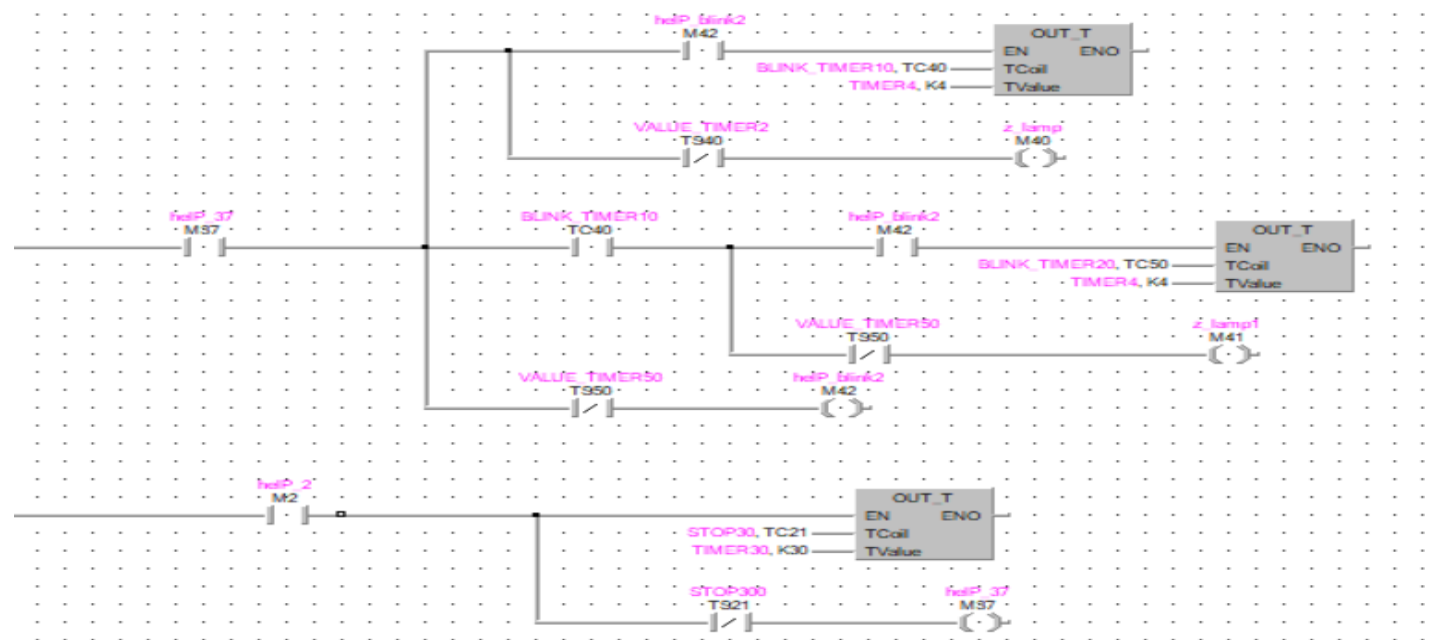
הפעלת הטיימר לבילת השוקולד למשך 5 שניות לאחר הדלקת הנורה Y3, חיסור מרכיב השוקולד בהתאם לנורית העזר שנדלקה. במידה ובבחר המילוי הכפול תידלק נורית M15 ובמידה ונדלקת הנורית 14M בעקבות בחירת המילוי הרגיל, בשני המקרים יפעל הטיימר למשך 5 שניות.



תהליך אריזת הקרמבו, החל מהרמת מתג X0 המפעיל את מוני הרמת המתג, 5 פעמים יובילו להפעלת CS1 ולאחר מכן תידלק נורה Y2. לאחר לחיצה נוספת גם המונה הנוסף יגיע לגבול שהגדרנו מה שיוביל לכיבוי נורה Y2.



העברת סך הקרמבואים המוכנים אל הפלט האנלוגי, התוצאה מוכפלת ב 40 בכדי לאזן את הפלט המתקבל, בעיקרון אמורים להכפיל ב400 אך מכיוון שנדרש לבצע חלוקה ב10 נכפיל פשוט ב40.



מערכת ההבהובים של נורה 7Y, מתחילה לעבוד ברגע שיש מחסור באחד מחומרי הגלם. נורית העזר מופעלת ומפעילה את המערכת, ורק נורית הבהוב 40M מקושרת לנורית 7Y ועל כן היא תהבהב כיחיד. לאחר מכן תיכבה המערכת.

6. סיכום ומסקנות -

במהלך העבודה למדנו כיצד יש לעבוד עם תוכנה ייעודית לתיכנות בעזרת בקרים, תוך מימוש תהליך ייצור במפעל מסוים והפיכתו לתהליך מבוקר אשר נותן חיוניים לאורך כל תהליך הייצור. בנוסף למדנו כיצד לפשט תהליך בעזרת לוגיקה של הוצאת נתונים מתהליך מסוים, כתיבתם בטבלה מסודרת להבנת תהליך העבודה, מימושם בטבלת אמת ומפת קרנו, מציאת פונקציה מינימאלית וכתיבתה כדיאגרמת סולם למיטוב התהליך. אין ספק כי ניתן למטב תהליך מסוים בעזרת מימוש לוגיקה.

7. נספחים -

הוראות למפעיל

1. הזנת מלאי ראשוני לרגיסטרים הנתונים בעזרת watch1 – כמות ביסקוויטים, כמות קצפת, כמות שוקולד
2. תחילת יום עבודה – לחיצה על מתג קפיצי X7 .
3. אם קיימים לפחות 6 ביסקוויטים, 300 גרם קצפת ו- 240 גרם שוקולד, נורה Y7 תידלק.
4. כל עוד נורה Y7 דולקת, יום העבודה בעיצומו.
5. לחץ על מתג X11 , להעברת הקצפת ממכל המלאי למיכל הזילוף.
6. להדלקה של מכונה א' – לחץ על מתג קפיצי X10 – לכל אורך העבודה תידלק נורה Y4.
- 6.1. במידה ומתגלה תקלה – לחץ על מתג X5 לעצירת המכונה. לחידוש הפעולה מההתחלה לחץ שנית על מתג X11.
7. טבילת הקרמבו בשוקולד - שינוע הקרמבו ממכונה א' לב' יתבצע בצורה אוטומטית - נורות Y0 ו-Y1 יבהבו לסירוגין.
8. לחיצה על מתג X6, בלחיצה על המפסק תתבצע דגימה של ערך ה-Analog Input1 .
9. זמן טבילת הקרמבו עבור המשטח הינו קבוע ועומד על 5 שניות, בזמן זה תדלק נורה Y3.
10. עבור אריזה של קרמבו בודד יש להרים את מתג X0.
11. לאחר הרמת המתג 6 פעמים – תסתיים אריזת משטח הקרמבו - סך היחידות יוצגו ב- analog_input.

חלק ב' – תרגיל תיאורטי

תרגיל תיאורטי חלק א':

משתנה	כניסה/יציאה	תפקיד	מצב כאשר ערכו 1
X10	כניסה	כפתור הפעלה	הדלק מערכת
Sen_Place	כניסה	חיישן מגע	משטח קרמבו במיקום
Sen_15	כניסה	חיישן טמפ'	טמפ' מתחת ל-15 מעלות
Sen_30	כניסה	חיישן טמפ'	טמפ' מתחת ל-30 מעלות
Sen_Visual	כניסה	חיישן נצלמה ויזואלית	פעולת הזילוף הסתיימה
X5	כניסה	כפתור הפעלה	מערכת עצרה, תקלה במכונה
Y4	יציאה	חיווי לפעולת זילוף	פעולת זילוף פועלת
M0	יציאה	חיווי עזר להפעלת מכונה	מכונה עובדת

חיווי עזר להדלקת המכונה:

$$M_{0_{t+1}} = X_{10} + M_{0_t}$$

תנאים מקדימים:

$$\overline{sen_{visual}} * sen_{place} * \overline{X_5} * M_{0_{t+1}}$$

Sen_1 5	Sen_3 0	Y4 t	Y4t+ 1	תיאור המצב
0	0	1	0	טמפ' מעל 15 ומעל 30 מעלות. פעולת זילוף צריכה להיפסק.
0	0	0	0	טמפ' מעל 15 ומעל 30 מעלות. פעולת זילוף לא עובדת.
0	1	1	1	טמפ' מעל 15 ומתחת ל-30 מעלות. פעולת זילוף עובדת.
0	1	0	0	טמפ' מעל 15 ומתחת ל-30 מעלות. פעולת זילוף לא עובדת.
1	0	1	N/A	לא יתכן מצב של טמפ' מתחת ל-15 ומעל ל-30 מעלות.
1	0	0	N/A	
1	1	1	1	הטמפ' מתחת ל-15 ומתחת ל-30 מעלות. פעולת זילוף עובדת
1	1	0	1	הטמפ' מתחת ל-15 ומתחת ל-30 מעלות. פעולת זילוף לא עובדת, וצריכה להתחיל לעבוד.

Sen_15, Sen_30 Y4t	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	0

$$Y_{4_{t+1}} = M_{0_{t+1}} * Sen_P * (Sen_{30} * Y_4 + Sen_{30} * Sen_{15})$$

$$Y_{4_{t+1}} = M_{0_{t+1}} * Sen_P * Sen_{30}(Y_4 + Sen_{15})$$

תרגיל תיאורטי חלק ב'

איגוד של 5 חפיסות שוקולד לאריזה אחת. X1 כפתור המפעיל את מכונת האריזה, ישנו חיישן שסופר שאכן הגיעו 5 חפיסות שוקולד למשטח האריזה, וחיישן מגע שמוודא שהחפיסות ממוקמות במקום הראוי כדי להיארז כראוי. ישנו חיישן שמקבל תמונה ממצלמה ויזואלית ומוודא שהמארז אכן ארוז כראוי ופעולת האריזה הסתיימה. X2 הוא כפתור קפיצי שנועד לבצע עצירה מיידית של המכונה במקרה של תקלה, או אריזה שנתקעה/נכשלה. Y1 היא מנורה שנדלקת כאשר פעולת אריזת המארז הסתיימה. M7 נדלקת כאשר המכונה מופעלת.

משתנה	כניסה/יציאה	תפקיד	מצב כאשר ערכו 1
X1	כניסה	כפתור הפעלה	הדלק מערכת
Sen_Counter	כניסה	חיישן קרבה	5 חפיסות הגיעו למכונה
Sen_Place	כניסה	חיישן מגע	החפיסות ממוקמות במיקום
Sen_Visual	כניסה	חיישן מצלמה ויזואלית	פעולת האריזה הסתיימה
X2	כניסה	כפתור הפעלה	מערכת עצרה, תקלה במכונה
Y1	יציאה	חיווי לפעולת אריזה	פעולת אריזה פועלת
M1	יציאה	חיווי עזר להפעלת מכונה	מכונה עובדת

חיווי עזר להדלקת המכונה:

$$M_{1_{t+1}} = X_1 + M_{1_t}$$

תנאים מקדימים שיאפשרו את פעולת האריזה:

$$\overline{sen_{visual}} * \overline{X_2} * M_{1t+1}$$

Sen_Place	Sen_Counter	Y1t	Y1t+1	תיאור המצב
0	0	0	0	החפיסות לא במיקום, לא נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה לא פועלת.
0	0	1	0	החפיסות לא במיקום, לא נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה צריכה להפסיק לעבוד.
0	1	0	0	החפיסות לא במיקום, נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה לא פועלת.
0	1	1	0	החפיסות לא במיקום, נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה צריכה להפסיק.
1	0	0	0	החפיסות במיקום, לא נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה לא פועלת.
1	0	1	0	החפיסות במיקום, לא נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה צריכה להפסיק.
1	1	0	1	החפיסות במיקום, נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה לא פועלת, וצריכה להתחיל לעבוד.
1	1	1	1	החפיסות במיקום, נספרו 5 חפיסות, מכונת אריזה פועלת.

Sen_Place, Sen_Counter Y1t	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0

$$Y_{1t+1} = M_{1t+1} * Sen_{Visual} * (Sen_{Counter} * Sen_{place})$$