



פרויקט החלפת מודול חימום במכונת הזרקת פלסטיק

גרסה 0.1

רוני שמי ונדיה ברנדס

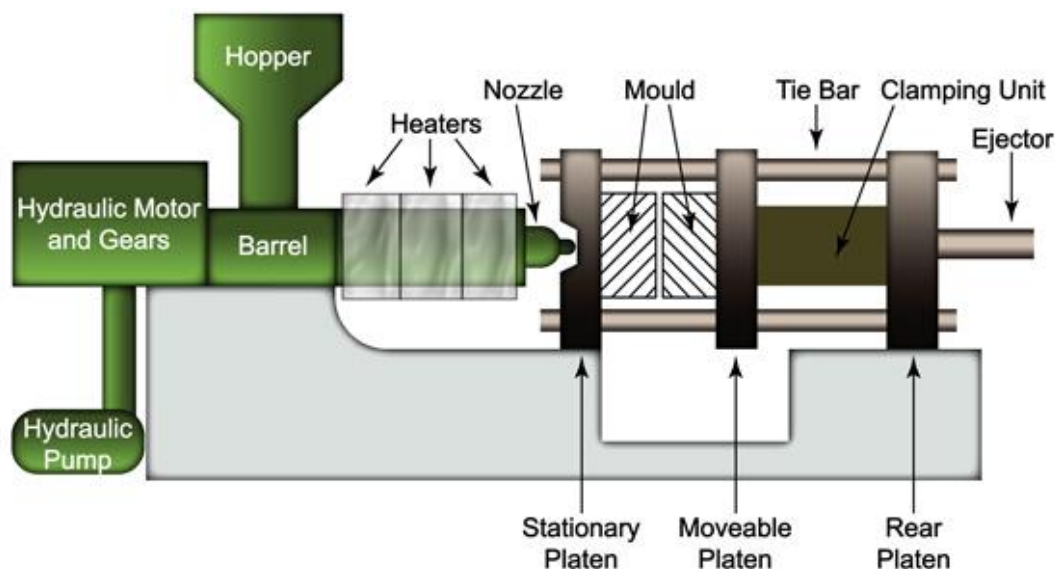
עודכן בתאריך: 06.12.12



תוכנת חימום במכונת הזרקת פלסטיק

תיאור כללי של מבנה מכונת הזרקת פלסטיק

תמונה כללית של מבנה המכונה.



ראה סרטון המסביר את המבנה הכללי כאן: <http://youtu.be/l1jNrmpx-Rw>

במכונת הזרקת פלסטיק יש בקר מרכזי שאחראי על כל פעולות המכונה. הוא מקבל ערכי הטמפרטורה האמתיים מגששי הטמפרטורה המחוברים לכרטיס האנלוגי שלו. שליטה על הטמפרטורה מתבצעת ע"י הזרמת זרם חשמלי דרך גופי חימום בעזרת Solid state relay המחוברים לכרטיס היציאות של הבקר. כרטיס יציאות יכול להיות דיגיטלי או אנלוגי.

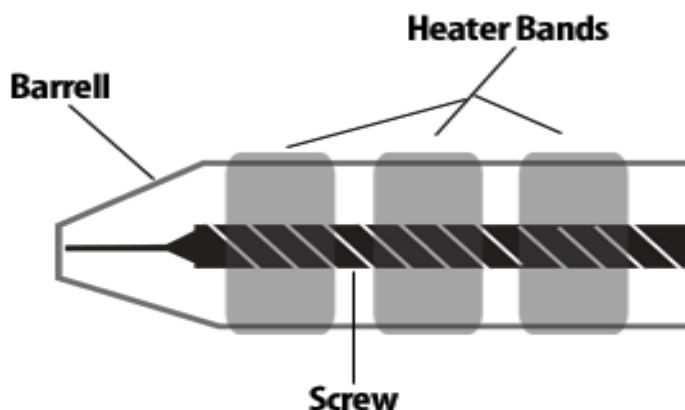


ראה סרטון המראה באופן כללי את המכונה בפעולה:

<http://www.youtube.com/watch?v=YA8X8egacfM>

בפרויקט שלנו נתמקד בפונקציונאליות החימום של מכונת הזרקת פלסטיק, כאשר מדובר על אזורי חימום בורג ותבנית.

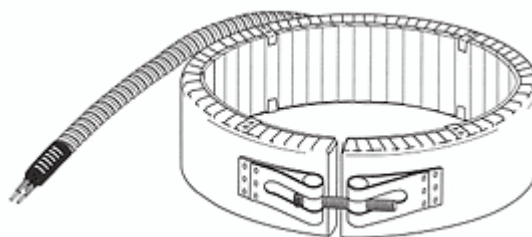
תמונת אזורי חימום הבורג:





אזור חימום של הבורג מורכב ממספר גופי חימום. גופי חימום אלה שומרים על הפלסטיק מותך.

זו היא תמונה של גוף חימום בודד:

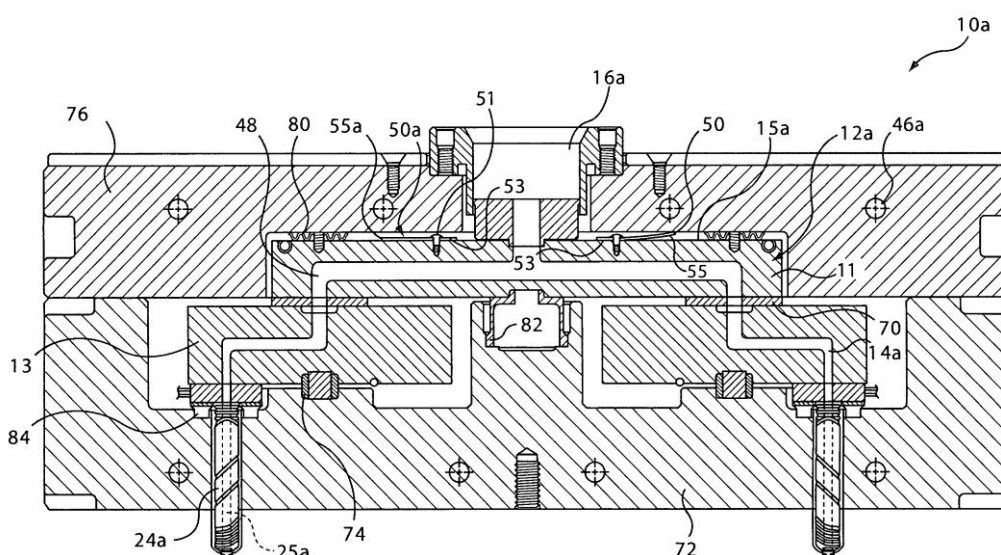


נוסף על כך לכל אזור חימום יש גשש טמפרטורה אשר מודד את הטמפרטורה האמתית.

מצ"ב תמונה של הגשש:



תמונת חתך של התבנית:

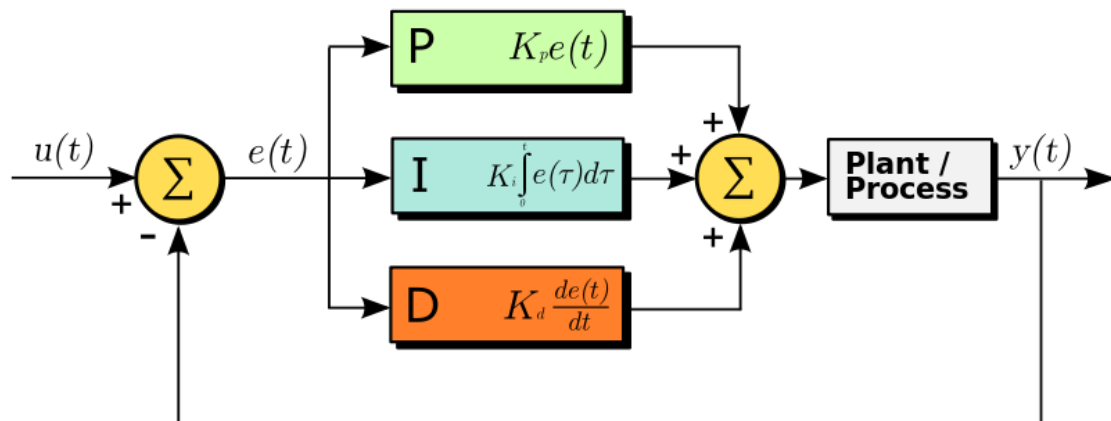


הפלסטיק המחומם נכנס לתוך התבנית וזורם בתעלה חמה לעבר הכניסות של המוצרים. בתבנית יכולים להיות בין אפס לעשרות אזורי חימום תלוי בסוג תבנית. כל אזור חימום מורכב ממספר גופי חימום וגששים בדומה למבנה של חימום הבורג.

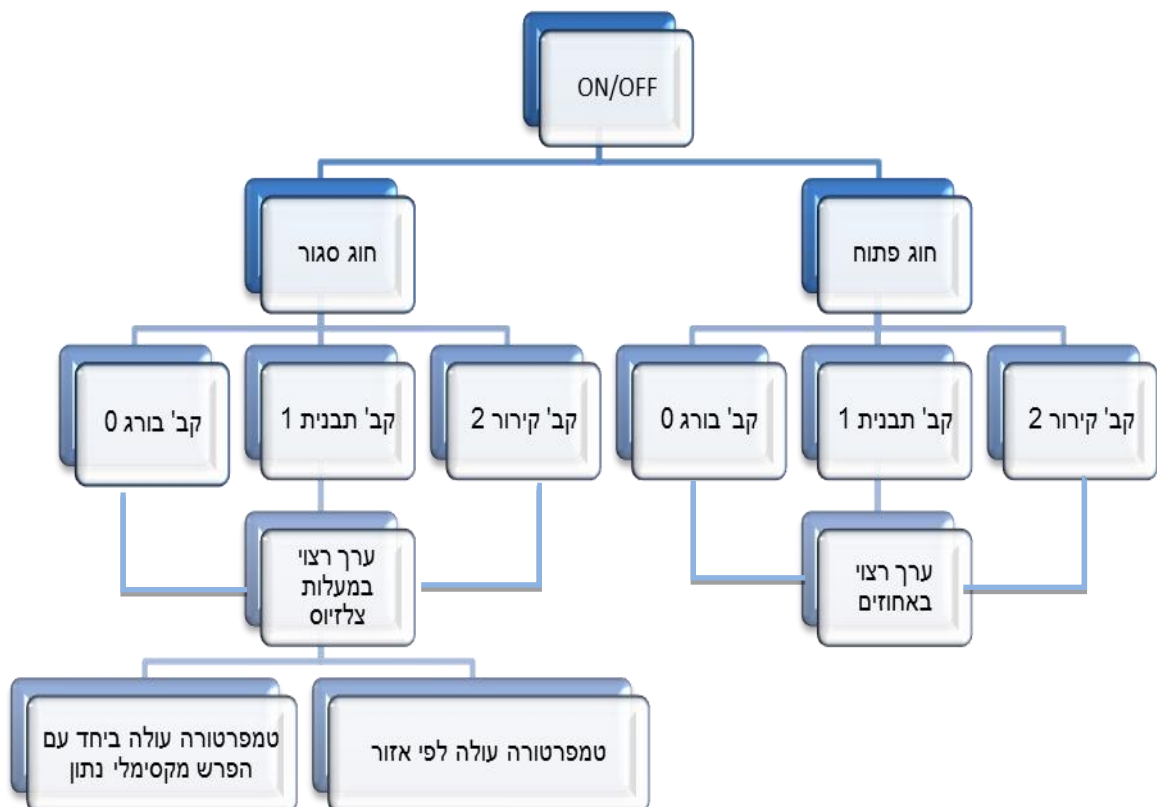
**תיאור פעולת החימום של אזור אחד**

משתמש מכניס ערך רצוי של טמפרטורה. הבקר בודק מול הטמפרטורה בפועל בעזרת הגשש ומתקן ע"י שליטה ב-Solid state relay את הטמפרטורה עד להגעה לערך הרצוי. כל זה מתבצע בחוג סגור.

PID – Proportional Integral Derivative - נוסחת בקרה הקושרת בין גודל השגיאה, משך השגיאה וקצב שינוי השגיאה עם יציאת הבקרה.



במקרה של חוג פתוח מתבצעת עקיפה של ה-PID והערך הרצוי משתנה לאחוזים.

דיאגרמת אפשרויות חימום אזור אחד



שלב מקדים בהפעלה ראשונית

- (1) קביעת מספר אזורי חימום במכונה לכל הקבוצות.
- (2) בדיקת תקינות גששים ועדכון במסכים המתאימים.

שלבי הפעלה של קבוצת הבורג

- (1) ביצוע קונפיגורציה של קבוצת הבורג לפני הפעלה ראשונה. הקונפיגורציה כוללת : קביעת טמפרטורה מקסימלית לקבוצה, קביעת זמן הגנה לקפיאת שינויי הטמפרטורה.
- (2) הפעלת חימום ראשונה של אזור חימום אחד.
בזמן הפעלת אזור חימום בפעם הראשונה חייבים לבצע קונפיגורציה של האזור ולאחריו כיול. קונפיגורציה כוללת סוג קבוצה (בורג, תבנית או קירור), סוג יציאה (אנלוגית/ דיגיטלית), מצב (PID, PID soft start, manual, optimization), ערכי PID וזמן מחזור התחלתיים.
- (3) לאחר סיום הגדרות במסך הקונפיגורציה עוברים למסך חימום הבורג. קובעים את ערכי הטמפרטורה הרצויים ואת שינויי הטמפרטורה המותרים.

שלבי הפעלה של קבוצת התבנית

- (1) ביצוע קונפיגורציה של קבוצת התבנית לפני הפעלה ראשונה. הקונפיגורציה כוללת : קביעת טמפרטורה מקסימלית לקבוצה, קביעת זמן הגנה לקפיאת שינויי הטמפרטורה וקביעת צורת עבודה (soft start), הגבלת אחוז יציאה של ה-controller, טמפרטורה של ה-soft start, הזמן שה-controller מחכה לצורך ייבוש גופי החימום של התבנית.
- (2) הפעלת חימום ראשונה של אזור חימום אחד.
בזמן הפעלת אזור חימום בפעם הראשונה חייבים לבצע קונפיגורציה של האזור ולאחריו כיול. קונפיגורציה כוללת סוג קבוצה (בורג, תבנית או קירור), סוג יציאה (אנלוגית/ דיגיטלית), מצב (PID, PID soft start, manual, optimization), ערכי PID וזמן מחזור התחלתיים.
- (3) לאחר סיום הגדרות במסך הקונפיגורציה עוברים למסך חימום התבנית. קובעים את ערכי הטמפרטורה הרצויים ואת שינויי הטמפרטורה המותרים.

שלבי הפעלה של קבוצת הקירור

- מתבצעים אותם השלבים כמו בקבוצת הבורג בשינוי אחד: במקרה של קירור שמן צריך להוסיף זמן במסך כיול אשר יאפשר להניע את המנוע של המכונה במקרה של חימום יתר של השמן.



מקרא:

- **חוג סגור/ חוג פתוח** – מדובר בחוג בקרת הטמפרטורה. במידה והגשש מתקלקל ניתן לעבוד לחוג פתוח.
- **ערך רצוי במעלות** – מגדירים את ערכי הטמפרטורה במעלות בעבודה בחוג סגור (מסך טמפרטורה)
- **ערך רצוי באחוזים** – מגדירים את ערכי הטמפרטורה באחוזים בעבודה בחוג פתוח (מסך כיול טמפרטורה).
- **ערך מצוי** – ערך אמיתי מהגשש.
- **זמן השהייה אחרי הגעה לטמפרטורה הרצויה** – ברגע שהטמפרטורה של כל האזורים מעל ערך המינימום בהפעלה ראשונה מחקים עוד פרק זמן ספציפי על מנת לוודא שהפלסטיק במצב מותך.
- **קבוצת הבורג** – מספר אזורי חימום במכונה ספציפית.
- **קבוצת תבנית** – מספר אזורי חימום בתבנית ספציפית.
- **טמפרטורת מקסימום** – טמפרטורת מקסימום לקבוצה. במקרה ועוברים את טמפרטורת המקסימום מתנתק מגען חימום ראשי של הקבוצה.
- **טמפרטורה לפי אזורים עולה ביחד/לא עולה ביחד** – בחירה של כיגור מספר אזורים יחד שלא יעלה מעל ההפרש המכסימלי.
- **ערכי PID** – ערכים אלו נקבעים באופן אוטומטי לאחר כיול או במקרה ויש בעיה בצורה ידנית.
- **זמן מחזור** – מדובר על זמן מחזור תוכנה של ה-Controller. ערכים אלו נקבעים באופן אוטומטי לאחר כיול או במקרה ויש בעיה בצורה ידנית.
- **זמן קיפאון** – פרק זמן שבו היציאה של ה- Controller שווה 100% וערך הטמפרטורה האמיתית לא משתנה. במקרה כזה מתנתק מגען חימום ראשי של הקבוצה. בשני המקרים גם בטמפרטורת יתר (מקסימום) וגם בזמן הקיפאון המפעיל צריך לבוא, לכבות מפסק חימום ולהדליק אותו שוב, אחרת התקלה לא מתבטלת.
- **Soft Start** – הזמן שה- controller מחכה לצורך ייבוש גופי החימום של התבנית.
- **יציאה אנלוגית/ דיגיטלית** – זה תלוי בסוג של ה- solid state. במקרה ויש יציאה דיגיטלית צריך להוסיף ביציאה של ה- Controller בלוק תוכנה PWM(Pulse Width Modulator).

- הפרש טמפרטורה להתחלת כיול



תרחיש ✓

תרחיש 1

יוסי מחליף תבניות- בעבודתו מבצע setup , מוודא שהטמפרטורה במכונה זהה לפרוגרמה. במידה והתבנית עובדת פעם הראשונה על המכונה עליו להיכנס ולשנות את הטמפרטורה במסך טמפרטורת בורג ותבנית (אם נדרש) עפ"י הפרוגרמה. במידה והתבנית עבדה על המכונה בעבר, יוסי הולך למחשב המרכזי ומוריד הקלטה למכונה. באחריותו של יוסי לוודא שההקלטה מעודכנת וירדה באופן תקין למכונה.

תרחיש 2

ציפי טכנולוגית הזרקה- במסגרת עבודתה אחראית ציפי על הזרקות ניסיון בתבניות חדשות. היא קובעת טמפרטורות לייצור בבורג המכונה ובתבניות החדשות : ציפי קובעת את הפרש הטמפרטורה הגבוהה והנמוך מהערך הרצוי. ציפי אחראית לקבוע את פרופיל עליית הטמפרטורה בתבנית. לצורך שינוי קונפיגורציה של מסכי החימום היא נכנסת למסך סיסמת משתמש, מכניסה סיסמת משתמש בכיר ומעדכנת מספר אזורי חמום פעילים בתבנית, וקובעת טמפרטורות מקסימום מותרת.

תרחיש 3

בני חשמלאי, תפקידו להחליף גוף חימום או sold state שהתקלקל. הוא מכבה את מפסק חימום הראשי, ומבצע את החלפת החלק. בני צריך לבצע פעולת כיול טמפרטורת בורג. לצורך כניסה לדפי קונפיגורציה של מסכי החימום, הוא נכנס עם סיסמת משתמש בכיר ומפעיל את אזורי החימום אותם צריך לכייל , לאחר מכן הוא מפעיל את פעולת הכיול.

תרחיש 4

שלומה עובד בצוות האחזקה, תפקידו לפתוח ראש בורג על מנת לטפל בבורג. על מנת לפתוח את ראש הבורג יש צורך להעלות טמפרטורה לסביבות 320 מעלות. לצורך פעולה זאת שלומה נכנס למסך סיסמת משתמש ומכניס סיסמת אחזקה. לאחר מכן הוא נכנס למסך קונפיגורציה של מסכי חימום ומעלה את הטמפרטורה המכסימלית. לאחר גמר העבודה שלומה מחזיר את הטמפרטורה המכסימלית לערך הישן.

**✓ מטרת עתידיות שאינן כלולות בגרסה זו**

בעתיד ניתן יהיה לראות ולשנות פרמטרים במסכי המכונה באמצעות הטלפון החכם ובין השאר כניסה למסכי הטמפרטורה על מנת לראות או לבצע שינויים בערכים.

✓ תרשים זרימה של מסכי טמפרטורה



✓ הסבר על המסכים הקיימים

בהסבר זה נתייחס למסכי טמפרטורה בלבד אשר רלוונטיים לפרויקט זה.
בחלקם יבוצעו שינויים כתוצאה מהוספת אפשרויות בתוכנה.

כלל הנכון לכל המסכים במכונה: הערכים בצבע ירוק הם ערכים הניתנים לשינוי ע"י המשתמש והערכים בצהוב הם ערכים מהשטח.

דוגמא למסך חימום בורג של מכונה עם 4 אזורי חימום :



מסך זה מתאר את נתוני הטמפרטורה בקבוצת הבורג כאשר השורה של TEMP.correction מופיעה רק למשתמש הבכיר.

כל עמודה מתייחסת לאזור חימום ספציפי בבורג (Controller בתוכנה). בנוסף יש 2 עמודות אשר בהן הרכיב הפיזי אינו solid state וגוף חימום אלה ממסר וברז פתיחה/סגירה של מים.



FEED ZONE – זהו אזור כניסת גרגירי חומר הגלם לבורג. באזור זה חשוב להגן על טמפרטורה המכסימלית סביב 80 מעלות על מנת למנוע מיציקת פלסטיק בתוך מיכל הזנת חומר הגלם. זאת הסיבה שאזור זה שייך לקבוצת הבורג ולא לקבוצת הקירור.

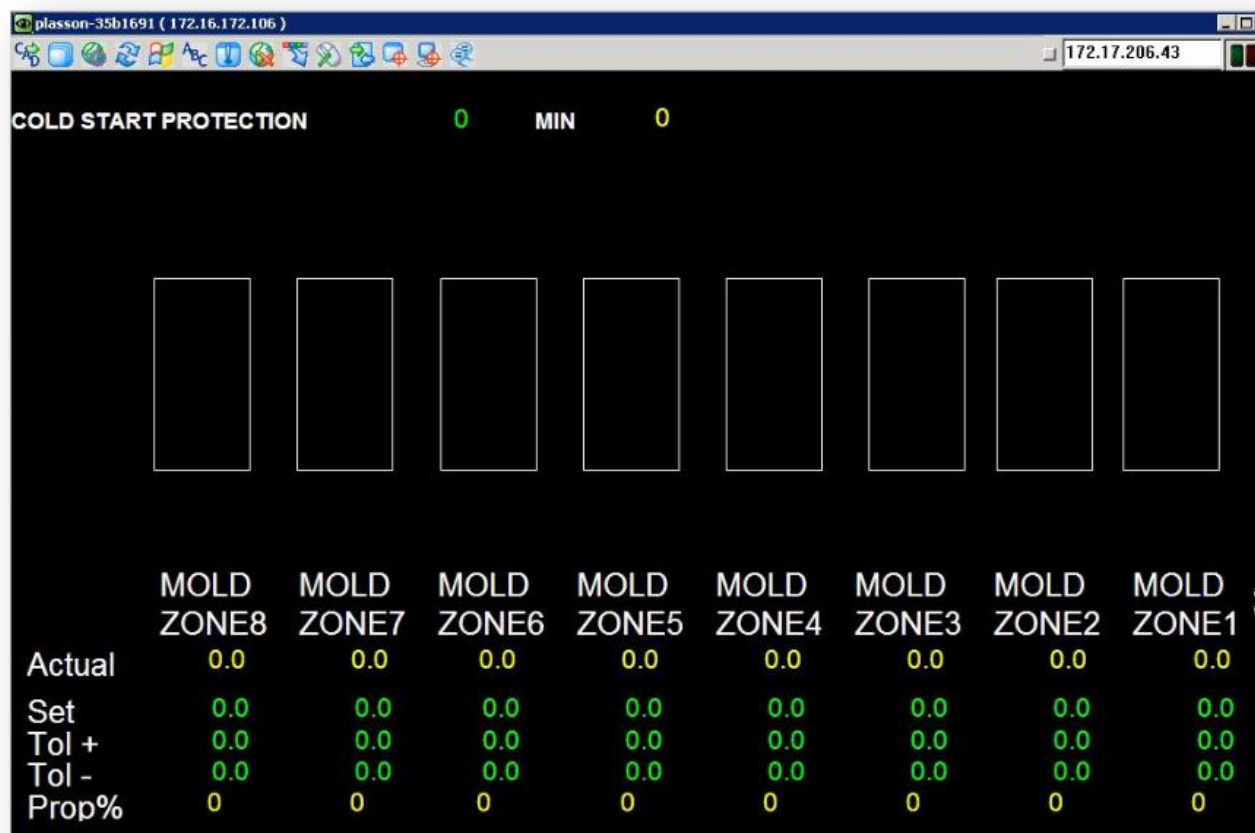
OIL ZONE – זהו אזור קירור השמן ההידראולי. אזור זה שייך לקבוצת הקירור ומופיעה בדף זה לצורך נוחות.

פירוט השורות במסך זו:

- ערכי הטמפרטורה המצויה בשורת ה- ACTUAL
- ערכי הטמפרטורה הרצויה בשורת ה- SET
- הפרשי טמפרטורה מכסימלי ומינימאלי מהערך הרצוי בשורות TOL-/TOL+
- יציאה של כל Controller באחוזים בשורה PROP%
- ערכי תיקון שגיאה בקריאה של הגששים בפועל בשורה TEMP.correction

בנוסף בתחילת המסך ישנם ערכים נוספים:

- **נתוני Cold Start** - ברגע שהטמפרטורה של כל האזורים מעל ערך המינימום בהפעלה ראשונה מחקים עוד פרק זמן ספציפי על מנת לוודא שהפלסטיק במצב מותך. זמן זה מוגדר בדקות (MIN).
- **Oil prewarming** – חימום שמן ההידראולי במקרה וטמפרטורת השמן נמוכה.

דוגמא למסך חימום תבנית עם 8 אזורי חימום :

מסך זה מתאר את נתוני הטמפרטורה בקבוצת התבנית.

כל עמודה מתייחסת לאזור חימום ספציפי בתבנית (Controller בתוכנה).

פירוט השורות במסך זו:

- ערכי הטמפרטורה המצויה בשורת ה- ACTUAL
- ערכי הטמפרטורה הרצויה בשורת ה- SET
- הפרשי טמפרטורה מכסימלי ומינימאלי מהערך הרצוי בשורות TOL+/TOL-
- יציאה של כל Controller באחוזים בשורה PROP%

בנוסף בתחילת המסך ישנם ערכים נוספים:

- **נתוני Cold Start Protection** - ברגע שהטמפרטורה של כל האזורים מעל ערך המינימום בהפעלה ראשונה מחקים עוד פרק זמן ספציפי על מנת לוודא שהפלסטיק במצב מותך. זמן זה מוגדר בדקות (MIN).

מסך קונפיגורציה של קבוצת הבורג:

plasson-35b1691 (172.16.172.106) 172.17.206.43

AUTO GROUP NO' cyl=0,mould=1,	0			SET TIME	ACT TIME				
START AUTOTUNE	<input type="checkbox"/>			0.0	0.00				
MAX CYLINDER TEMP	320.0	EXTRA TIME HOT OIL(sec)	<input type="checkbox"/>						
NUMBER OF ZONES	16	ZONE FREEZ TIME(min)	5						
CYCLE TIME CHANGE		<input type="checkbox"/>							
PID PAR. CHANGE		<input type="checkbox"/>							
	ON/OFF	CONTROL TUNED	DELTA TEMP	CYCLE TIME	WITH %	%	P	I	D
OIL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.0	32	<input type="checkbox"/>	0	32000	0	0
FEED ZONE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	32	<input type="checkbox"/>	0	32000	0	0
CYL ZONE 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50.0	11	<input type="checkbox"/>	0	673	67	158
CYL ZONE 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50.0	11	<input type="checkbox"/>	0	717	72	158
CYL ZONE 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50.0	11	<input type="checkbox"/>	0	1041	111	162
CYL ZONE 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	70.0	2	<input type="checkbox"/>	0	2488	400	185

מסך זה מתאר את נתוני הקונפיגורציה בקבוצת הבורג.

כל שורה מתייחסת לאזור חימום ספציפי בקבוצת הבורג (Controller בתוכנה).

פירוט העמודות במסך זו:

- הפעלת אזור ON/OFF
- אזור לביצוע כיוול פרמטרים אוטומטי Control Tuned.
- הפרש טמפרטורה להתחלת כיוול מתחת לערך הרצוי Delta Temp
- זמן מחזור של כל Controller - Cycle Time
- עבודה בחוג פתוח (on/off) - With %
- הערך באחוזים בעת העבודה בחוג פתוח - %
- PID - ערכי מקדמי הקבועים בנוסחה.

בנוסף בתחילת המסך ישנם ערכים נוספים:

- **Auto Group Number** – קבוצת החימום לכיוול (0- קבוצת הבורג, 1- קבוצת התבנית).
- **-Start Auto Tune** - התחלת תהליך הכיוול.



- **Max Cylinder Temp** – טמפרטורה מכסימלית לקבוצת הבורג.
- **Number Of Zones** – מספר אזורי חימום במערכת .
- **Extra Time Hot Oil** - במקרה של קירור שמן צריך להוסיף זמן אשר יאפשר להניע את המנוע של המכונה במקרה של חימום יתר של השמן.
- **Zone Freeze Time** - פרק זמן שבו היציאה של ה- Controller שווה 100% וערך הטמפרטורה האמיתית לא משתנה. במקרה כזה מתנתק מגען חימום ראשי של הקבוצה.
- **Cycle Time Change** – שינוי זמן מחזור באופן ידני (ע"י on/off)
- **PID Par. Change** - שינוי ערכי PID באופן ידני (ע"י on/off)

מסך קונפיגורציה של קבוצת חימום תבנית.

plasson-35b1691 (172.16.172.106) 172.17.206.43

AUTO GROUP NO' cyl=0,mould=1,	0	WITH SOFTSTART	<input type="checkbox"/>
START AUTOTUNE	<input type="checkbox"/>	max softstart temp	0
NUMBER OF ZONES	16	SOFTSTART TEMP	0.0
MAX MOULD TEMP	300.0	softstart delay time	0
		ZONE FREEZ TIME(min)	5
CYCLE TIME CHANGE		<input type="checkbox"/>	
PID PAR. CHANGE		<input type="checkbox"/>	

	ON/OFF	CONTROL TUNED	DELTA TEMP	CYCLE TIME	WITH %	%	P	I	D
Mould zone1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	8	<input type="checkbox"/>	0	3612	1600	155
Mould zone2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	1	<input type="checkbox"/>	0	1000	0	0
Mould zone3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	4	<input type="checkbox"/>	0	1000	0	0
Mould zone4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	32	<input type="checkbox"/>	0	3199	800	180
Mould zone5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	32	<input type="checkbox"/>	0	3246	1000	153
Mould zone6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	32	<input type="checkbox"/>	0	3246	1000	154
Mould zone7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	5	<input type="checkbox"/>	0	1000	0	0
Mould zone8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.0	32	<input type="checkbox"/>	0	1000	0	0

מסך זה מתאר את נתוני הקונפיגורציה בקבוצת התבנית.

כל שורה מתייחסת לאזור חימום ספציפי בקבוצת התבנית (Controller בתוכנה).

פירוט העמודות במסך זו:

- הפעלת אזור ON/OFF
- אזור לביצוע כיוול פרמטרים אוטומטי Control Tuned.
- הפרש טמפרטורה להתחלת כיוול מתחת לערך הרצוי Delta Temp
- זמן מחזור של כל Controller - Cycle Time
- עבודה בחוג פתוח (on/off) – With %
- הערך באחוזים בעת העבודה בחוג פתוח - %
- PID – ערכי מקדמי הקבועים בנוסחה.

בנוסף בתחילת המסך ישנם ערכים נוספים:

- Auto Group Number – קבוצת החימום לכיוול (0- קבוצת הבורג, 1- קבוצת התבנית).
- Start Auto Tune- התחלת תהליך הכיוול.
- Max Mold Temp – טמפרטורה מכסימלית לקבוצת התבנית.



- **Number Of Zones** – מספר אזורי חימום במערכת .
- **With Soft Start** - הפעלת אופציית פרופיל עליית טמפרטורה איטית (ע"י on/off).
- **Max Soft Start Temp** – הגבל על יציאת ה- Controller באחוזים.
- **Soft Start Temp** – קביעת ערך הטמפרטורה הרצוי לפרופיל עליית טמפרטורה איטית במעלות צלזיוס.
- **Soft Start Delay Time** – זמן השהייה בטמפרטורת ה- soft start לצורך אידוי המים.
- **Zone Freeze Time** - פרק זמן שבו היציאה של ה- Controller שווה 100% וערך הטמפרטורה האמיתית לא משתנה. במקרה כזה מתנתק מגען חימום ראשי של הקבוצה.
- **Cycle Time Change** – שינוי זמן מחזור באופן ידני (ע"י on/off)
- **PID Par. Change** - שינוי ערכי PID באופן ידני (ע"י on/off)