



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

דו"ח תרגיל PLC

קבוצה 24

315357343	208160200	207328238	207806795
-----------	-----------	-----------	-----------

• **הקדמה ומטרת הפרויקט:**

משימתנו הייתה לממש מערכת בקרה אוטומטית לייצור חטיפי אנרגיה ע"י מכשיר ה PLC-על מנת לעשות זאת, נדרשנו לדמות את תהליך הייצור במפעל בעזרת לחצני המכשיר ונורות החיווי לתיאור כל שלב בתהליך.

מטרת הפרויקט הינה הבנה מעמיקה של בקרים מתוכנתים, היכרות עם דיאגרמת הסולם והתנסות בשימוש בה, שילוב פעולות לוגיות ואנלוגיות בניהול תהליך ייצור מורכב, וכן שיפור המיומנויות בתכנות ותפעול מכשיר ה PLC-ותוכנת ה2GX WORKS.

• **הנחות יסוד :**

1. לא ניתן לייצר שני סוגי חטיפים במקביל, גם אם כמות חומרי הגלם מספיקה.
2. במהלך הכנת חטיף חלבון, לא נוריד מתגים שהורמו. זאת כדי שנדע שסיימנו את השלב ואפשר לעבור לשלב הבא.
3. בתחילת יום כל המתגים צריכים להיות כבויים.
4. לאחר כל הרמת מתג ובסיומו של סיבוב נוריד את כל המתגים.
5. המשתמש מכיר את המערכת ויבצע את השלבים לפי סדר הפעולות שכתוב בהוראות.
6. בכדי להתחיל יום צריך שיהיה לפחות כמות חומרי גלם לייצור חטיף קלאסי.
7. פעולת מתג החירום תאפס את יום העבודה לאחר סיום השלב הנוכחי.

• **תיאור מצבי הקיצון ושיטת הפתרון:**

1. **ניסיון הקדמת שלב אפייה לפני ערבוב** – לא יתאפשר להתחיל את שלב האפייה לפני סיום שלב הערבוב, במידה ויהיה ניסיון להתחיל את שלב האפייה לפני שלב הערבוב, בעת הרמת מתג X2 ומתג X3 לאחר מכאן לא תדלק נורה Y3.
2. **ניסיון הקדמת שלב אריזה לפני אפייה** – לא יתאפשר להתחיל את שלב האריזה לפני סיום שלב האפייה, במידה ויהיה ניסיון להתחיל את שלב האריזה לפני שלב האפייה, בעת הרמת מתג X6 ומתג X2 לאחר מכאן לא תדלקנה נורות Y1 ו Y2.
3. **בחירת סוג חטיף ללא כמות מספקת של חומרי גלם במלאי** – אם נבחר חטיף מסוים אך המלאי לא מספיק עבורו המערכת תסיים את יום העבודה.



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

4. **סיום התהליך בלחיצה על מתג החירום X5** – כאשר ילחץ מתג החירום X5, רק איטרציות שהסתיימו במלואן ונארזו שמונה חטיפי חלבון, יכנסו לספירה של כמות אריזות החטיפים שנוצרו. זאת מכיוון שאנו מציגים ב ANALOG OUTPUT את כמות אריזות החטיפים שיוצרו ולא מספר החטיפים.
5. **תחילת יום ללא כמות מספקת של חומרי גלם** – אם אין מספיק חומרי גלם לחטיף הקלאסי לא ניתן להתחיל את היום.

• **טבלת תיאור משתנים:**

Lable	Type	Value	Description
Fivey	FLOAT (Single Precision)	5	קביעת גבול עליון לסוג החטיף
Con_oats_p	FLOAT (Single Precision)	240	מינימום כמות שיבולת שועל להכנת חטיף חלבון
Con_protain_p	FLOAT (Single Precision)	320	מינימום כמות אבקת חלבון להכנת חטיף חלבון
Con_honey_p	FLOAT (Single Precision)	160	מינימום כמות דבש להכנת חטיף חלבון
Con_oats_C	FLOAT (Single Precision)	400	מינימום כמות שיבולת שועל להכנת חטיף קלאסי
Con_protain_c	FLOAT (Single Precision)	160	מינימום כמות אבקת חלבון להכנת חטיף קלאסי
Con_honey_c	FLOAT (Single Precision)	120	מינימום כמות דבש להכנת חטיף קלאסי
Divide	FLOAT (Single Precision)	400	משתנה עזר להמרת הערך
time_for_CS	Word[Signed]	40	מכיל את המידע של כמות השניות שיש להבהב אם החטיף קלאסי
time_for_PS	Word[Signed]	50	מכיל את המידע של כמות השניות שיש להבהב אם החטיף חלבון
P_finish	FLOAT (Single Precision)	1	זמן בין כל הבהוב
Const_40	FLOAT (Single Precision)	40	זמן האפייה



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

Lable	Type	Device	Description
Power_on	Bit	X007	כפתור לתחילת יום עבודה
Work	Bit	Y000	נורת יום עבודה
Mix_start	Bit	X003	כפתור לתחילת שלב הערבוב
Rand_type	Word[Signed]	D8280	דגימת הערך במדד בלוח הבקרה המציג לנו באיזה חטיף מדובר
Rand_TypeIN	Word[Signed]	D7755	המרת הקלט האנלוגי של סוג החטיף
Protein_Snack	Bit	M4	נורת עזר לחטיף מסוג חלבון
Classic_Snack	Bit	M5	נורת עזר לחטיף מסוג קלאסי
Input1	FLOAT (Single Precision)	D1150	הקלט של כמות השיבולת שועל שנדגמה בתחילת היום
Input2	FLOAT (Single Precision)	D1160	הקלט של כמות החלבון שנדגמה בתחילת היום
Input3	FLOAT (Single Precision)	D1170	הקלט של כמות הדבש שנדגמה בתחילת היום
Oats	FLOAT (Single Precision)	D2250	מכיל את המידע על כמות שיבולת השועל שנדגמה בתחילת היום
Protain	FLOAT (Single Precision)	D2260	מכיל את המידע על כמות החלבון שנדגמה בתחילת היום
Honey	FLOAT (Single Precision)	D2270	מכיל את המידע על כמות הדבש שנדגמה בתחילת היום
enough_Protein_Oats	Bit	M6	נורת עזר המציינת האם יש מספיק מלאי שיבולת שועל להכנת חטיף חלבון
enough_Protein_protein	Bit	M7	נורת עזר המציינת האם יש מספיק מלאי חלבון להכנת חטיף חלבון
enough_PS	Bit	M9	נורת עזר המציינת האם יש מספיק מלאי כולל להכנת חטיף חלבון



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול

אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

enough_Classic_Oats	Bit	M10	נורת עזר המציינת האם יש מספיק מלאי שיבולת שועל להכנת חטיף קלאסי
enough_Classic_protein	Bit	M11	נורת עזר המציינת האם יש מספיק מלאי חלבון להכנת חטיף קלאסי
Enough_CS	Bit	M12	נורת עזר המציינת האם יש מספיק מלאי כולל להכנת חטיף קלאסי
Cons_5	Word[Signed]	K50	זמן דליקת הנורה בשלב ערבוב החומרים
Mix_Timer	Bit	TC9	מונה את זמן פעולת הערבוב
Mix_Timer_ts9	Bit	TS9	מסמל את סוף פעולת הערבוב
Mix_Proccess	Bit	Y003	נורת עזר המסמלת את תהליך הערבוב
SUB_P	Bit	M14	נורת עזר המציינת שתהליך החסרת חומר הגלם כתוצאה מהכנת חטיף חלבון הסתיים
S_Bakeing	Bit	X002	כפתור לתחילת שלב הערבוב
Time_B	Word[Signed]	D6000	קביעת הערך למשך זמן ההבהובים לפי סוג החטיף
Flash_counter	Bit	TC5	מונה את פעולת האפייה לפי סוג החטיף
Flash_counter_TC5	Bit	TS5	מסמל את סוף פעולת האפייה
M_Y1	Bit	M36	נורת עזר לפעולת האפייה
Y1_Flash_Counter	Bit	TC3	מונה לפעולת ההבהוב של Y1
Constant_4	Word[Signed]	K4	זמן ההבהוב לחטיף מסוג קלאסי
Timer_TS3	Bit	TS3	משתנה עזר בסיום הבהוב נורה Y3
Y1_light_on	Bit	Y001	נורה מהבהבת כחלק משלב האפייה
Y2_Flash_Counter	Bit	TC4	מונה לפעולת ההבהוב של Y2
Timer_TS4	Bit	TS4	משתנה עזר בסיום הבהוב נורה Y2



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

Y2_Light_On	Bit	Y002	נורה מהבהבת כחלק משלב האפייה
SUB_C	Bit	M15	נורת עזר המציינת שתהליך החסרת חומר הגלם כתוצאה מהכנת חטיף קלאסי הסתיים
Constant_10	Word[Signed]	K10	משתנה עזר לתהליך ההבהוב
Input_RES	FLOAT (Single Precision)	D1280	משתנה עזר לתהליך ההמרה
C_mix	Bit	M51	נורת עזר המציינת את סוף תהליך הערבוב עבור חטיף קלאסי
P_mix	Bit	M41	נורת עזר המציינת את סוף תהליך הערבוב עבור חטיף חלבון
Counter_pack	Bit	CC3	מונה האריזות המוכנות
Pack_start	Bit	X006	כפתור לתחילת שלב האריזה
Y4_PACK_LIGHT	Bit	Y004	נורה הדולקת בזמן שלב האריזה
CCS_T	Bit	CS3	תנאי העצירה של CC3
Unit_pack	Bit	X000	כפתור לאריזת חטיף יחיד
Con8	Word[Signed]	K8	מונה 8 חטיפים באריזה
Pack_counter	FLOAT (Single Precision)	D2025	מונה מספר אריזות ביום עבודה
EMO	Bit	X005	כפתור חירום לעצירות יום עבודה
End_day_L	Bit	M50	נורת עזר המציינת האם יום העבודה הסתיים
PACK_mul	FLOAT (Single Precision)	D2035	הכפלת הערך הדיגיטלי לאנלוגי
Analog_output	Word[Signed]	D8282	שמירת הערך האנלוגי
Start_unit_pack	Bit	M37	נורת עזר המציינת תחילת תהליך אריזה של חטיף
Can_start	Bit	M69	נורת עזר לווידוא דגימת הקלט
Can_start_oat	Bit	M80	נורת עזר לווידוא כמות שיבולת שועל בתחילת היום לחטיף קלאסי
Can_start_honey	Bit	M81	נורת עזר לווידוא כמות דבש בתחילת היום לחטיף קלאסי

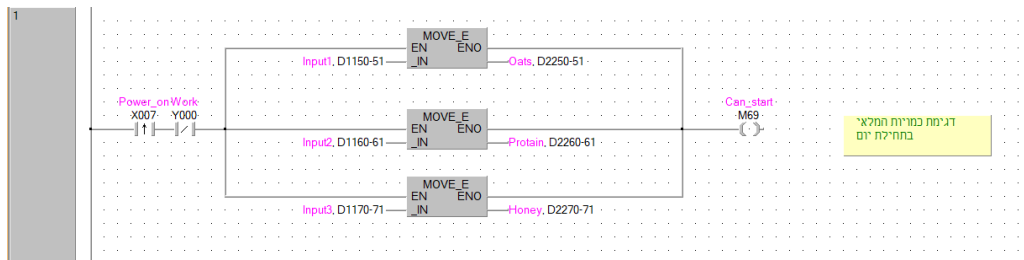


הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בר גוריון בנגב

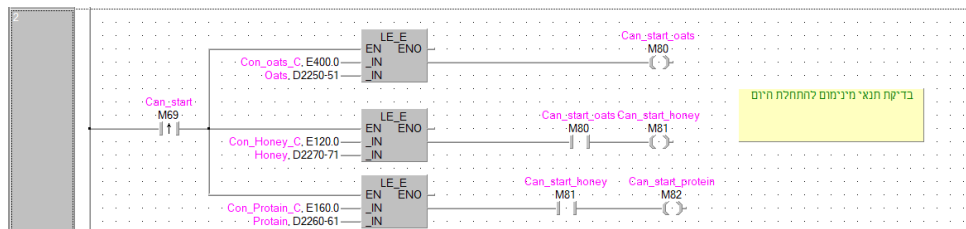
Can_start_protein	Bit	M82	נורת עזר לווידוא כמות חלבון בתחילת היום לחטיף קלאסי
-------------------	-----	-----	--

• תיעוד קוד התכנית:

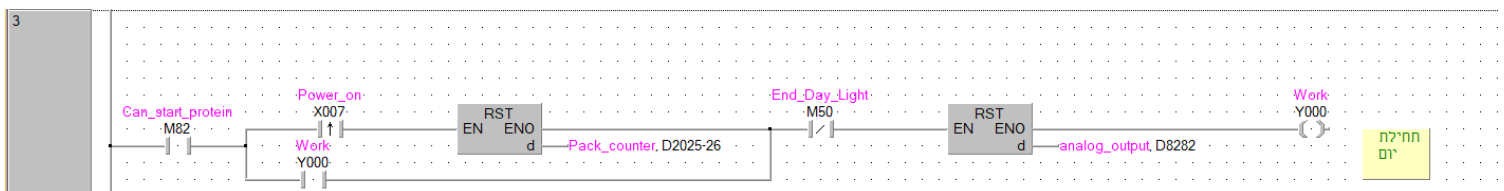
דגימה של כמויות חומרי הגלם שהוכנסו כ Input ע"י המשתמש והדלקת נורת עזר להצלחת שלב זה.



במידה וחומרי הגלם אינם מספיקים ליצור חטיף קלאסי, לא תידלק נורת העזר המוודאת את התנאי המינימלי להתחלת יום עבודה.



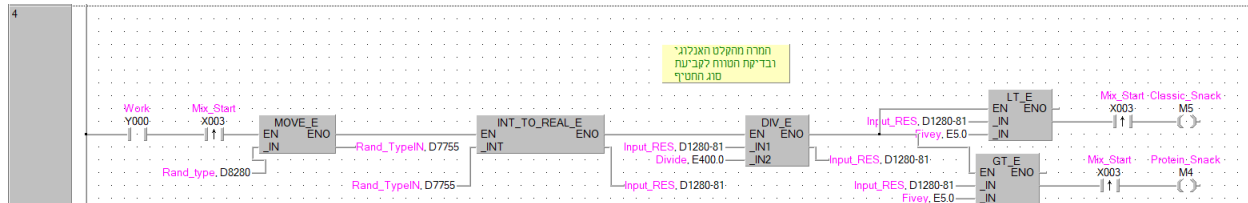
במידה וניתן להתחיל את יום העבודה נדליק את נורת יום העבודה ונדאג לאפס את ה Analog Output מספר האריזות מיום העבודה הקודם.



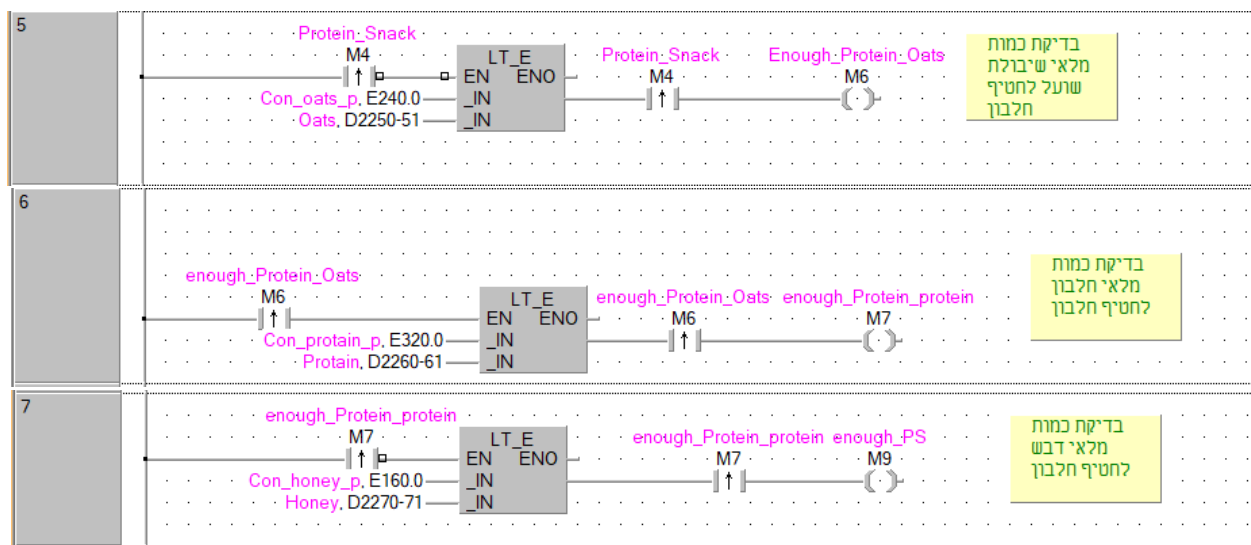


הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

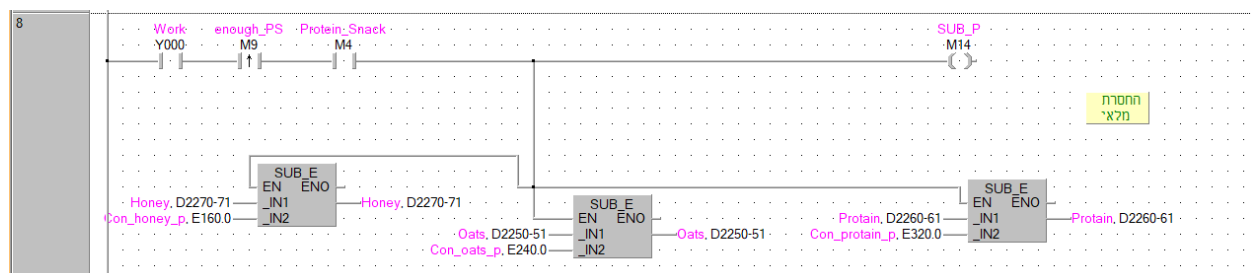
כאשר לוחצים על תחילת שלב הערבוב, ראשית נבצע המרה של ה Analog Input מכן נבדוק לפיו מהו סוג החטיף לייצור.



בהתאם לחטיף הנבחר, מתבצעת בדיקה אם ישנם מספיק חומרי גלם לייצור חטיף החלבון.
אם כן, נורת העזר 9M תאשר כי ניתן להמשיך בתהליך.



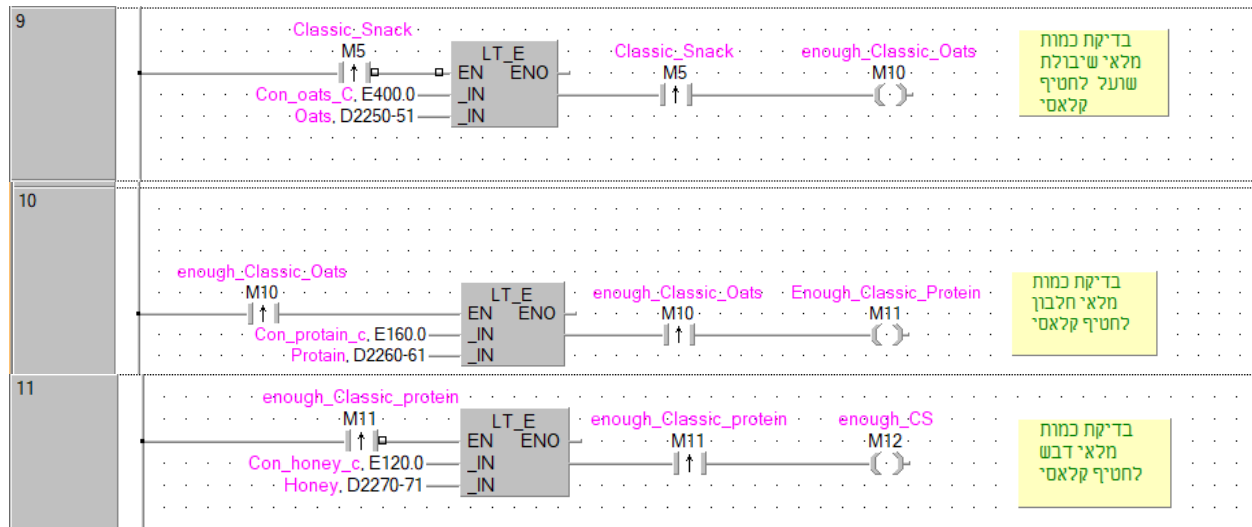
במידה וכל הבדיקות עברו כראוי נחסיר מהמלאי את כמות חומרי הגלם לייצור חטיף החלבון.



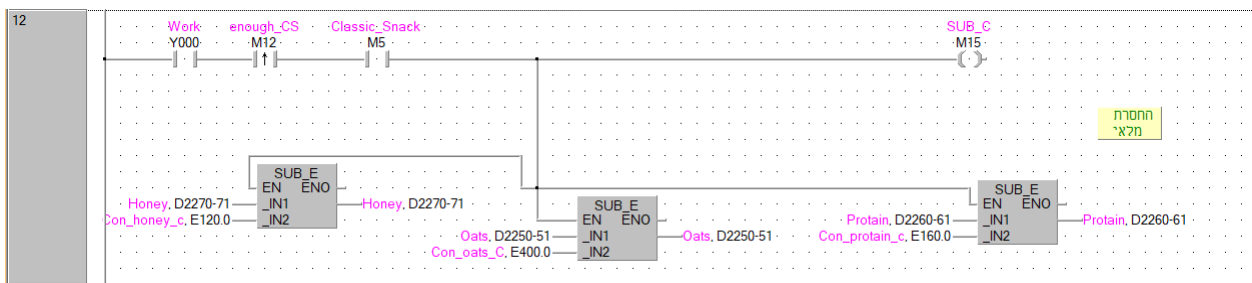


הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

בהתאם לחטיף הנבחר, מתבצעת בדיקה אם ישנם מספיק חומרי גלם לייצור חטיף קלאסי.
אם כן, נורת העזר 12M תאשר כי ניתן להמשיך בתהליך.



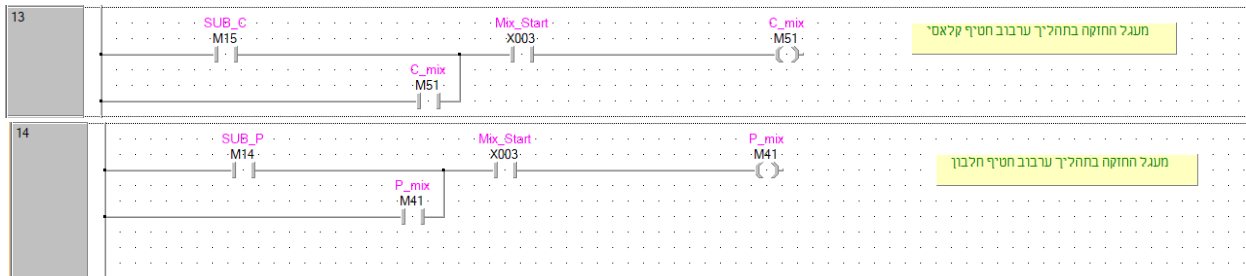
במידה וכל הבדיקות עברו כראוי נחסיר מהמלאי את כמות חומרי הגלם לייצור חטיף קלאסי.



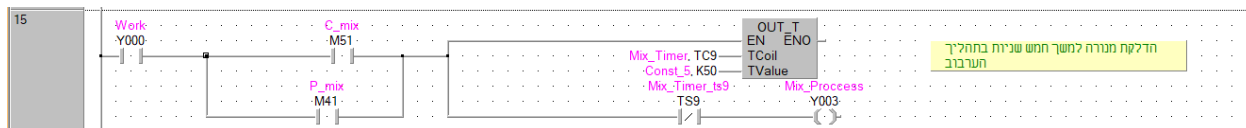


הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

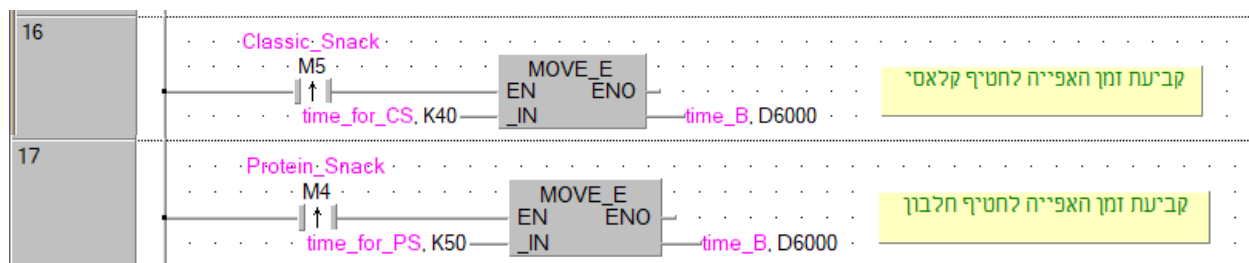
נורת העזר מובילה למעגל האחזקה בזמן ערבוב החטיף הנבחר, מתג $3X$ למעלה הוא תנאי להמשך.



אם יש די חומרי גלם לייצור חטיף, מונה הזמן מדליק את נורת $3Y$ למספר שניות ונכבה כאשר הערבוב תם.



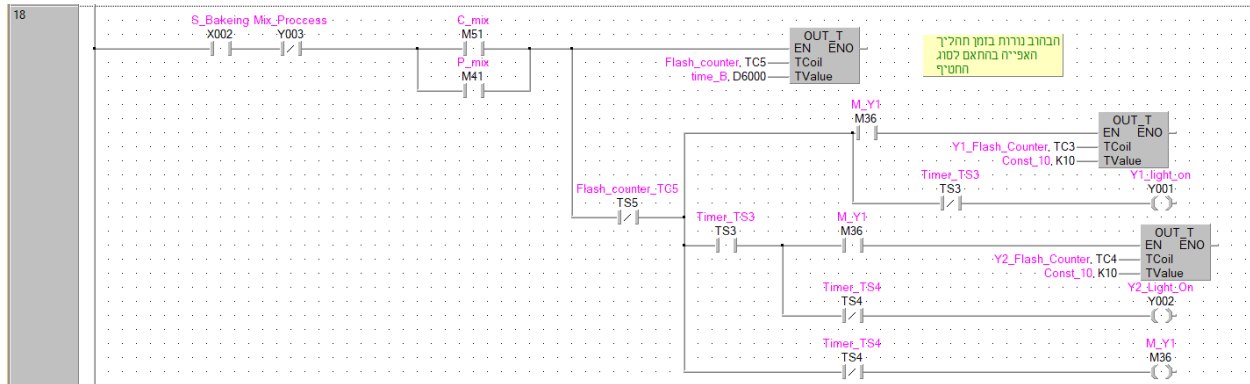
בהתאם לסוג החטיף הנבחר נשמר משך הזמן שבו הנורות יבהבו לסירוגין בעת שלב האפייה.



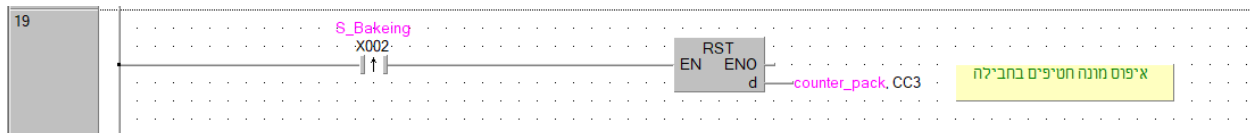


הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

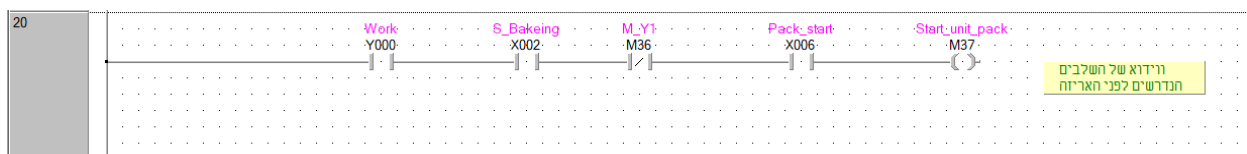
בהרמת מתג 2X החטיף מועבר לשלב האפייה.



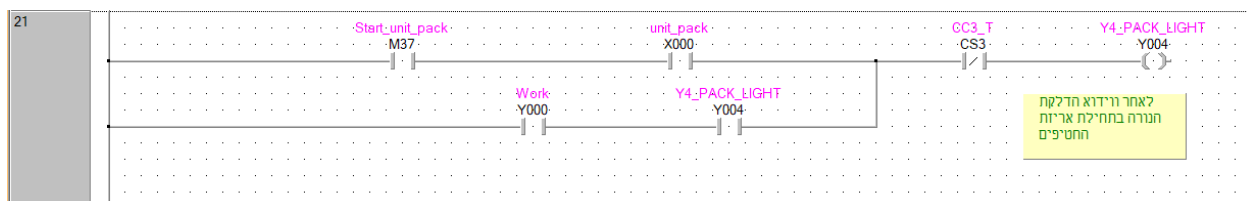
בהרמת מתג 2X אנו מאפסים את מספר החטיפים בחבילה, בכדי שבשלב האריזה נוכל לארוז באופן תקין.

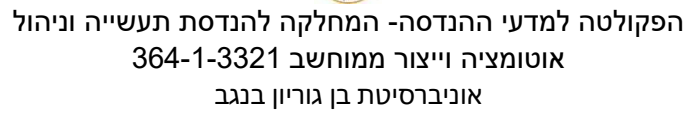


טרם האריזה אנו מוודאים שכל השלבים הקודמים אכן בוצעו.



בהרמת 0X הראשונה נדלקת נורה 4Y עד סיום אריזה מלאה המכילה שמונה חטיפים.





22

S_Bakeing X002

M_Y1 M36

Pack_start X006

unit_pack X000

OUT_C C001

CC3 C001

Const_8, K8

CC3_T C33

Pack_counter, D2025-26

p_finish, E10

ADD E EN EN IN IN

Pack_counter, D2025-26

מחנה מספר חתיכים באריות

מחנה אריות

[illegible]



הפקולטה למדעי ההנדסה- המחלקה להנדסת תעשייה וניהול
אוטומציה וייצור ממוחשב 364-1-3321
אוניברסיטת בר גוריון בנגב

סיכום ומסקנות:

הפרויקט סיפק לנו הזדמנות ראשונה ומעמיקה לעסוק בעולם האוטומציה התעשייתית באמצעות בקרי PLC הייתה מאתגרת, חווייתית ותרמה משמעותית להבנה מעשית של תכנון ובקרה על מערכות מורכבות. לאורך העבודה נתקלנו במקרים בהם נדרשנו לחשוב יצירתית ולשלב בין ידע תאורטי לפרקטיקה, מה שהוביל לתובנות חדשות.

מספר תובנות מרכזיות שנלמדו במהלך הפרויקט:

- **הבנה לוגית של בקרי PLC :** למדנו כיצד לתכנן ולבצע בקרה מדויקת על שלבים בתהליך ייצור, תוך שימוש בפונקציות מובנות כמו טיימרים, מונים ורישום נתונים ברגיסטרים.
- **דיאגרמת הסולם :** יישום מעשי של דיאגרמת הסולם סייע לנו להבין את סדר הביצוע של הפעולות, את יחסי הגומלין בין הכניסות, הפלטים והחיישנים, ואת המשמעות של כל שלב בתהליך.
- **ניהול תקלות ואיתור באגים :** התמודדנו עם זיהוי ותיקון בעיות בקוד דרך Debugging בתוכנת GX Works2, שימוש ב Watch Window-למעקב אחרי נתונים בזמן אמת, וניהול מצבי קיצון תוך שמירה על יציבות המערכת.
- **שילוב כניסות ויציאות אנלוגיות :** למדנו כיצד לעבוד עם נתונים אנלוגיים, לשלב אותם בתהליך הבקרה ולבצע חישובים כמו הפחתת חומרי גלם ותיעוד כמותי מדויק.
- **יישום פונקציות מתקדמות :** היכרות עם פונקציות כמו, OUT, CMP, ו MOVE-חיזקה את הבנתנו כיצד לבנות תהליכים לוגיים מורכבים ולייעל את תהליך הייצור.
- **הקשר בין חומרה לתוכנה :** למדנו על ההבדלים והדמיון בין תכנות תוכנה לתכנות חומרה, והבנו כיצד מערכת חומרה מתפקדת באופן שונה, עם מגבלות ותכונות ייחודיות.
- **עבודה עם טיימרים ומונים :** מימוש לוגיקות כגון ספירת אירועים, חישוב זמני עבודה ושליטה על שלבים במערכת תרם להבנה כיצד לעצב תהליך מדויק.

לסיכום, העבודה העשירה את הבנתנו בתחומים של בקרה אוטומטית, תכנון מערכות חומרה, ועבודה עם כלי תוכנה מתקדמים. ההתנסות תתרום רבות לעתידנו כמהנדסים, הן בפן המעשי והן בפן התאורטי.