

מס' קבוצה	שם התרגיל	תאריך הגשה
13	מטלה 2 - PLC	08/02/2024
מספרי ת"ז המגישים		
205984503	207902651	207082397
318871282		

מטרת הפרויקט:

מטרת הפרויקט הינה מימוש מערכת ליצור בירה איכותית וטעימה עבור מפעל "Beer Plant".
אנו רוצים להזיל את עלויות הייצור במפעל על ידי הפיכת פס הייצור לאוטומטי.
ביצענו זאת באמצעות תכנות של בקר (PLC) על ידי כתיבת קוד דיאגרמת סולם ושימוש בלוגיקה.
השתמשנו בתוכנה "GX Works2" וביצענו צריבה של הקוד אל בקר ה-PLC במעבדות.

הנחות יסוד:

1. על המשתמש להזין כמויות חומרי גלם לפני לחיצה על המתג X7.
במידה ולחצנו על X7 לפני שהזנו מלאי יום העבודה לא יתחיל ונצטרך להתחיל את התהליך מחדש.
2. סדר ההתרחשויות ביום העבודה הוא קבוע ולא ניתן לשינוי:
בישול -> תסיסה -> אריזה.
3. נדרש להוריד את המתגים לפני כל איטרציה ולפני יום עבודה חדש כדי לא לשבש את סדר השלבים.
4. להכנת הבירות דרוש הזנת מלאי לרגיסטרים: שמרים, לתת וכשות. ההזנה תתבצע בתחילת יום העבודה ולא ניתן יהיה לשנות במהלכו את ערכי המלאים.
5. יום עבודה לא יכול להיגמר (לחיצה על X11) לפני שיום עבודה מתחיל (לחיצה על X7).
6. מורידים מתגים רק בסוף איטרציה או בסוף יום עבודה, אחרת לא ניתן להמשיך את התהליך.
7. במידה ועצרנו את התהליך בכל אחד מהשלבים לפני שארזנו ששייה שלמה, כל חומרי הגלם ירדו מהמלאי.

מצבי קיצון:

1. בתחילת יום עבודה, אם יוזנו כמויות של חומרי גלם שאינם מספיקות עבור ייצור ששיית בירה אחת יום העבודה לא יתחיל (מימוש בעזרת פונקציה המשווה בין הכמויות המוזנות לכמויות הרצויות).
2. עבור כל שלב בתהליך הייצור, נעזרנו בנורות עזר אשר נתנו לנו אינדיקציה שסיימנו שלב מסוים ואנחנו יכולים לעבור לשלב הבא בייצור.
3. במידה והחל תהליך ייצור הבירה ומתג החירום נלחץ, המלאי הנדרש לייצור ששיית הבירה יירד מהרגיסטרים של המלאים אך הבירות בתהליך הייצור לא יתווספו לשישיות הבירות.

המוכנות. אכפנו זאת על ידי הורדת המלאי מהרגיסטרים בתחילת האיטרציה לעומת הוספת שישיה מוכנה רק בסוף האיטרציה.

4. במידה ויש ברשותנו מספיק מלאי לבירת פילזנר אך לא לבירת לאגר והמשתמש בחר לייצר בירת לאגר, לא נאפשר זאת כלומר לא יקרה כלום עד אשר ידגום ערך שמתאים לפילזנר מה-analog input. המימוש בוצע על ידי שימוש בשתי נורות עזר (עבור כל סוג בירה) שבדקות בכל איטרציה האם יש ברשותנו מספיק מלאי לייצר שיישית בירה.

טבלת תיאור משתנים

טבלת מתגים:

שם	Data Type	ערך	הסבר
Switch_7	Bit	X7	מתג המתחיל את יום העבודה
Switch_11	Bit	X11	מתג חירום המסיים את יום העבודה
Switch_1	Bit	X1	מתג הדגימה עבור analog input 1
Start_fizz	Bit	X5	מתג להעברת הבירה ממכל הבישול למיכל התסיסה
Start_packing	Bit	X2	מתג המפעיל את פעולת האריזה ואחסון הבירה
Packing_bottle	Bit	X0	מתג לאריזת בקבוק בירה בודד

טבלת נורות:

שם	Data Type	ערך	הסבר
Light_7	Bit	Y7	נורה המסמנת שיום העבודה בפעולה
Light_1	Bit	Y1	נורה המסמנת בישול בירה
Lamp_3	Bit	3Y	נורות מהבהבות לסירוגין המסמנות את פעולת התסיסה
Lamp_4	Bit	Y4	
Packing_light	Bit	Y2	נורה המסמנת שתהליך באריזה מתרחש

טבלת נורות עזר:

שם	Data Type	ערך	הסבר
Turn_off_Help_lamp	Bit	M1	שבירת מעגל אחזקה
Check_inventory	Bit	M3	נורה שאומרת ללכת לבדוק את המלאי
Check_lager_inv	Bit	M5	יש כמות מלאי מספקת בשביל לייצר לאגר
Enough_inv	Bit	M9	יש מספיק מלאי לאחת מהבירות
Sample_ind	Bit	M11	אינדקטור שמראה שהדגימה אכן קרתה
Choose_lager	Bit	M13	נדלקת כאשר מייצרים לאגר
Choose_filzner	Bit	M15	נדלקת כאשר מייצרים פילזנר
Timer_4sec_ind	bit	M19	חיוו לכך שעברו 4 שניות
Blink_fizz	Bit	M23	נורת עזר לטיימר להבהוב של פעולת התסיסה
Finish_fizz	Bit	M25	נורת עזר המסמנת שפעולת התסיסה הסתיימה
Packing_procces_on	Bit	M27	נורת עזר המסמנת שאנחנו בתהליך האריזה
finished_iteration	Bit	29M	אינדקטור לסיום ריצה
reset_iteration	Bit	31M	אינדקטור כדי לאפס את המשתנים בסוף הריצה

טבלת רגיסטרים:

שם	Data Type	ערך	הסבר
Register_d1103	FLOAT (Single Precision)	D1103	משמש לאחסון הערך המנורמל של כמות השישיות בשביל הצגה באנלוג
Input_yeast	FLOAT (Single Precision)	D1105	מלאי שמרים
Input_malt	FLOAT (Single Precision)	D1107	מלאי לתת
Input_lanugo	FLOAT (Single Precision)	D1109	מלאי כשות
Register_d1111	FLOAT (Single Precision)	D1111	רגיסטר המציין את הערך שהמשתמש הזין עבור סוג הבירה
counter_pack_register	FLOAT (Single Precision)	D1113	מלאי שישות בריה ארוזות
analog_Input_1	Word[Signed]	D8280	רגיסטר המציין את הערך שהמשתמש הזין עבור סוג הבירה
analog_output	Word[Signed]	D8282	רגיסטר שמציג את מספר שישיות הבירות שיוצרו ביחידות עשרוניות

טבלת טיימרים:

שם	Data Type	ערך	הסבר
Preparing_time	Bit	TC1	טיימר המציין את זמן פעולת הבישול ופועל למשך 4 שניות
Lager_fizz_timer	Bit	TC5	טיימר המציין את משך התסיסה של בירת הלאגר שהוא 3 שניות
Filzner_fizz_timer	Bit	6TC	טיימר המציין את משך התסיסה של בירת הפילזנר שהוא 4 שניות
Timer_1	Bit	TS1	אינדיקטור המציין אם עבר זמן פעולת הבישול (למשך 4 שניות)
TS_5	Bit	5TS	אינדיקטור המציין אם עבר זמן פעולת התסיסה ללאגר (למשך 3 שניות)
TS_6	Bit	6TS	אינדיקטור המציין אם עבר זמן פעולת התסיסה לפילזנר (למשך 4 שניות)
TCoil3	Bit	TC3	טיימרים שיוצרים את פעולת ההבהוב לסירוגין של נורות Y3 ו Y4
TCoil4	Bit	TC4	
TS_3	Bit	TS3	אינדיקטור המציין אם עבר זמן ההבהוב של TC3
TS_4	Bit	TS4	אינדיקטור המציין אם עבר זמן ההבהוב של TC4

טבלת קבועים

שם	Data Type	ערך	הסבר
Min_yeast_lager	FLOAT (Single Precision)	150	ערך מינימלי של שמרים הדרוש ליצור שישית לאגר
Min_malt_lager	FLOAT (Single Precision)	12	ערך מינימלי של לתת הדרוש ליצור שישית לאגר
Min_lanugo_lager	FLOAT (Single Precision)	60	ערך מינימלי של כשות הדרוש ליצור שישית לאגר
Min_yeast_filzner	FLOAT (Single Precision)	120	ערך מינימלי של שמרים הדרוש ליצור שישית פילזנר
Min_malt_filzner	FLOAT (Single Precision)	6	ערך מינימלי של לתת הדרוש ליצור שישית פילזנר
Min_lanugo_filzner	FLOAT (Single Precision)	53	ערך מינימלי של כשות הדרוש ליצור שישית פילזנר
Constant_5	FLOAT (Single Precision)	5	אם המשתמש הזין ערך נמוך מערך זה נייצר לאגר, אחרת נייצר פילזנר
Constant_40	Word[Signed]	40	משך זמן פעולות הבישול במילישניות.
Sec3	Word[Signed]	30	משך התסיסה של בירת לאגר במילישניות.
Sec4	Word[Signed]	40	משך תסיסה של בירת פילזנר במילישניות.
Sec1	Word[Signed]	10	תדירות ההבהוב של הנורות y3 ו- y4 בתהליך התסיסה במילישניות
normalization	FLOAT (Single Precision)	390	נרמול ערך ה-analog_input
constant_1_pack	FLOAT (Single Precision)	1	הוספת שישיה אחת שנארזה לרגיסטר
constant_0	FLOAT (Single Precision)	0	הזנת ערך 0 בסוף יום לאיפוס הריגסטרים
All_Beers_Packed	Word[Signed]	6	ערך עזר לספירת שישית בירה ארוזה

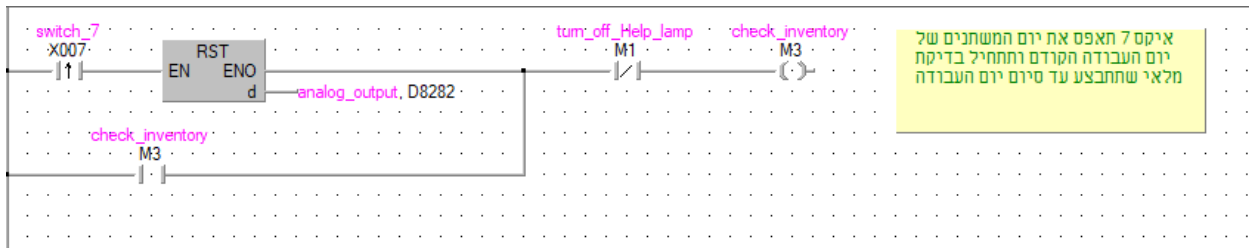
טבלת מונים:

שם	Data Type	ערך	הסבר
Done_Packing_Counter	Bit	CC1	סופר את כמות הבקבוקים שארזנו עד 6 בקבוקים

תיעוד קוד התוכנית:

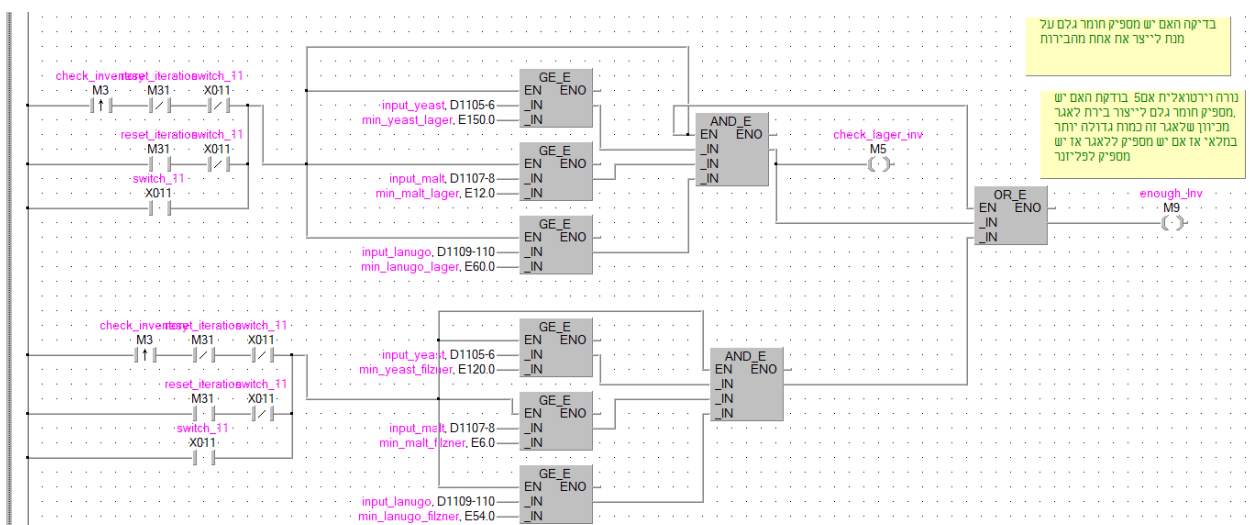
1. תחילת יום עבודה :

בתחילת יום עבודה ילחץ X7, תתבצע מחיקה של ה-analog_output בבקר, נורה M3 תוודא עבורנו שיש מספיק מלאי ברגיסטרים לייצור שיישית בירת פילזנר לפחות. נורה M1 נכבית רק בסיום יום עבודה.



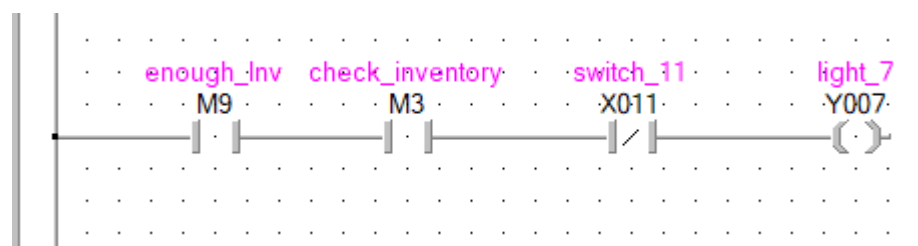
2. בדיקת מלאי בתחילת כל איטרציה:

בדיקת המלאי תתבצע לאחר הדלקת נורה M3, כל זמן שמתג החירום X11 אינו לחוץ ולא נדלק האינדיקטור M31 המציין את סיום הריצה. עבור בירת לאגר תידלק נורת עזר M5 מכיוון שדורשת יותר חומר גלם מבירת פילזנר. בסיום הבדיקה, נורה M9 המציינת האם אנחנו יכולים לייצר שיישית בירה כלשהי תדלק.



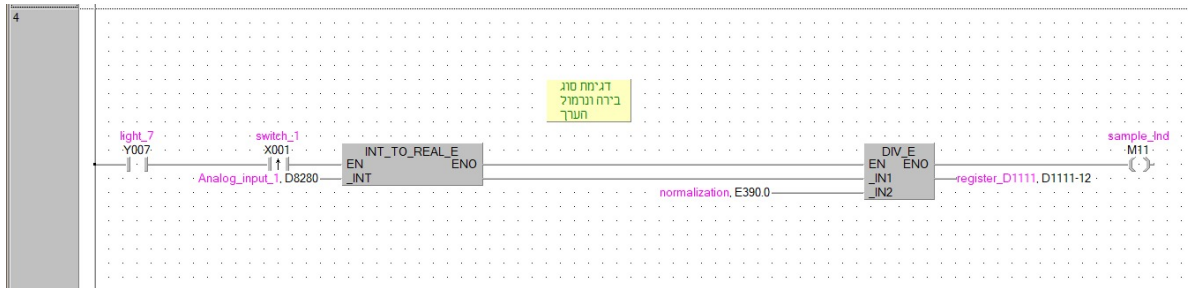
3. תנאי עבור נורה Y7 (יום עבודה)

נורה Y7 תישאר דלוקה כל זמן שנבדק המלאי (כתנאי התחלתי) ובנוסף קיים מספיק מלאי לייצור בירה כלשהי ומתג החירום אינו לחוץ.



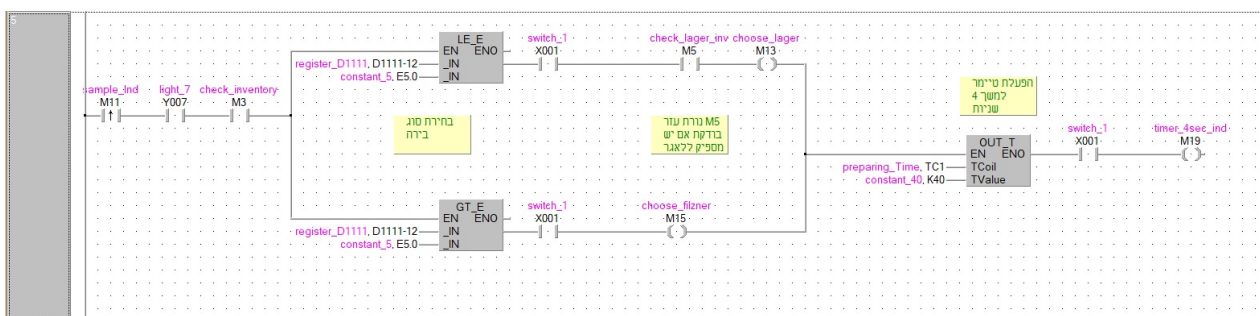
4. שמירת סוג הבירה ונרמול הערך לרגיסטר

כל זמן שנורה Y7 דולקת, ולאחר שהזון הערך את ה-analog input נדגום את הערך באמצעות X1.
לאחר מכן נבצע נרמול של הערך - נחלק אותו ב-390 ונשמור ברגיסטר D1111.
לאחר מכן נדליק את נורת העזרת M1 המציינת שנדגם סוג בירה.



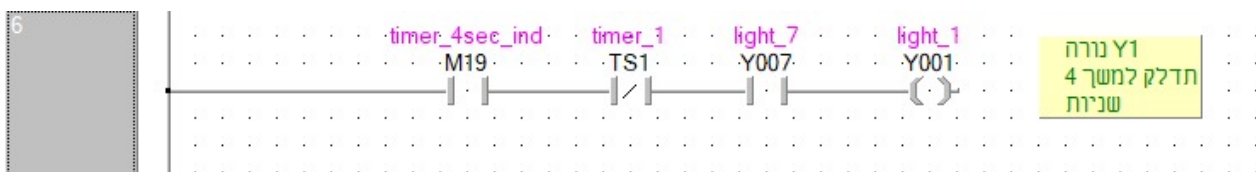
5. הפעלת טיימר ל-4 שניות ושמירת סוג הבירה שנדגם

לאחר שנורה M11 נדלקה ולאחר שווידאנו ש-Y7 ו-M3 דולקות נבדוק מה סוג הבירה שנדגם מה-analog input.
אחר כך, נוודא שמתג X1 דלוק ושיש מספיק מלאי לסוג הבירה הנבחר.
לאחר מכן נפעיל טיימר ל-4 שניות – זמן הבישול.



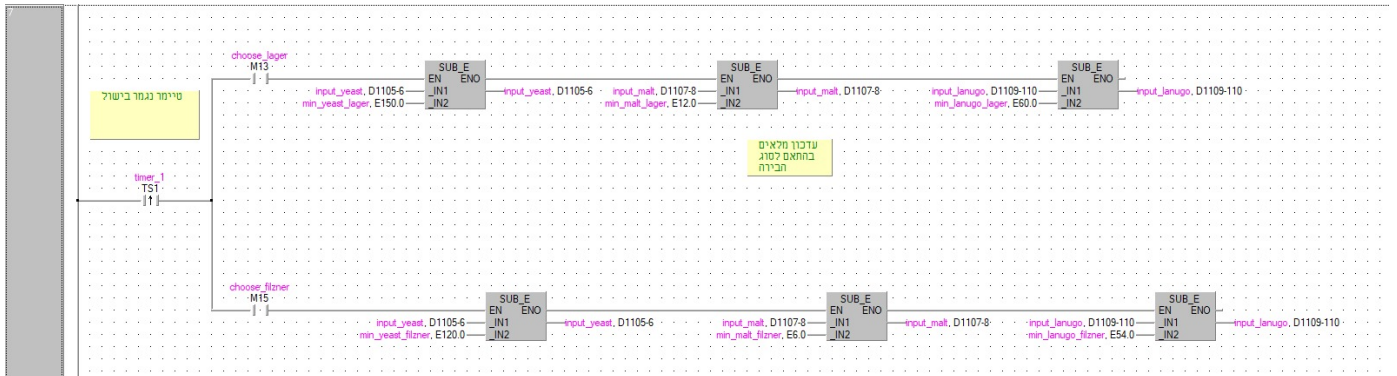
6. הדלקת נורה Y1 למשך 4 שניות

לאורך כל תהליך בישול הבירה (4 שניות) נדליק את נורה Y1 בתנאי שנורות Y7 ו-M19 דולקות.
נורה M19 מציינת שהתהליך בחירת סוג הבירה הסתיים.



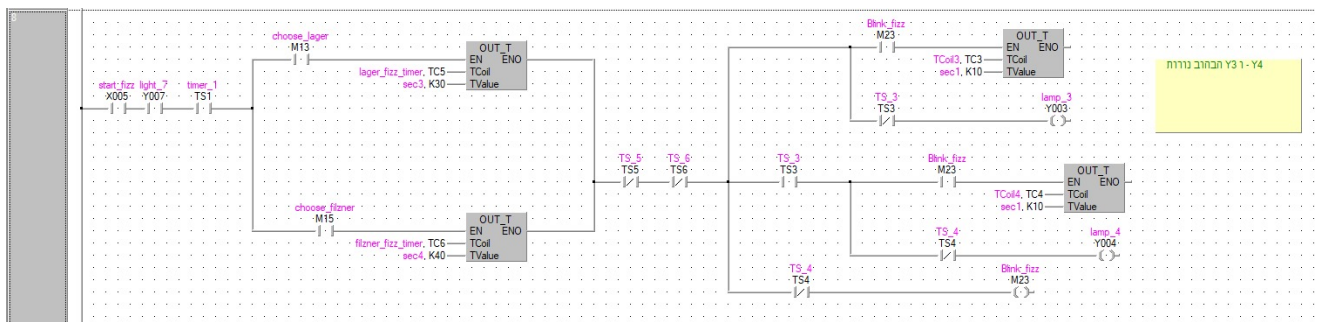
7. עדכון מלאי ברגיסטרים

לאחר סיום בישול הבירה, נעדכן את המלאי ברגיסטרים. נבצע זאת בעזרת זרם המועבר רק דרך נורת העזר בהתאם לסוג הבירה שנבחר (M13 – לאגר M15 - פילזר).



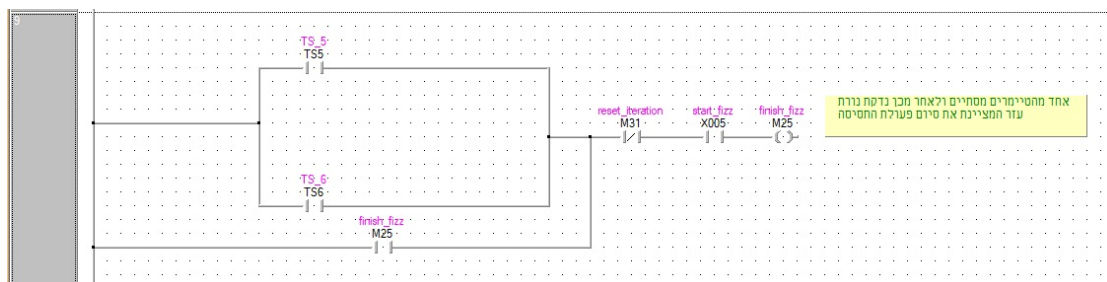
8. התחלת תהליך תסיסה

לאחר הדלקת מתג X5 נפעיל טיימר בהתאם לסוג הבירה (3 או 4 שניות). כל זמן שהטיימר עובד TS5 ו-TS6 יישארו סגורים ולכן יעבור זרם שיאפשר את תהליך ההבהוב (ביצענו זאת על ידי שימוש ב-Normally close). נורות Y3 ו-Y4 יבהבו לסירוגים שניה כל אחת בהתאם לזמן.



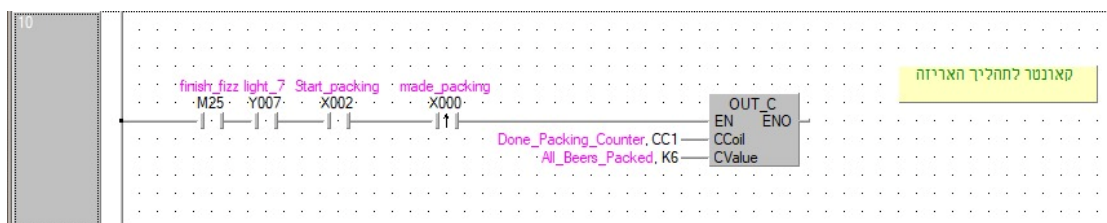
9. סיום פעולה התסיסה

לאחר שתהליך התסיסה הסתיים, TS5 או TS6 ידלקו בהתאם לסוג הבירה ויעבור זרם אשר ידליק את M25. נורת עזר זו מציינת עבורנו את סיום תהליך התסיסה ומאפשרת את המעבר לשלב הבא - אריזה. נשים לב כי נורה M25 תתאפס לפני האיטרציה הבאה (ייצור שישיית הבקבוקים הבאה) כאשר נוריד את מתג X5, הנורה M31 (NC) מציינת סיום איטרציה.



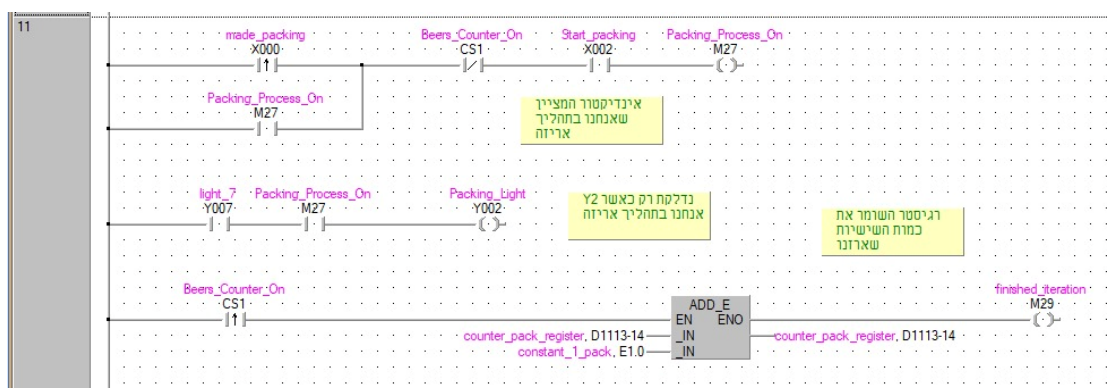
10. אריזת בקבוקי הבירה

לאחר סיום שלב התסיסה (M25 דולקת) והרמת מתג X2 ובתנאי שנורה Y7 דולקת, נתחיל את שלב האריזה על ידי הרמת מתג X0. מימשנו את ספירת בקבוקי הבירה בעזרת פולס בעליה כאשר יעד הקאונטר הינו 6.



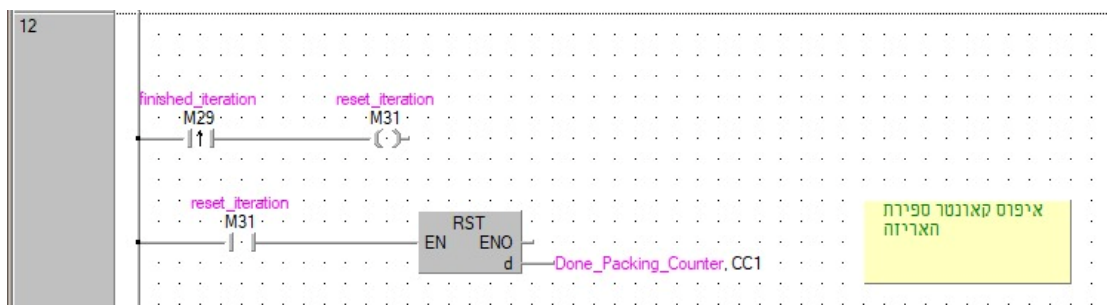
11. הוספת שישיית בירה לאחסון

נעזרנו בנורת עזר M27 אשר מציינת האם אנחנו בתהליך האריזה. הנורה תדלק כל עוד לא הגענו ליעד הקאונטר (6), מתג X2 מורם ושבוצעה אריזת הבקבוק הראשון (על ידי הרמת X0). נורה זו אחראית על כיבוי והדלקה של נורה Y2 המציינת שאנחנו בתהליך אריזה. בשלב האחרון, לאחר שהגענו ליעד הקאונטר, CS1 יעביר זרם אשר באמצעותו נוסף שישיית בירה לרגיסטר השומר את מלאי השישיות המוכנות (D1113) ונדליק את נורת העזר M29 אשר מציינת שסיימנו לארוז שישיית בירה.



12. איפוס קאונטר הספירה

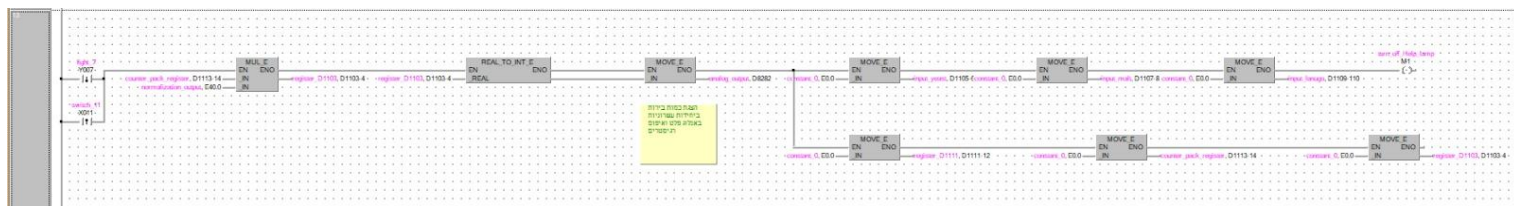
לאחר שנורת העזר M29 נדלקה, נדליק נורת עזר נוספת M31 שאחראית על איפוס קאונטר האריזה (6 בקבוקי בירה). נאפס באמצעותה את המשתנה CC1 המציין את ספירת הקאונטר.



13. סיום יום העבודה

כאשר יום העבודה מסתיים – על ידי גמר המלאי (מצוין על ידי פולס בירידה של נורה Y7) או על ידי לחיצה על לחצן X11 (פולס בעליה של לחצן X11) יתחיל תהליך סיום יום העבודה.

נכפיל את ערך הרגיסטר D1113 ב-40 לטובת נרמול ונבצע המרה חזרה ל-INT כדי להציג ב-analog output. לאחר מכן, נעביר לכלל הרגיסטרים את הערך 0 (כלומר נאפס אותם) כדי להכניס ליום העבודה הבא ונדליק את נורת העזר M1 אשר תשבור את מעגל האחזקה של יום העבודה.



סיכום ומסקנות:

בפרויקט זה, עבדנו עם תוכנת "Works GX2", התנסינו בתכנות דיאגרמת סולם, שימוש בבקר PLC והתנסות בלוגיקה.

בנינו מערכת בקרה אוטומטית להכנת שישית בירות עבור מפעל "Beer Planet".

במהלך הפרויקט, תרגלנו את החומר אשר למדנו בהרצאות ובמעבדות ורכשנו כלים לתכנות באמצעות דיאגרמת סולם, תוך שימוש בפונקציות לוגיות ואריתמטיות.

במהלך הפרויקט צברנו ניסיון במימוש לוגיקה מורכבת, הבנו לעומק את משמעויות הגדרת שערים לוגיים, תרגלנו את השימוש בבקר ה-PLC ולמדנו על המאפיינים של הלחצנים השונים הקיימים בבקר.

הפרויקט הינו ההתנסות הראשונית שלנו ביישום החומר התיאורטי שלמדנו בהקשר לבקרים מתוכנתים ולמדנו ממנו רבות.

לסיכום, אנו חושבים שהפרויקט הינו חשוב מאוד והכרחי, זאת על מנת ליישם את החומר הנלמד.