



קבוצה 6 - מעבדה 11			
206769754	208687996	206314874	319024105

### הקדמה ומטרת הפרויקט

במטלה זו עזרנו לבעל מפעל ייצור גלידות "Best Gelato" להוזיל עלויות ייצור ע"י הפיכת התהליך לאוטומטי. כחלק מהתהליך מימשנו מערכת בקרה אוטומטית להכנת גלידות גומיגם תוך תכנות בקר PLC בתוכנת GX WORKS2 ומימוש דיאגרמת סולם.

### הנחות יסוד

- יש להזין ערכים עשרוניים/שלמים וחיוביים עבור מכלי חומר גלם באופן ידני בתחילת התוכנית. הזנה זו מתבצעת פעם אחת בלבד בתחילת יום עבודה וללא שינוי.
- יש להזין כמויות חומרי גלם לפני הלחיצה על מתג תחילת יום X7, כל עוד לא מוזנות כמויות היום לא יתחיל.
- בסיום כל איטרציה, כל המשתנים למעט רגיסטרי המלאי והאחסון מתאפסים.
- בסיום יום העבודה (חוסר בחו"ג או לחיצה על X5), כל המשתנים כולל רגיסטרי המלאי והאחסון מתאפסים.
- לאחר סיום איטרציה, יש לאפס את כל המתגים (להורידם למטה או לשחרר כפתור קפיצי לחוץ).
- טווחי הכניסות האנלוגיות המופיעות בקוד נורמלו לטווח 2027.5-405.5.
- בשלב דגימת המשתמש, גורם הנרמול אשר מחלקים בו הוא 400.
- הקלט בשעון האנאלוגי יהיה מספר בין 0-5 או בין 6-10 (לא ניתן להזין ערך בין 5-6).
- למיכל האחסון אין מגבלת מקום.
- יש להמתין לכיבוי נורה Y7 בסיום יום עבודה, בטרם הפעלת תוכנית חדשה באמצעות מתג X7 מכיוון שלא ייתכן שיום עבודה חדש יתחיל לפני שהקודם הסתיים.
- עבור כל שלב לא נמשיך לשלב הבא לפני שסיימנו באופן מוחלט את השלב שלפניו (כולל כיבוי נורות).
- לא ניתן לבצע את אותו שלב פעמיים ברצף.
- לא נלחץ על כפתור של שלב מאוחר לפני שסיימנו את השלב המקדים על פי הוראות המפעיל בנספחים.
- בסוף שלב האריזה, לאחר שהמפעיל יעלה את X0 בפעם השביעית, הוא יוריד את המתג למטה.



## **תיאור מצבי הקיצון ושיטת הפתרון**

- בכל שלב בעת לחיצה על מתג החירום X5 – היום יסתיים וכל הנורות בכל שלב יכבו.
- בכל שלב באיטרציה, אם אנחנו לא ביום עבודה (Y7 כבויה) לא ניתן לבצע אותו.
- הבהוב הנורות בערבוב צריך לקרות או 3 שניות או 5 שניות תלוי בסוג הגומיגם לייצור. אכפנו זאת על ידי הוספת שני טיימרים במקביל כך שיפעלו כתלות בסוג הגומיגם שנבחר לייצר.
- מימשנו איפוס כלל הרגיסטרים (חיסור של הרגיסטר מעצמו וכפלט הרגיסטר הנוכחי) במידה והמשתמש ירצה להתחיל יום חדש.
- בהפעלת חיישן טמפרטורה בשלב הקירור X3 נעבור לשלב הערבוב באופן אוטומטי.
- במידה והמשתמש רוצה לבצע את השלבים בסדר שונה, הבקר לא ייתן לבצע זאת. בנוסף, לא ניתן לדלג על שלבים באמצע. אנו מוודאות זאת על ידי בדיקה שהמתגים נשארים מורמים (האחראיים להזרמת הזרם בבקר למשך התהליך).
- העברת המלאי בין מכלי הרגיסטרים לאורך שלבי האיטרציה מתבצע על ידי החסרה של הכמויות והוספה למכלים הרלוונטיים.
- במידה והמשתמש ירים מתגים שאינם חלק מתוכנית המפעיל, לא יתבצע שינוי בבקר.
- במידה והמשתמש יזין ערכים שליליים או קטנים מהנדרש למארז כערכי מלאי, לא תידלק הנורה המסמלת על תחילת יום (Y7). האכיפה מתבצעת על ידי פונקציה המוודאת שהמשתמש הזין מספיק מלאי לייצור מארז גלידות כנדרש.
- במידה ובסיום איטרציה לפחות מיכל מלאי אחד יהיה בפחות חו"ג מהדרוש, יום העבודה ייגמר.



## טבלת תיאור משתנים

Lights			
Label Name	Data Type	Device	Description
IceCreamInProcess	Bit	Y000	נורה שדלוקה במהלך שלב הכנת הגלידה
IceCreamFreezer	Bit	Y002	נורה שדלוקה במהלך שלב הקירור
Packing7Gumigam	Bit	Y004	נורה שנדלקת בסיום אריזת גומיגם בודד ונכבית כאשר נארזו 7 יח' גומיגם
Mix5	Bit	Y005	נורות שמהבהבות לסירוגין במהלך שלב הערבוב
Mix6	Bit	Y006	
WorkingDay	Bit	Y007	נורה שדלוקה במהלך כל יום העבודה
Switches			
Label Name	Data Type	Device	Description
PackingGumigam	Bit	X000	מתג אריזת גומיגם 1 מתוך 7 יח' גומיגם
StartIceCreamMaking	Bit	X001	מתג תחילת שלב הכנת הגלידה
IceCreamFreeze	Bit	X002	מתג תחילת שלב קירור הגלידה
TempUnder10	Bit	X003	חיישן טמפרטורה - מקבל ערך 1 כאשר הטמפ' שווה או יורדת מתחת ל-10 מעלות ו- 0 ההפך.
StartPacking	Bit	X004	מתג הפעלת אריזה
EmergencySwitch	Bit	X005	מתג חירום
StartWorkingDay	Bit	X007	מתג תחילת יום עבודה
Registers			
Label Name	Data Type	Device	Description
RaspberryContainer	Float	D1100	מיכל מלאי פטל
LemonContainer	Float	D1102	מיכל מלאי לימון
GummyContainer	Float	D1104	מיכל מלאי דובוני גומי
StabilizerContainer	Float	D1106	מיכל מלאי חומר מייצב
StartAmountRaspberry	Float	D1108	כמות תחילת יום פטל
StartAmountLemon	Float	D1110	כמות תחילת יום לימון



StartAmountGummy	Float	D1112	כמות תחילת יום דובוני גומי
StartAmountStabilizer	Float	D1114	כמות תחילת יום מייצב
RaspberryMakingCont	Float	D1116	מיכל הכנת גלידה פטל
LemonMakingCont	Float	D1118	מיכל הכנת גלידה לימון
FreezingCont	Float	D1120	מיכל קירור
MixingCont	Float	D1122	מיכל ערבוב
StorageCont	Float	D1124	מיכל אחסון
OutPut	Word	D8282	ערוץ הוצאת Analog Output
AnalogInput1	Word	D8280	ערוץ המתקבל מ-Analog Input 1
GumigamType	Float	D1130	סוג הגומיגם המתקבל
OutputTemp	Float	D1134	שמירת כמות אריזות גומיגם שייצרו לאחר הכפלה ב-40
<b>Counters</b>			
<b>Label Name</b>	<b>Data Type</b>	<b>Device</b>	<b>Description</b>
GumigamCounter	Bit	CC1	סוכם יחידות גומיגם מוכנות/הרמת המתג X0
CurrentCounterGumigam	Word	CN1	מונה גומיגם נוכחי לאריזה
Gumigam_Counter	Bit	CS1	סוכם 7 יחידות גומיגם שנכנסו למארז
IceCreamMakingTimer	Bit	TC1	סוכם זמן הכנת גלידה - 5 שניות
FreezingTimer	Bit	TC2	סוכם זמן קירור גלידה - 8 שניות
MixingRagilTimer	Bit	TC3	סוכם זמן ערבוב גלידה רגילה - 3 שניות
MixingPinukTimer	Bit	TC4	סוכם זמן ערבוב גלידה פינוק - 5 שניות
Blinking5Timer	Bit	TC5	סוכם זמן הבהוב נורה Y5
Blinking6Timer	Bit	TC6	סוכם זמן הבהוב נורה Y6
IceCreamMaking_Timer	Bit	TS1	סוכם זמן הכנת גלידה - 5 שניות
Freezing_Timer	Bit	TS2	סוכם זמן קירור גלידה - 8 שניות
MixingRagil_Timer	Bit	TS3	סוכם זמן ערבוב גלידה רגילה - 3 שניות
MixingPinuk_Timer	Bit	TS4	סוכם זמן ערבוב גלידה פינוק - 5 שניות
Blinking5_Timer	Bit	TS5	סוכם זמן הבהוב נורה Y5
Blinking6_Timer	Bit	TS6	סוכם זמן הבהוב נורה Y6
<b>Assistant Lights</b>			
<b>Label Name</b>	<b>Data Type</b>	<b>Device</b>	<b>Description</b>



DuringWorkingDay	Bit	M1	נורת עזר שדלוקה כל עוד אנחנו במהלך יום עבודה
InventoryIsFinished	Bit	M7	נורת עזר שנדלקת כאשר נגמר המלאי
GumigamRagil	Bit	M13	נורת עזר שנדלקת כאשר הדגימה שהתקבלה היא בין 0-5
GumigamPinuk	Bit	M14	נורת עזר שנדלקת כאשר הדגימה שהתקבלה היא בין 6-10
EndWorkDay	Bit	M15	נורת עזר שנדלקת כאשר הסתיים יום העבודה
NotEnoughForPinuk	Bit	M16	נורת עזר שנדלקת כאשר אין מספיק ח"ג למארז גלילת פינוק
NotEnoughForRagil	Bit	M17	נורת עזר שנדלקת כאשר אין מספיק ח"ג למארז גלילה רגילה
EnoughInventory	Bit	M18	נורת עזר שנדלקת כשקיים מספיק מלאי לייצור
StopTimerRagil	Bit	M20	נורת עזר שנדלקת כאשר טיימר הבהוב רגיל
StopTimerPinuk	Bit	M21	נורת עזר שנדלקת כאשר טיימר הבהוב פינוק
Blinking	Bit	M22	נורת עזר שנדלקת כאשר יש הבהוב נורות
Ragil	Bit	M23	נורת עזר לאיפוס בחירת רגיל
Pinuk	Bit	M24	נורת עזר לאיפוס בחירת פינוק
Start_Freeze	Bit	M70	נורת חיווי לתחילת תהליך הקירור
End_day	Bit	M25	נורת חיווי לסיום יום
<b>Constants</b>			
<b>Label Name</b>	<b>Data Type</b>	<b>Device</b>	<b>Description</b>
Const50	Word	-	טיימר של 5 שניות - זמן הכנת גלילה/זמן ערבוב גומיגם פינוק
Const400	Word	-	חלוקה ב-400 לטובת המרה
Const_400	Float	-	חלוקה ב-400 לטובת המרה
Const6	Float	-	טווח דגימה לגומיגם פינוק
Const_5	Float	-	טווח דגימה לגומיגם רגיל
Const_10	Float	-	טווח דגימה לגומיגם פינוק



Const385	Float	-	כמות פטל נדרשת למארז פינוק
Const665	Float	-	כמות לימון נדרשת למארז פינוק
Const210	Float	-	כמות מייצב נדרשת למארז פינוק
Const70	Float	-	כמות דובוני גומי נדרשת למארז פינוק
Const280	Float	-	כמות פטל נדרשת למארז רגיל
Const455	Float	-	כמות לימון נדרשת למארז רגיל
Const105	Float	-	כמות מייצב נדרשת למארז רגיל
Const_28	Float	-	כמות דובוני גומי נדרשת למארז רגיל
Const350	Float	-	סך חומר הגלם הנדרש להכנת מארז גלית פטל רגיל
Const560	Float	-	סך חומר הגלם הנדרש להכנת מארז גלית פטל פינוק
Const490	Float	-	סך חומר הגלם הנדרש להכנת מארז גלית לימון רגיל
Const700	Float	-	סך חומר הגלם הנדרש להכנת מארז גלית לימון פינוק
Const80	Word	-	טיימר לזמן קירור הגליות
Const30	Word	-	זמן ערבוב גומיגם רגיל/זמן הבהוב נורות Y5 ו-Y6 לסירוגין
Const7	Word	-	ספירת 7 גומיגם במארז
Const1	Word	-	טווח בדיקת אריזת גומיגם עבור הדלקת Y4
Const_6	Word	-	טווח בדיקת אריזת גומיגם עבור הדלקת Y4

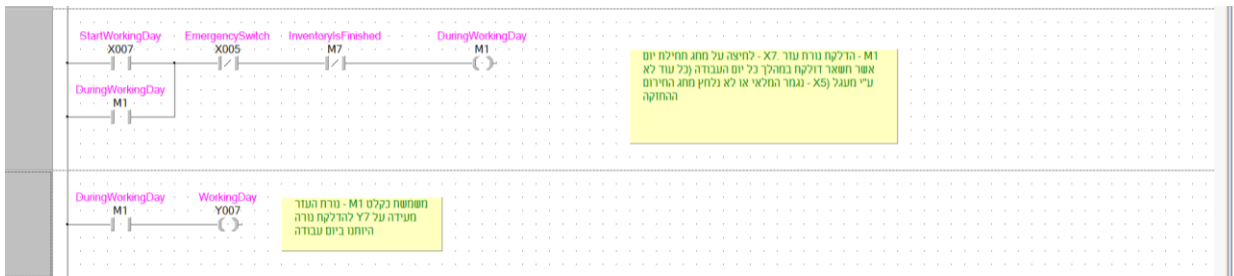


## תיעוד קוד התוכנית

העברת הקלטים לרגיסטרי מלאי ואיפוס רגיסטר האחסון, העזר והפלט האנלוגי



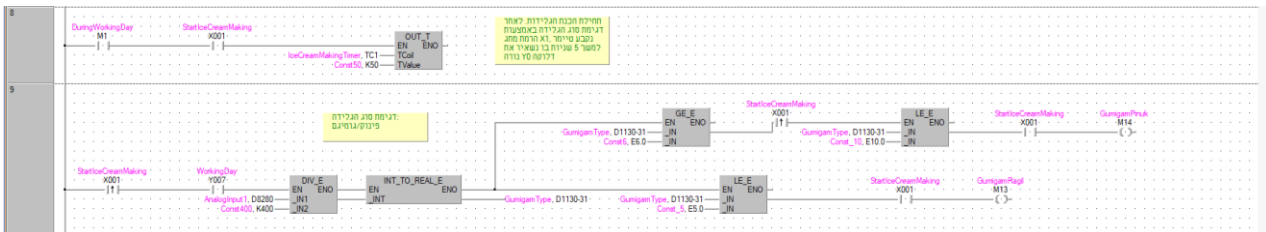
תחילת יום עבודה (שימוש בנורת עזר M1)



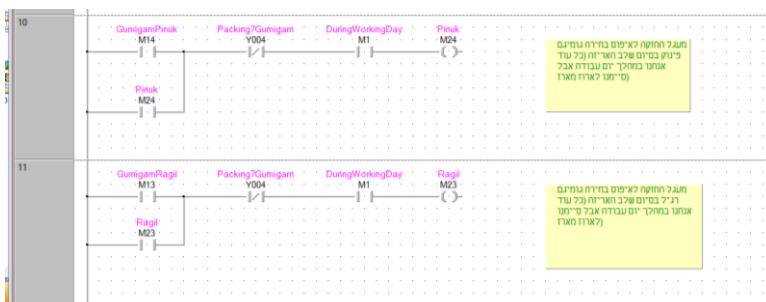
סיום יום עבודה כאשר אין מספיק מלאי או הרמת מתג חירום



פתיחת טיימר להכנת הגלידה ודגימה איזה סוג גלידה להכין

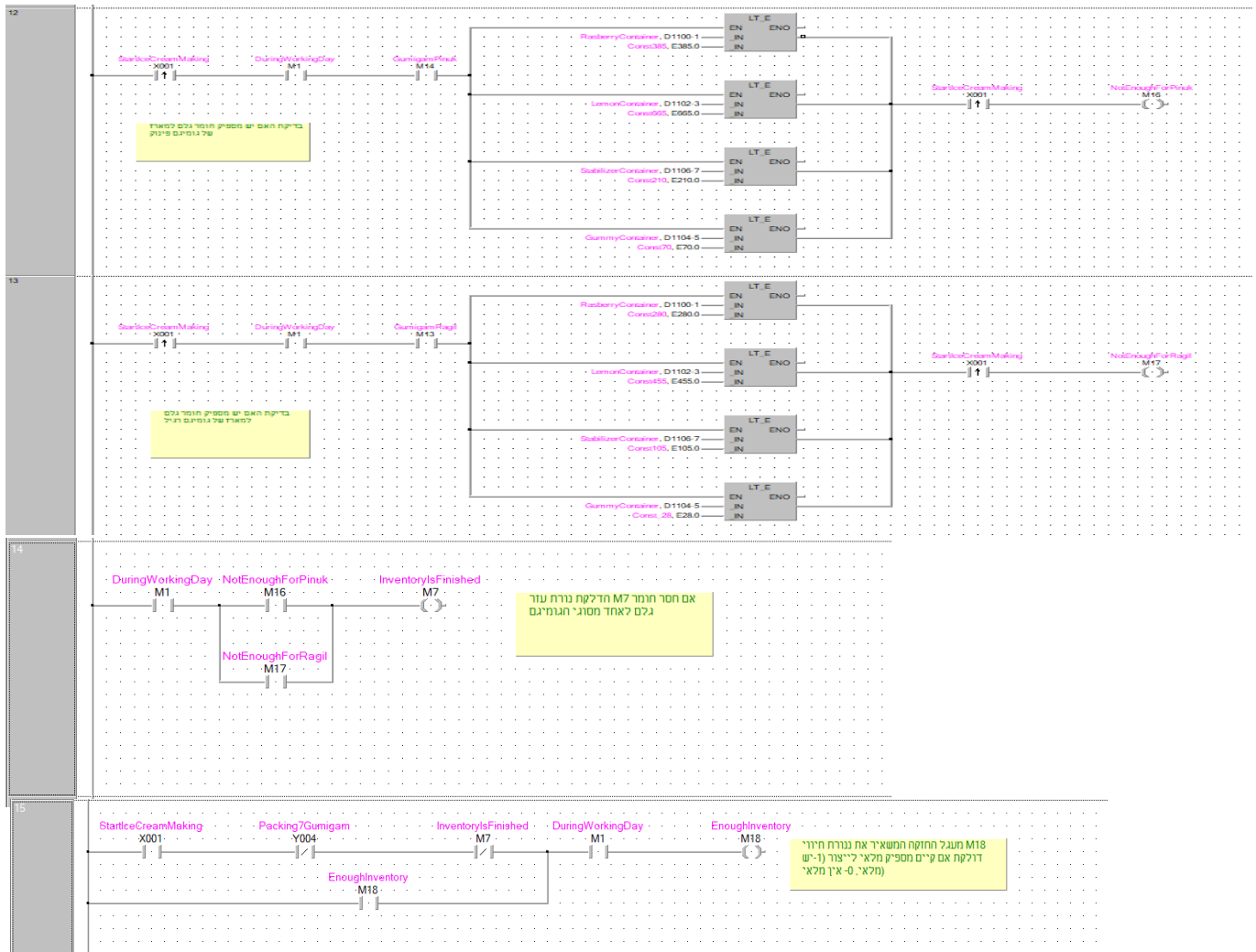


הדלקת נורות חייוי לשמירת סוג הגלידה שנבחר

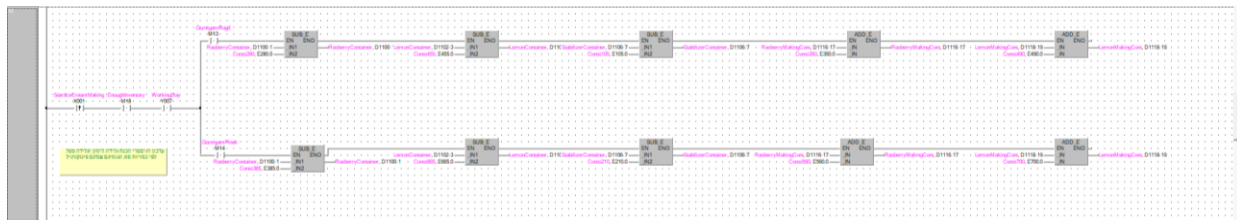




## בדיקת מלאי למארז גומיגם פינוק ורגיל שיופעל בהתאמה לסוג הגלידה הנבחר



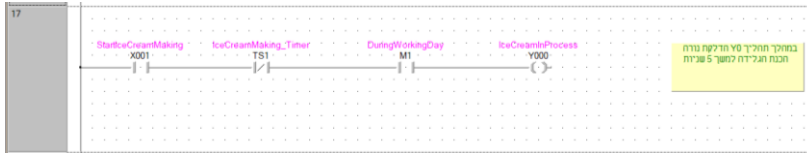
עדכון רגיסטרי מלאי וערבוב ע"י החסרה והוספה בהתאם



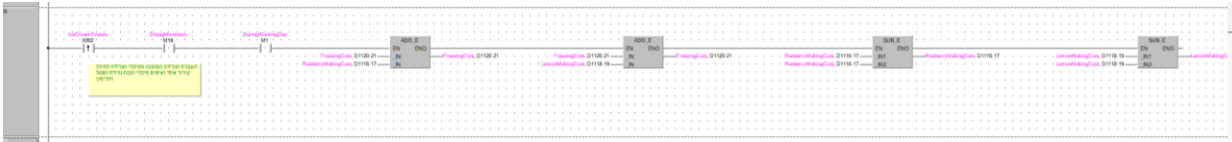




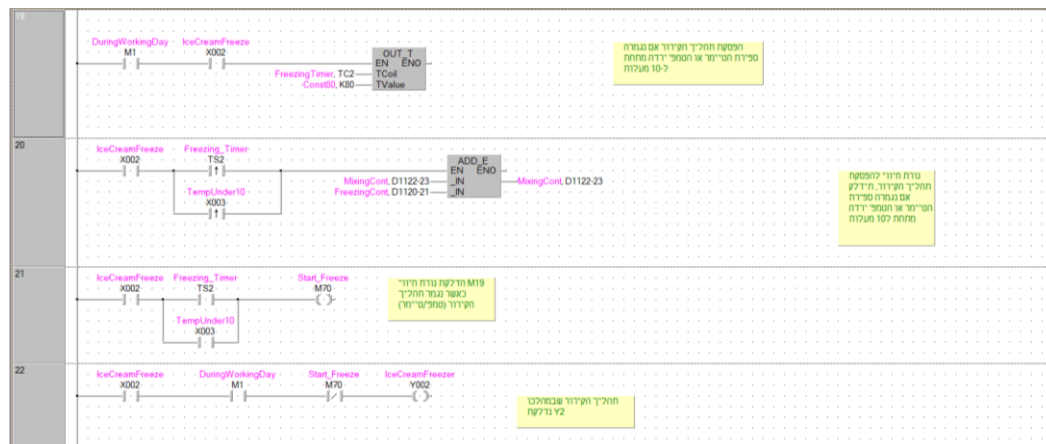
## הדלקת נורה Y0 במהלך הכנת הגלידה ל-5 שניות



## איפוס מכלי ההכנה והעברת הגלידות למיכל הקירור

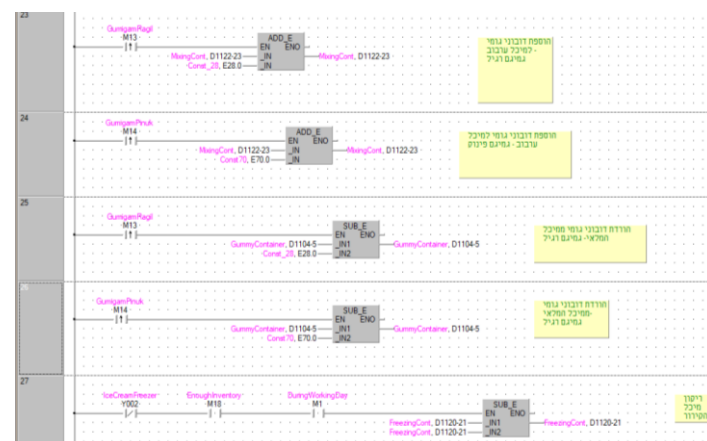


## תהליך הקירור - יגמר לאחר 8 שניות או בירידת הטמפרטורה מתחת ל-10 מעלות (X3)



## תהליך הערבוב - הגלידות המוכנות בנוסף לכמות הגומי הנדרשת לפי סוג הגלידה שנבחר, עדכון

## רגיסטר הדובונים בהתאם וריקון מיכל הקירור





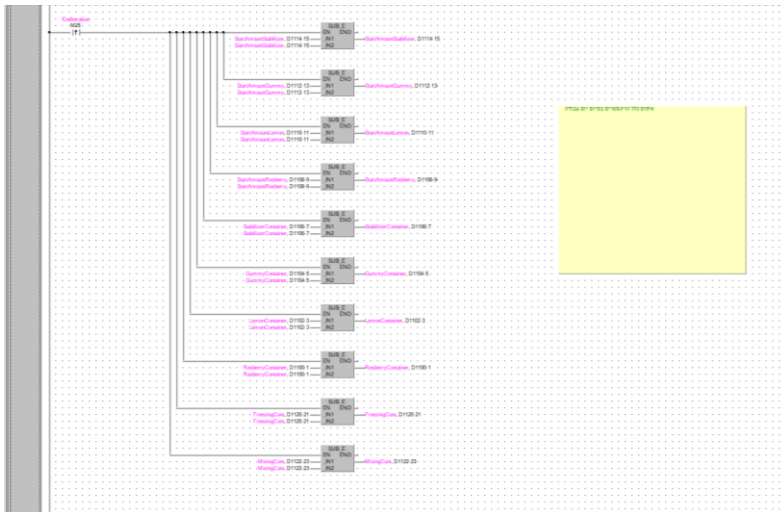
The diagrams illustrate the logic for a traffic light control system. The first diagram shows the initial state where the green light (M13) is on and the red light (M05) is on. The second diagram shows the transition to yellow and red lights (M14, M01) after a 3-second green light duration. The third diagram shows the full sequence including a 3-second red light (M06) and a 3-second yellow light (M02) before returning to green. Each diagram includes a 3-second timer (T3, T4, T5) and a 3-second delay (D1122).

32	
33	
34	
35	

Figure 10 illustrates a data flow graph (DFG) for a system. The graph starts with an input 'WorkingDay' (Y007) which is processed by a 'StorageCnt' block (D1134-35) to produce 'OutputTemp'. This 'OutputTemp' is then processed by a 'MUL\_E' block (D1134-35) to produce 'OutputTemp'. Finally, a 'REAL\_TO\_INT\_E' block (D8282) produces the 'EndIndicator' (M25). The graph is annotated with various parameters like 'Const\_10', 'Const\_400', and 'Const\_400'.



## איפוסֵי הרגיסטרים בסיום יום העבודה



## סיכום ומסקנות

במהלך הפרויקט התנסינו בתכנות בקר PLC ויצרנו מערכת להכנת גלילות גומיגם באמצעות דיאגרמת סולם בתוכנת GX WORKS2. הפרויקט דרש חשיבה לוגית, תכנון ויצירתיות, שימוש בכלים שנלמדו בכיתה ולמידה עצמאית מהאינטרנט. למדנו על לוגיקת תכנות בקרים ועל קריאת הקלטים בצורה שונה משהכרנו בתכנות מונחה עצמים. התנסינו עם בקר חיצוני (מוחשי). לעיתים תגובות הסימולציה היו שונות מתגובות הבקר ונדרשנו להבין את הפערים הנ"ל.



## **נספחים - README:**

### **1. אתחול - שלב מקדים**

- 1.1 לחץ על RUN בתוכנה
- 1.2 אתחל את חומרי הגלם במסך WATCH1

### **2. תחילת יום**

- 2.1 לחץ על מתג X007
- 2.2 ראה כי נורה Y007 דולקת

### **3. שלב הכנת טעמי הגלידה**

- 3.1 לחץ על מתג X001 - תתבצע דגימה של Analog Input1 עבור סוג הגלידה להכנה
  - דגימת ערך בין 0 ל 5 - יורה על יצור גלידה רגילה
  - דגימת ערך בין 6 ל 10 - יורה על יצור גלידת פינוק
- 3.2 ראה כי ערכי מלאי המכלים מתעדכנים בהתאם
- 3.3 ראה כי נורה Y000 דולקת למשך 5 שניות (משך זמן הכנת טעמי הגלידה)

### **4. שלב קירור הגלידה**

- 4.1 לחץ על מתג X002 – 2 הגלידות ממכלי ההכנה מועברות למיכל הקירור
- 4.2 ראה כי ערך מלאי מיכל הקירור מתעדכן בהתאם
- 4.3 ראה כי נורה Y002 תדלק למשך 8 שניות או עד ללחיצה על מתג X003 (חיישן המעיד על כך שהטמפרטורה הינה מתחת ל 10 מעלות)

### **5. שלב ערבוב החומרים**

- 5.1 הגלידה מועברת ממכלל הקירור ישירות למיכל הערבוב
- 5.2 ראה כי ערכי מלאי המכלים מתעדכנים בהתאם
- 5.3 ראה כי נורות Y005 ו Y006 מהבהבות לסירוגין למשך 3 שניות אם נבחר לייצר גלידה רגילה, או למשך 5 שניות אם נבחר לייצר גלידת פינוק

### **6. שלב סיום תהליך ואחסון הגומיגם**

- 6.1 לחץ על מתג X004
- 6.2 לחץ על מתג X000
- 6.3 ראה כי נורה Y002 נדלקת
- 6.4 לחץ על מתג X000 6 פעמים נוספות על מנת ליצור מארז של 7 גלידות
- 6.5 ראה כי נורה Y002 נכבית



6.6 ראה כי רגיסטר האחסון מתעדכן ל-1 (בעודך באיטרציה הראשונה. באם המשכת לייצור גלילות נוספות באיטרציה נוספת, הכמות תתעדכן בהתאם)

## 7. מעבר בין איטרציות

7.1 יש לכבות את כלל המתגים שנלחצו בבקר טרם סיום האיטרציה.

7.2 בכדי להתחיל איטרציה חדשה יש לחזור על פעולות 3-7

## 8. סיום יום עבודה

8.1 על מנת לסיים את יום העבודה באופן יזום יש ללחוץ על מתג החירום X005 - ראה כי נורה X007

נכבית, כל המשתנים מתאפסים וניתן להתחיל יום עבודה חדש בלחיצה נוספת על מתג X007

8.2 במקרה של חוסר מלאי - נורה X007 נכבית, כל המשתנים מתאפסים וניתן להתחיל יום עבודה

חדש בלחיצה נוספת על מתג X007

8.3 ראה כי בסיום יום העבודה מוצג בשעון היציאה האנלוגית (ANALOG UOTPUT) מספר מארזי

הגלילות שיוצרו במהלך היום ביחידות עשרוניות (לדוגמא אם יוצרו 5 מארזים, הפלט היוצג הינו

(0.5