

מטלה 2-PLC קבוצה 3

מאי מלול, ליטל סרוסי, ליטל שייניס ואגדה אולשטיין

הקדמה ומטרות הפרויקט

מטרת הפרויקט הינה תרגול של תכנות בקרים. נדרשנו לממש מערכת ייצור של בקר דיאגרמת סולם. כתבנו קוד בתוכנת GX Works2 שמדמה תהליך של ייצור שוקולד מסוגים שונים, קיבלנו הנחיות של תהליך ייצור השוקולד, אשר מתאר את רצף השלבים בתהליך, כאשר בכל שלב ישנן פעולות שונות וביניהן המסה, יציקה, מילוי קרם השוקולד, קירור ואריזה. נדרשנו לספור את מלאי המארזים ולהתייחס למקרי קיצון של המערכת.

הנחות יסוד

- ביצוע הפעולות נעשה לפי הסדר המתואר בקובץ ההוראות למפעיל.
- מתגים שהורמו במהלך האיטרציה נשארים מורמים עד לסופה.
- בזמן תהליך היציקה, מילוי הקרם והקירור, בהם צריך להמתין זמן מה לביצוע התהליך, נמתין עד לכיבוי הנורה או לסיום ההבהוב על מנת להתקדם בייצור השוקולד.
- נזין למערכת אך ורק מלאי חיובי
- בסיום כל איטרציה, לאחר סיום אריזת מארזי השוקולד נוריד את כל המתגים על מנת לבצע איטרציה חדשה.
- לא נבצע לחיצה על כפתורים שלא מצוינות בהוראות.
- כל עוד קיים מלאי והמשתמש אינו סיים את התהליך ביוזמתו – יום העבודה ימשיך ותתחיל איטרציה חדשה.
- בבדיקת המלאי לפני תחילת תהליך הייצור נדרשת כמות חומרי גלם המספיקה לכמות הגבוה מבין השני סוגי השוקולדים.

תיאור מצבי הקיצון ושיטת הפתרון

- הזנת כמות חומר גלם נמוכה מהנדרש- במידה והמשתמש הזין בתחילת היום כמות חומר גלם קטנה מדי מהכמות הנדרשת לייצור של שני סוגי השוקולד (אגוזים ודובאי), המערכת תתאפס ולא יתחיל תהליך הייצור.
- במידה והמשתמש ירצה להתחיל לבצע פעולות בסדר שונה הוא לא יוכל לעשות זאת. כיוון שכל פעולה נאכפת על ידי נורות עזר שבדקות שהתהליך הקודם הסתיים לפני תחילתו של התהליך הבא.
- במידה והמשתמש ילחץ על מתגים או כפתורים שאינם חלק מהוראות המפעיל - לא יקרה שום דבר בתוכנית כיוון שהקוד מכיל אך ורק את המתגים הרלוונטיים לביצוע התהליך בשלבים מוגדרים היטב אחד אחרי השני.

טבלת תיאור המשתנים

מתגים/לחצנים

Data Type	Description	Label Name	Device
Bit	בהפעלת המתג מתחיל יום עבודה	StartDay	X007
Bit	בהפעלת המתג יום העבודה מסתיים	EndDay	X005
Bit	בהפעלת המתג מועבר שוקולד ממכל המלאי	MeltingStart	X001

	למיכל ההמסה והמערכת תתחיל בהמסה		
Bit	חיישן שמזהה שטמפרטורת מיכל ההמסה מגיעה ל45 מעלות ומורה על סיום תהליך ההמסה	Sens45	X002
Bit	בתהליך היציקה, חיישן המזהה שסט 4 התבניות הריקות נמצאות במיקום המיועד	MoldingSense	X003
Bit	בתהליך המילוי בלחיצה על הכפתור תתבצע דגימה של Analog Input1 לבחירת סוג השוקולד	Sample	X004
Bit	בתהליך הקירור טבלאות השוקולד הממולא יועברו למערכת הקירור	Cooling	X006
Bit	אריזת טבלת שוקולד בודדת	OnePack	X000

נורות

Data Type	Description	Label Name	Device
Bit	דולקת לאורך כל יום העבודה	WorkingLight	Y007
Bit	דולקת לאורך תהליך ההמסה	MeltingLight	Y001
Bit	דולקת לאורך תהליך היציקה	MoldingLight	Y002
Bit	מהבהבות בזמן תהליך המילוי	FillingLight1	Y003
Bit	מהבהבות בזמן תהליך המילוי	FillingLight2	Y004
Bit	דולקת לאורך תהליך הקירור	CoolingLight	Y006
Bit	בסיום אריזת טבלת השוקולד הראשונה במארז, יש להדליק את הנורה ובסיום אריזת כל המארז (4 שוקולדים) הנורה תיכבה	PackingLight	Y005

נורות עזר

Data Type	Description	Label Name	Device
Bit	מונע מהמשתמש להזין קלטי מלאי אחרי שהתחיל יום העבודה	InsertedValue	M001
Bit	מסמן שהתחיל יום העבודה	DayStarted	M002
Bit	מסמן שחסר כמות במלאי	OutOfStock	M003
Bit	מסמן שיום העבודה הסתיים	DayEnded	M004
Bit	מסמן שתהליך העברת השוקולד הסתיים	TransferDone	M007
Bit	מסמן שתהליך ההמסה הסתיים	MeltingDone	M008
Bit	מסמן שהעברת השוקולד לתבניות התבצעה	MoldsTransfer	M009
Bit	מסמן הכנת שוקולד קרם אגוזים	MakeMixNuts	M010
Bit	מסמן הכנת שוקולד דובאי	MakeDubai	M011
Bit	מסמן שתהליך המילוי הסתיים ומסיים את ההבהוב של נורות Y3 ו Y4	FillingDone	M016
Bit	מדליקה את מעגל ההבהוב מחדש בין נורות Y3 ו Y4	Blink	M000
Bit	מסמן את סיום העברת השוקולד ממיכל המילוי למיכל הקירור	CoolingTransfer	M017

רגיסטרים

Data Type	Description	Label Name	Device
FLOAT	כמות מלאי מארזים	PacketReg	D1100
FLOAT	כמות שוקולד במלאי בתחילת היום	ChocolateToday	D1102
FLOAT	כמות אגוזים במלאי בתחילת היום	NutsToday	D1104
FLOAT	כמות פיסטוק במלאי בתחילת היום	FistokToday	D1106

FLOAT	כמות שערות קדאיף במלאי בתחילת היום	KadaifToday	D1108
FLOAT	כמות השוקולד במלאי	TotalChocolate	D1110
FLOAT	כמות האגוזים במלאי	TotalNuts	D1112
FLOAT	כמות הפיסטוק במלאי	TotalFistok	D1114
FLOAT	כמות שערות הקדאיף במלאי	TotalKadaif	D1116
FLOAT	מיכל ההמסה	MeltingTank	D1118
FLOAT	העברת השוקולד ממיכל ההמסה לארבע תבניות	FourMolds	D1120
FLOAT	שומר את הערך של השעון האנלוגי לבחירת סוג השוקולד	ConvertAnalog	D1200
FLOAT	שומר את בחירת סוג השוקולד של המשתמש לאחר המרה	UserChoice	D1122
FLOAT	מיכל אילו מועברים רכיבי השוקולד	FillingTank	D1124
FLOAT	מיכל הקירור	CoolingTank	D1126
FLOAT	מיכל מארזים יומי	DailyPackets	D1130

טיימרים

Data Type	Description	Label Name	Device
Bit	סופר זמן של 4 שניות, אורך תהליך היציקה	InMolding	TC1
Bit		MoldingFinished	TS1
Bit	סופר זמן של 5 מילישניות של הבהוב נורה Y3	Blink3	TC2
Bit		StopLight3	TS2
Bit	סופר זמן של 5 מילישניות של הבהוב נורה Y4	Blink4	TC3
Bit		StopLight4	TS3
Bit	ספירת 5 שניות של תהליך המילוי. בזמן המילוי נורות Y3 וY4 מהבהבות.	BlinkingTimer	TC4
Bit		StopBlinkingTimer	TS4

מונים

Data Type	Description	Label Name	Device
Bit	מונה את חבילות השוקולד בשלב האריזה.	PacketsCounter	CC1
Bit		StopPacketsCounter	CS1

קבועים

Data Type	Description	Label Name	ערך
FLOAT	כמות מינימלית של שוקולד למארז	MinChocolate	400
FLOAT	כמות מינימלית של אגוזים למארז	MinNuts	100
FLOAT	כמות מינימלית של פיסטוק למארז	MinFistuk	120
FLOAT	כמות מינימלית של שערות קדאיף למארז	MinCadaif	60
FLOAT	זמן היציקה	MeltingTime	4
FLOAT	בדיקת ערך אנלוגי קטן או שווה לחמש לייצור מיקס אגוזים ואחרת לייצור שוקולד דובאי	Min5	5
FLOAT	כמות האגוזים והפיסטוק במארז שוקולד אגוזים	Count100	100
FLOAT	כמות האגוזים במארז שוקולד דובאי	Constant20	20
FLOAT	כמות הפיסטוק במארז שוקולד דובאי	Constant120	120
FLOAT	כמות השערות קדאיף במארז שוקולד דובאי	Constant60	60
Word	זמן ההבהוב של נורה Y3 ו Y4	Constant5	5
Word	זמן תהליך המילוי	BlinkingTime	50
Word	זמן הקירור	CoolingTime	30
Word	מספר המארזים במיכל האריזה	Packing	4
FLOAT	הוספת מארז נוסף בסיום תהליך ייצור מארז לסטוק המארזים היומי	Constant1	1

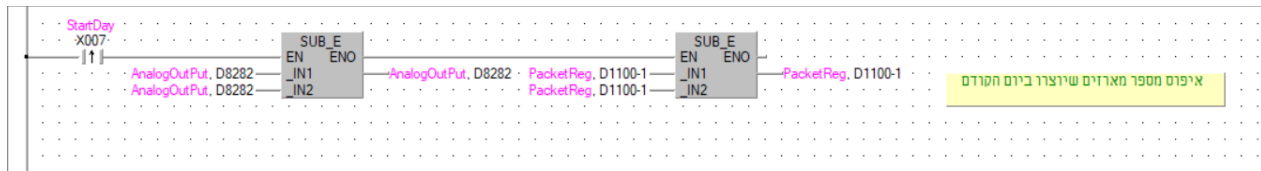
ערכים אנלוגים

Data Type	Description	Label Name	Device
Word	מסמן את הערך המוחזר עבור כמות המארזים בסוף יום עבודה	AnalogOutPut	D8282

Word	מסמן את בחירת סוג השוקולד על ידי המשתמש	AnalogInPut1	D8280
------	---	--------------	-------

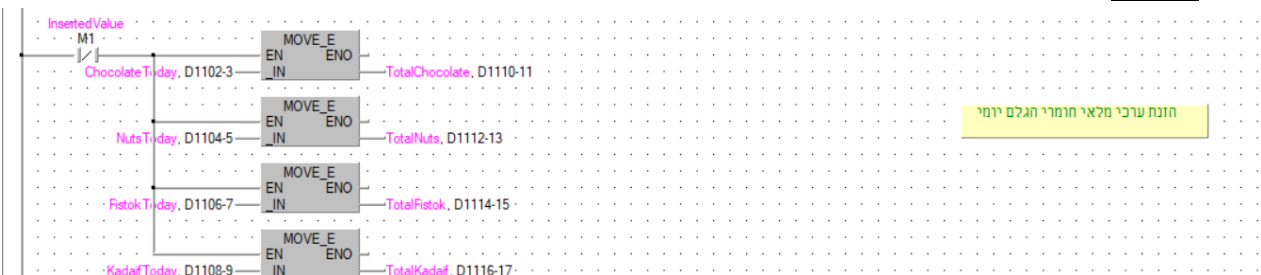
תיעוד קוד התוכנית

סולם 1



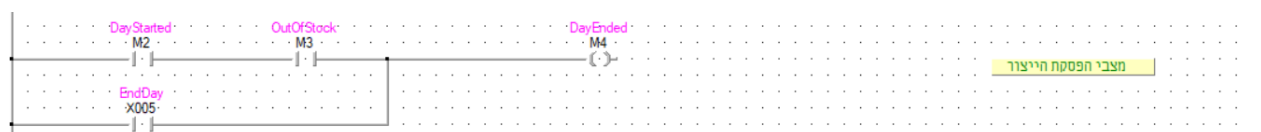
בתחילת יום עבודה נאפס את כמות המארזים מהיום הקודם ביציאה האנלוגית, נאפס את רג'יסטר של כמות המארזים בלחיצה על X7.

סולם 2



לפני תחילת הייצור נעדכן את מלאי השוקולד, אגוזים, פיסטוק ושערוות הקדאפי. נעביר את המידע מרג'יסטר של מלאי תחילת היום לרג'יסטר של המלאי שמתעדכן לאורך היום. לאחר תחילת הייצור לא תהיה אפשרות לעדכן מלאי בתחילת היום.

סולם 3



הפסקת הייצור תתבצע כאשר חסר מלאי על מנת לייצר מארז או בלחיצה על לחצן חירום X5.

סולם 4



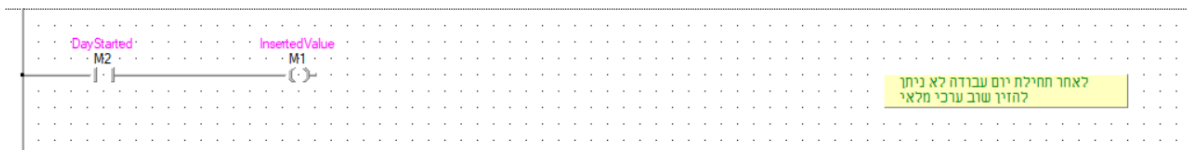
תחילת היום תתבצע על ידי לחיצה על כפתור X7 נורת העזר M2 תדלק לאורך היום.

סולם 5



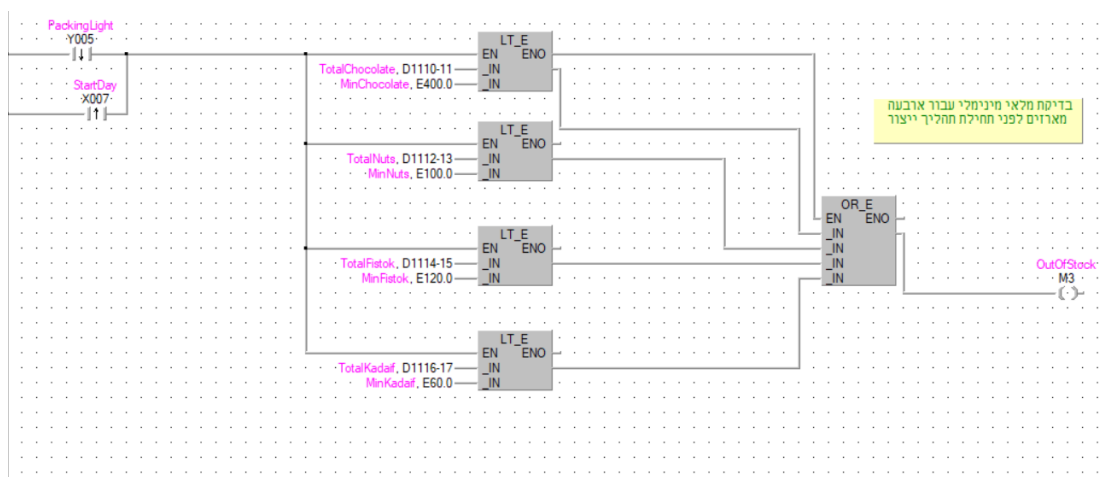
בלחיצה על X7 יתחיל תהליך הייצור, נורה Y7 תישאר דולקת לאורך כל היום. שימוש על ידי מעגל החזקה עבור הנורה על מנת לשמור עליה דולקת לאורך כל היום כל עוד לא סיימנו את היום.

סולם 6



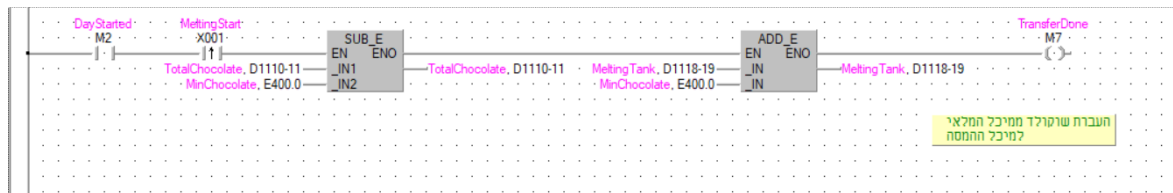
לאחר תחילת היום נורה M1 נדלקת ולא ניתן יהיה לעדכן מלאי של תחילת היום.

סולם 7



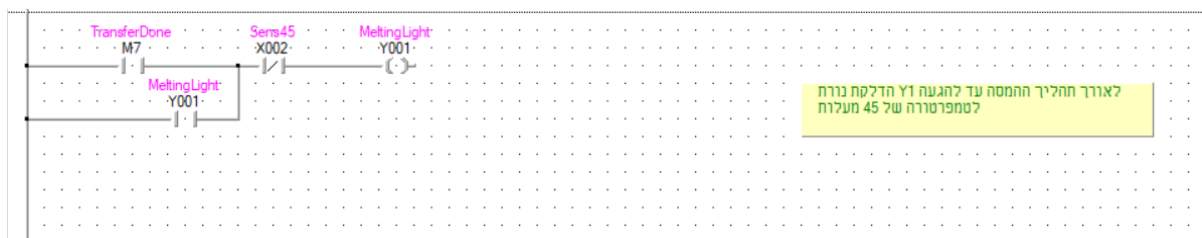
לא נתחיל את תהליך הייצור לפני בדיקה האם יש מספיק מלאי עבור ייצור של ארבעה מארזים. נפסיק את הייצור על ידי הדלקת נורה M3 במידה וחסר מלאי. בדיקת מלאי נוספת מתבצעת בסיום איטרציה כאשר Y5 נכבית, לכן מופיעה בפולס בירידה.

סולם 8



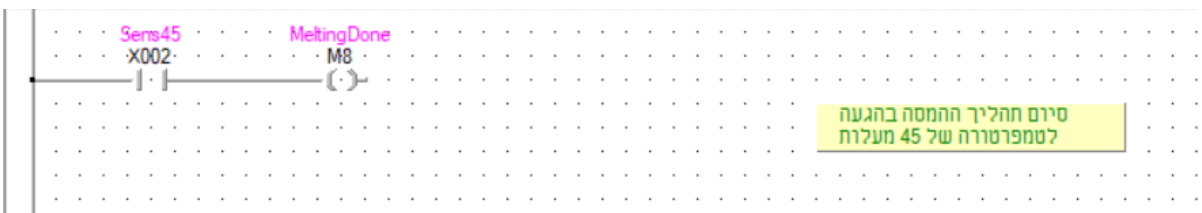
נתחיל את תהליך ההמסה, נעביר ממכל מלאי השוקולד 400 גרם למיכל ההמסה נורה M7 בסיום ההעברה.

סולם 9



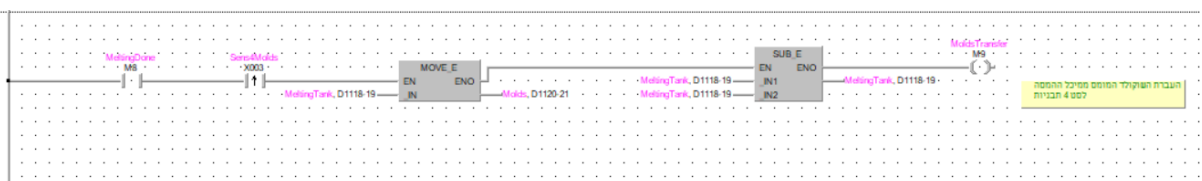
לאורך תהליך ההמסה עד הגעה לטמפרטורה של 45 מעלות נורה Y1 תדלק.

סולם 10



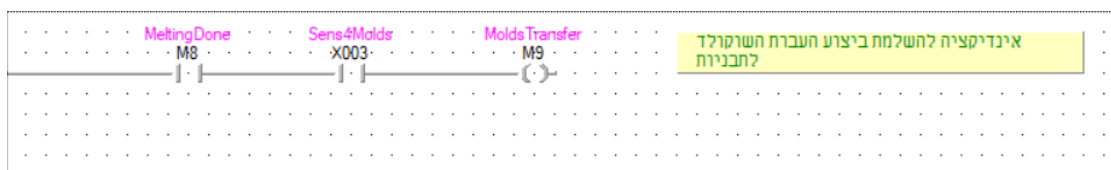
הדלקת נורה M8 מורה על סיום תהליך ההמסה לאחר הגעה ל-45 מעלות.

סולם 11



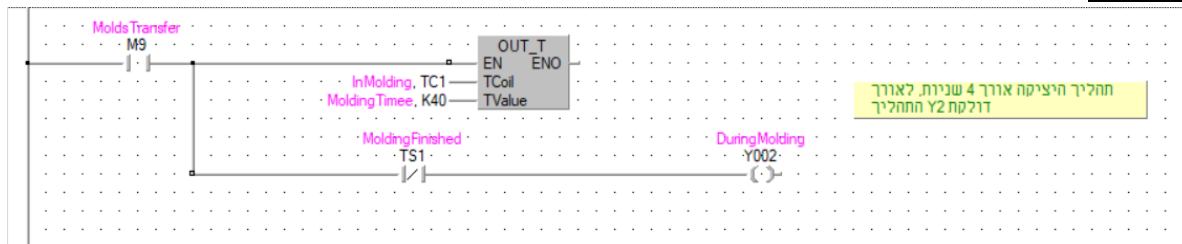
בסיום תהליך ההמסה, בעת זיהוי שסט ארבע התבניות מונחות במקום, העברת השוקולד המומס ממכל ההמסה לתבניות. נשתמש בפונקציית חיסור על מנת לרוקן את מיכל המסה. נדליק בסיום ההעברה את נורה M9.

סולם 12



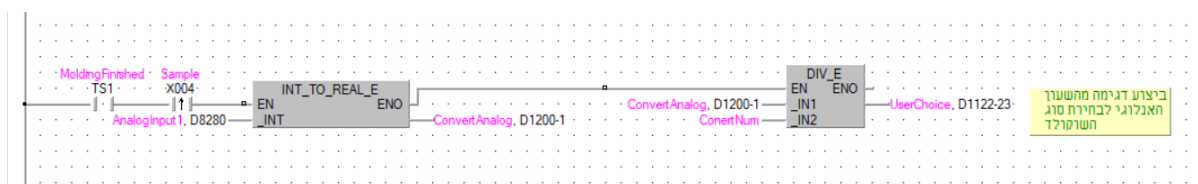
M9 משמש כאינדיקציה שהשלמת העברת השוקולד לתבניות בוצעה בהצלחה

סולם 13



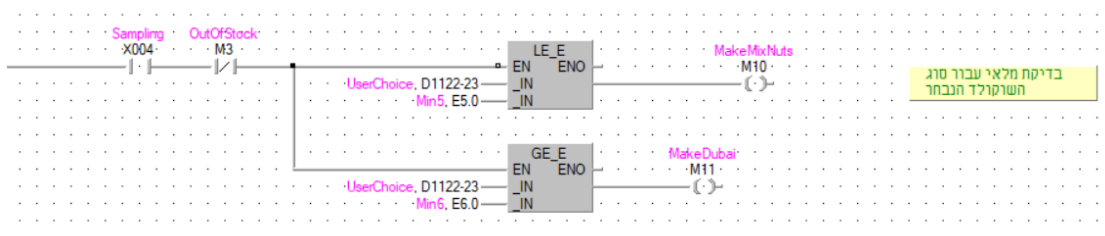
לאחר העברת השוקולד לתבניות יתחיל תהליך היציקה למשך 4 שניות. נורה Y2 תדלק תוך כד'.

סולם 14



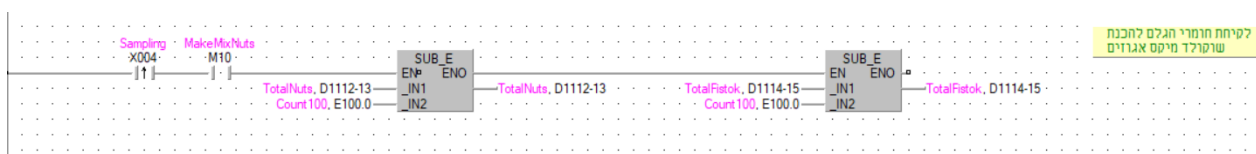
ביצוע דגימה מהשעון האנלוגי, לזיהוי סוג השוקולד לייצור על ידי לחיצה על כפתור X4 בסיום העברת השוקולד לתבניות. נבצע פעולת חילוק על מנת לבצע המרה תקינה של הערך מהשעון לרג'יסטר של הבחירה.

סולם 15



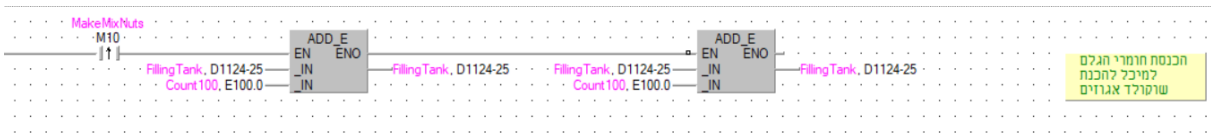
לאחר ביצוע דגימה נבצע בדיקת מלאי עבור סוג השוקולד הנבחר, אם הערך גדול או שווה לחמש נייצר שוקולד מיקס אגוזים, אחרת נייצר שוקולד דובאי.

סולם 16



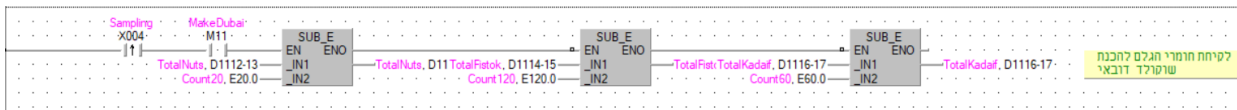
כאשר בתוצאות הדגימה נמצא שוקולד אגוזים, נדלקה נורה M10 שתגרום להורדת רכיבי שוקולד אגוזים מהסטוק היומי. בסוף התהליך תדלק נורת הרכיבים M12.

סולם 17



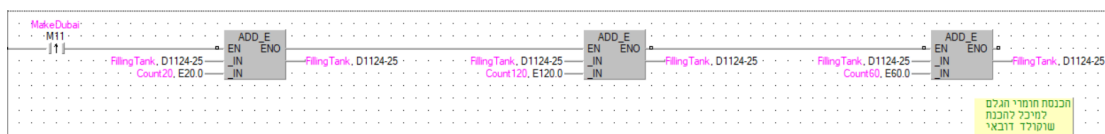
הכנסת חומרי הגלם של שוקולד האגוזים למיכל.

סולם 18



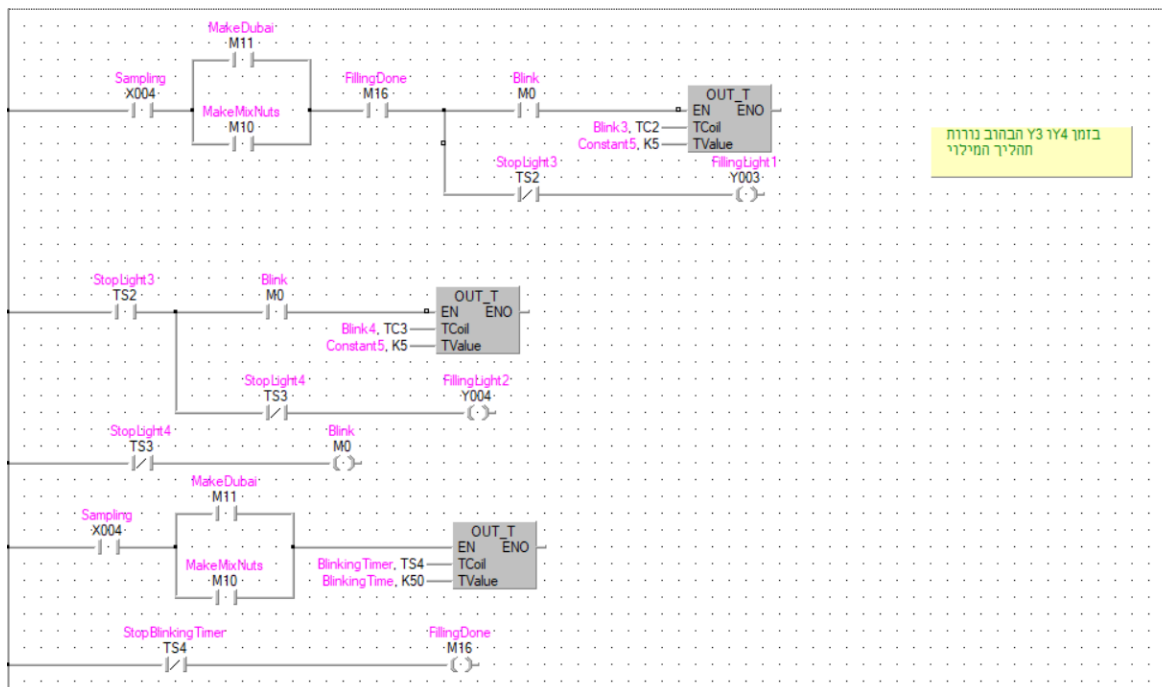
כאשר בתוצאות הדגימה נמצא שוקולד דובאי, נדלקה נורה M11 שתגרום להורדת רכיבי שוקולד דובאי מהסטוק היומי. בסוף התהליך תדלק נורת הרכיבים M13.

סולם 19



הכנסת חומרי הגלם של שוקולד דובאי למיכל.

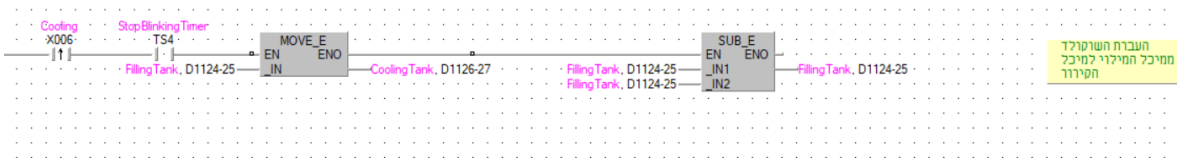
סולם 20



זמן מילוי הקרם 5 שניות ובו בזמן נורות Y3 וY4 מהבהבות לסירוגין, לאחר סיום השלב

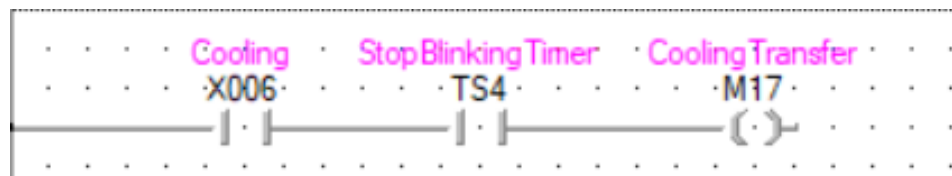
הכנסת חו"ג של שוקולד אגוזים או דובאי) נורה Y3 תדלק למשך 5 מילישניות ולאחר מכן תכבה ותדלק Y4 לסירוגין עד לסיום זמן המילוי הכולל.

סולם 21



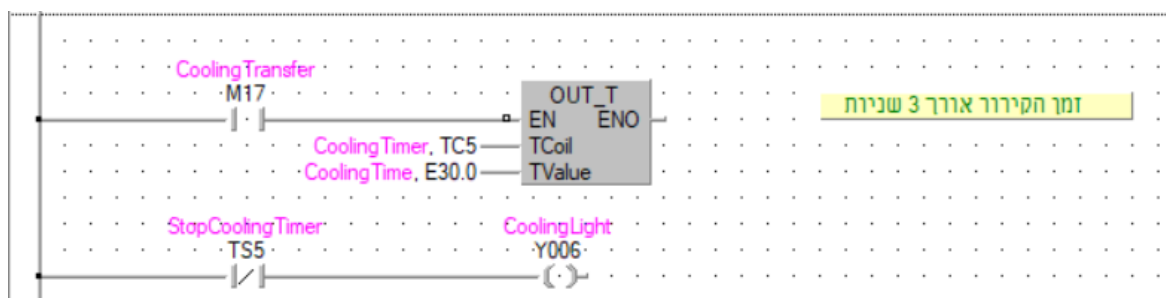
בלחיצה על כפתור X6 יועבר השוקולד ממכל המילוי למיכל הקירור.

סולם 22



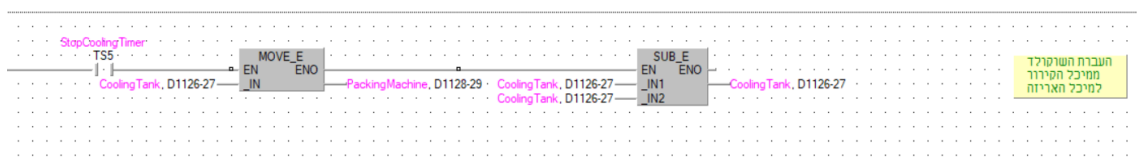
M17 אינדיקציה להעברת התבניות למיכל הקירור

סולם 23



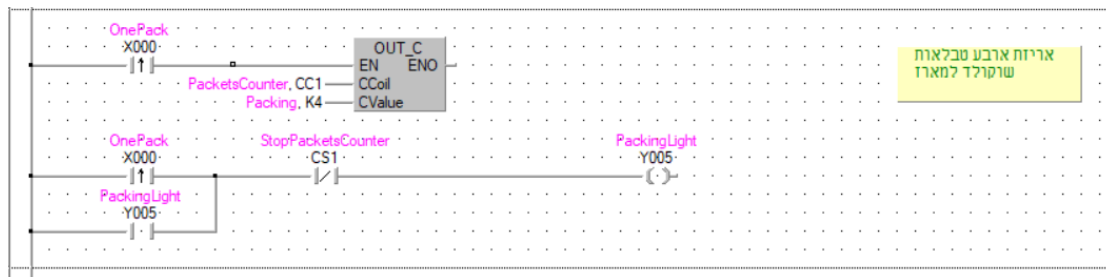
נורה Y6 תדלק 3 שניות לאורך תהליך הקירור.

סולם 24



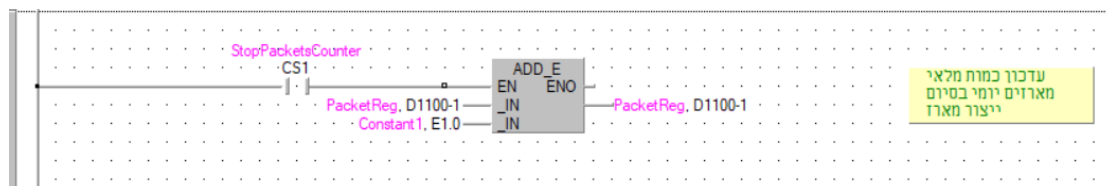
לאחר קירור של 3 שניות יועבר השוקולד ממכל הקירור למיכל האריזה.

סולם 25



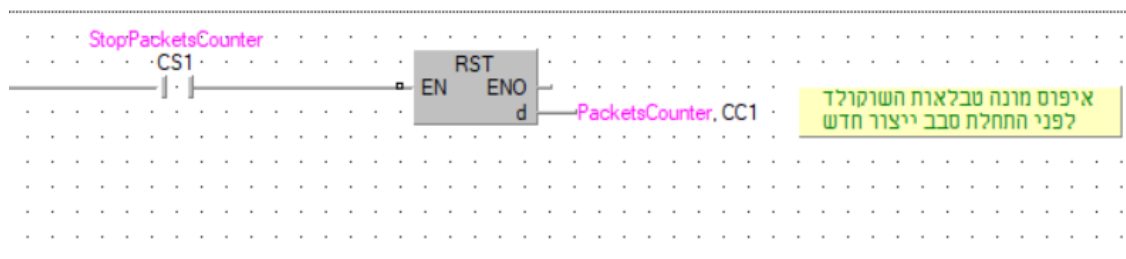
לאחר העברת השוקולד למיכל האריזה, כל טבלת שוקולד נארזת בנפרד. לחיצה על X1 תארזו כל טבלת שוקולד בנפרד. במהלך תהליך האריזה תדלק נורה Y5.

סולם 26

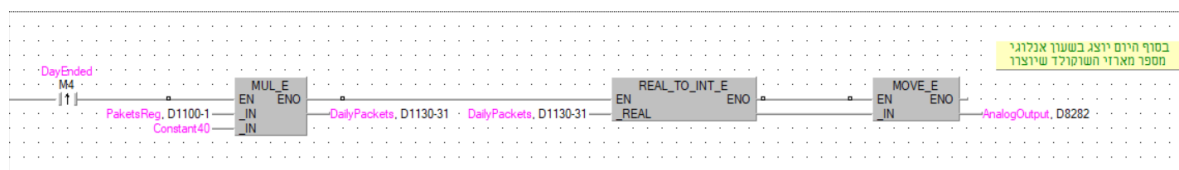


בסיום האריזה, הוספת מארז נוסף לכמות המארזים היומית.

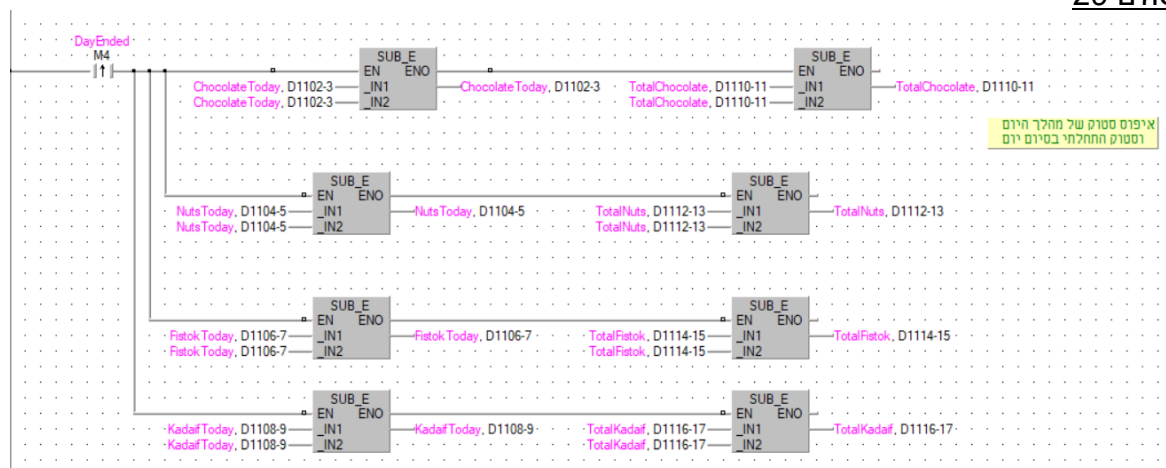
סולם 27



סולם 28



בסוף היום יוצג שעון אנלוגי מספר מארזי השוקולד שיוצרו באותו יום.



איפוס מלאי יומי ומלאי של מהלך היום לפני התחלת יום ייצור חדש.

סיכום ומסקנות

במהלך הפרויקט למדנו לעבוד עם בקר PLC ועם תוכנת GX Works בפעם הראשונה. הכרנו שיטות תכנות חדשה ולמדנו איך לתרגם בעיה או משימה לאלגוריתם לוגי שאפשר לממש דרך בקר.

בנינו דיאגרמות סולם תוך שימוש בשערים לוגיים, קבועים, ופונקציות מוכנות מראש. תוך כדי, למדנו להבין איך החלקים השונים עובדים יחד, מתי ואיך עובר זרם במערכת, ואיך להחליט אם להשתמש במגעים NO או NC לפי הצורך.

השתמשנו בכלים שבתוכנה כמו Watch כדי לעקוב אחרי מה שקורה בזמן אמת – לראות רגיסטרים ולגלות איפה יש בעיות או פערים בקוד. הקדשנו גם מחשבה למצבים חריגים שעלולים לקרות במערכת, וניסינו למצוא דרכים להתמודד איתם מראש דרך הקוד.

העבודה הזאת נתנה לנו הזדמנות ללמוד גם את התיאוריה וגם את הצד המעשי. הבנו טוב יותר איך לתכנת בקר, איך לחשוב בצורה לוגית, ואיך לבנות מערכת שעובדת בצורה אמינה ובטוחה.

נספח 1

הוראות למפעיל

1. פתח קובץ PLC_Group3
2. נקה את הבקר ותצורב עליו את קוד התוכנית
3. התחלת הרצת התוכנית על פי ההנחיות שנלמדו
 - 3.1 הכנס את כמות חומרי הגלם ההתחלתית של יום העבודה
 - 3.2 לחץ על X7 על מנת להתחיל את יום העבודה, , נורה Y7 תדלק ותישאר דלוקה לאורך כל יום העבודה
 - 3.3 בחר את סוג השוקולד אותו תרצה להכין על ידי כיוון השעון האנלוגי Analog Input1
 - 3.4 לחץ על מתג X1 להעברת השוקולד ממיכל המלאי למיכל ההמסה, בזמן תהליך ההמסה Y1 תדלק.
 - 3.5 לחץ על X2 חיישן הטמפרטורה שמראה כי מיכל ההמסה הגיע לטמפרטורה של 45 מעלות, Y1 תכבה.
 - 3.6 לחץ על X3, חיישן זיהוי מיקום התבניות, תהליך היציקה יתחיל ויקח 4 שניות, בזמן הזה Y2 דולקת.
 - 3.7 לחץ על X4 על מנת לדגום את סוג השוקולד הנבחר בתחילת האיטרציה. לחיצה זו תעביר את חומרי הגלם ממיכל המלאי ומילוי הקרם יחל למשך 5 שניות, בזמן הזה נורות Y3 וY4 מהבהבות לסירוגין.
 - 3.8 לחץ על מתג X6 על מנת להעביר את השוקולד והקרם למיכל הקירור, זמן הקירור 3 שניות ובמשך הקירור נורה Y6 דולקת.
 - 3.9 בסיום הקירור טבלאות השוקולד מועברות למיכל האריזה, לחץ על X1 ארבע פעמים על מנת לארוז מארז, כל לחיצה אורזת טבלת שוקולד בודדת. בזמן האריזה נורה Y5 דולקת ותכבה בסיום.
 - 3.10 סיום איטרציה ראשונה, יתעדכן מארז נוסף בשעון האנלוגי .
 - ANALOG OUTPUT במידה ונשארו מספיק חומרי גלם נחזור לשלב 3.3
 - 3.11 במידה והינך רוצה לעצור את הייצור לחץ על כפתור החירות X5.