

הלקוח

מר איציק ברוך, מר אלכס ניימר
תרו - תעשייה רוקחית בע"מ

שמות חברי הקבוצה, אייל כהן, אור מגריזו, עידן ברק, תומר וסרמן

תיאור המערכת

המערכת מבצעת את חיתוך הבקבוקים במספר שלבים:

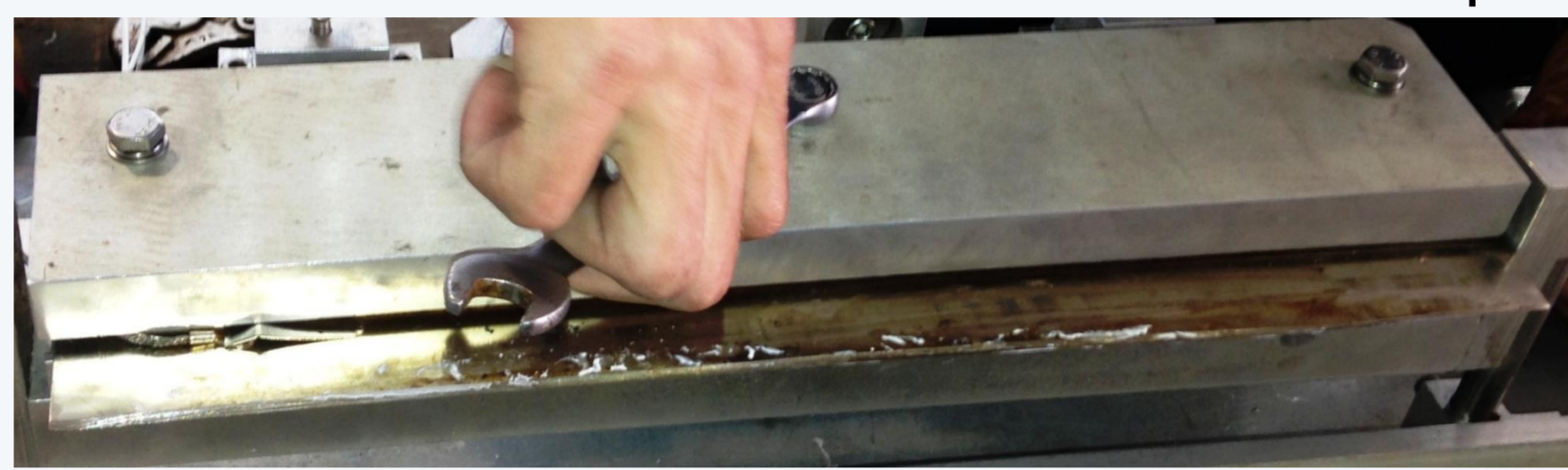
- הזנת הבקבוק בצורה ידנית כאשר הפקק כלפי מטה.
- הובלת הבקבוק ע"י דפינתו בין מסוע צידי לבין קיר תומך (המקבילים בניהם) על מנת להקנות לבקבוק הן מהירות קווית והן מהירות זוויתית.
- חיתוך מדויק של תחתית הבקבוק באמצעות סכין מחוממת בצורה מבוקרת.

על מנת לאפשר למערכת לעבוד עם מגוון רחב של בקבוקים, יש לבצע מספר פעולות מקדימות:

- כיוונון גובה הסכין (על מנת להתאימה לגובה הבקבוק).
- כיוונון מרחק הקיר התומך מהמסוע (על מנת להתאימה לקוטר הבקבוק).
- חימום הסכין לטמפרטורה רצויה.
- וויסות מהירות המסוע.

תמונות להמחשת המערכת ורכיביה:

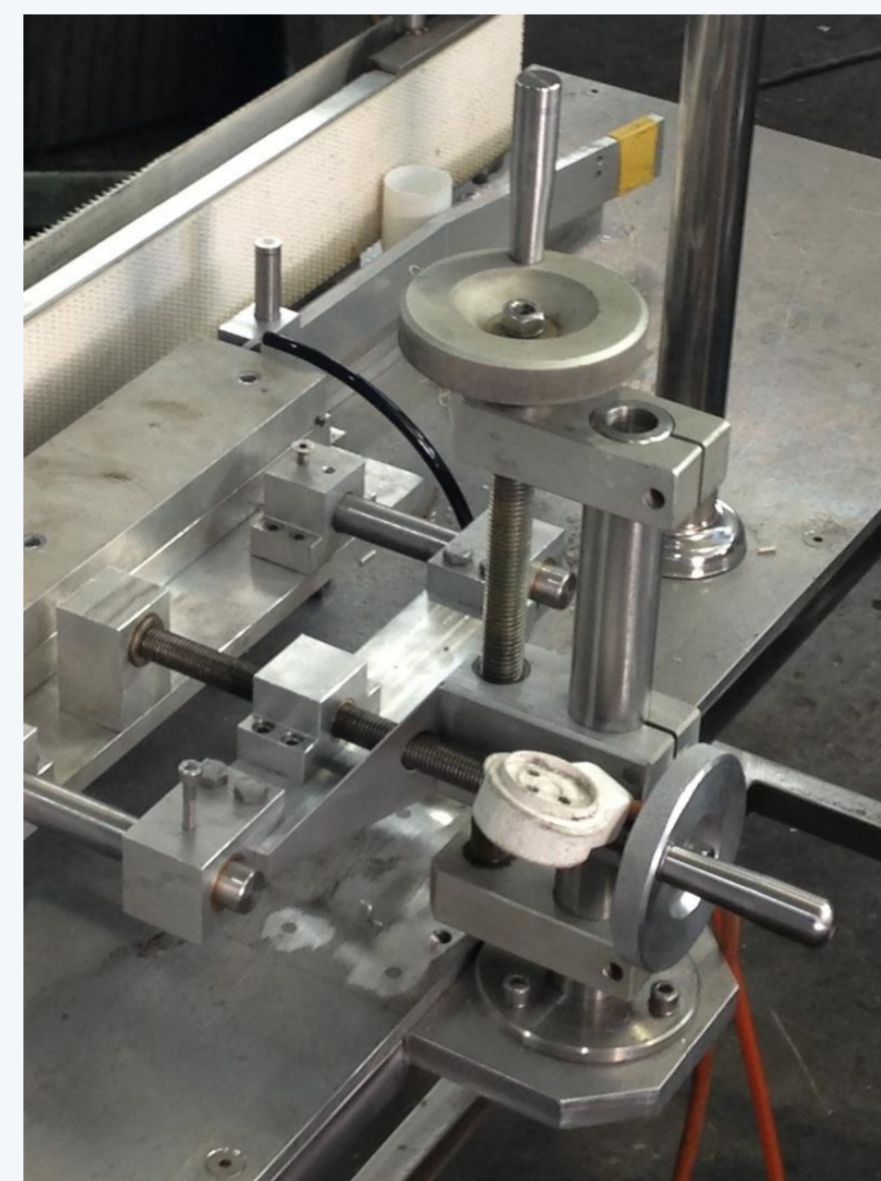
סכין מחוממת



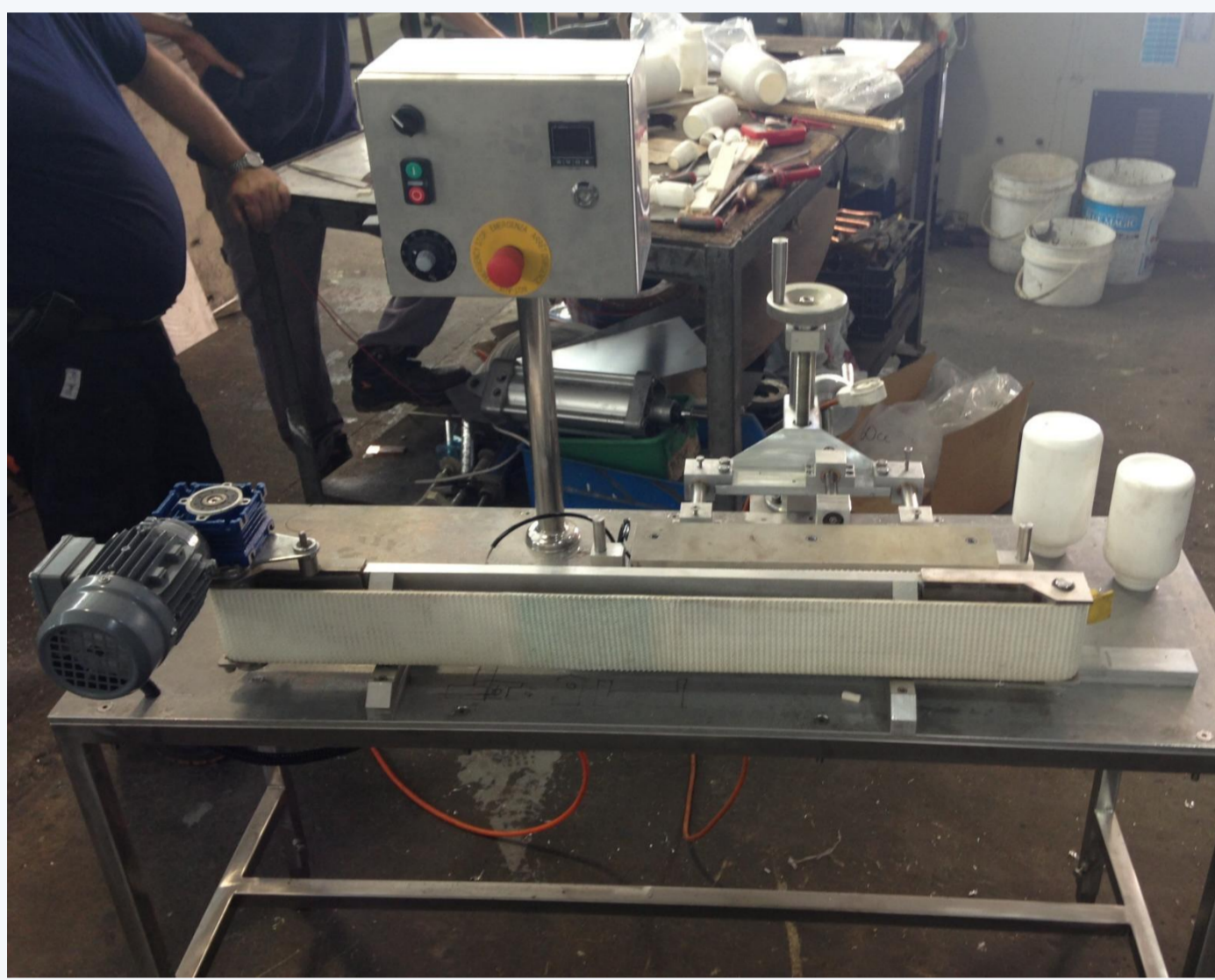
מסוע צידי



שולחן Z-X



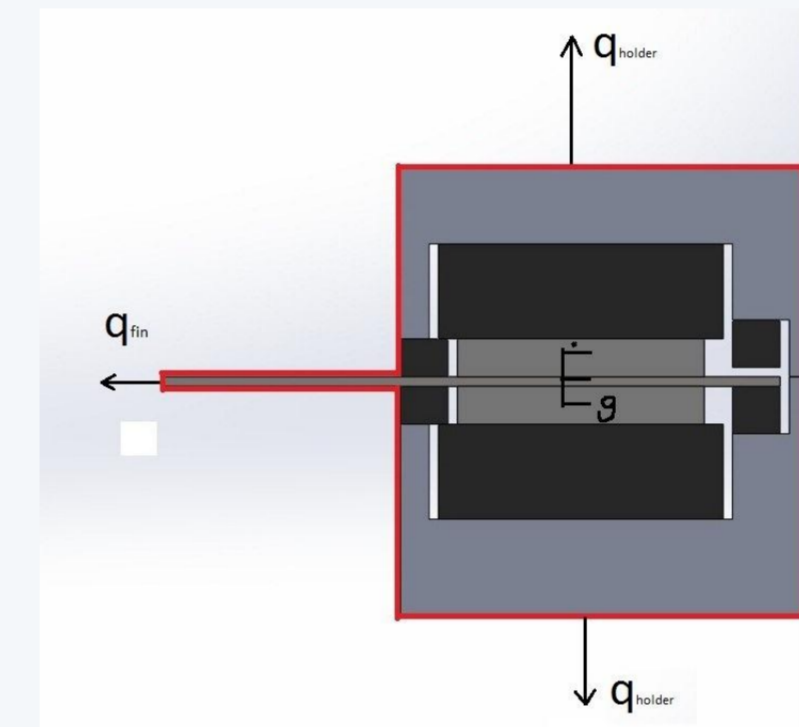
מערכת חיתוך הבקבוקים



רקע תיאורטי / מודל

המערכת תוכננה כך שהחיתוך מתבצע ע"י סכין מחוממת ומבוקרת. הבקבוקים נעים באמצעות מסוע צידי על מנת לקבל תנועה קווית וסיבובית, דבר המאפשר חיתוך אופטימלי של מגוון גדלי הבקבוקים.

חישוב הספקי חום בגוף הסכין:



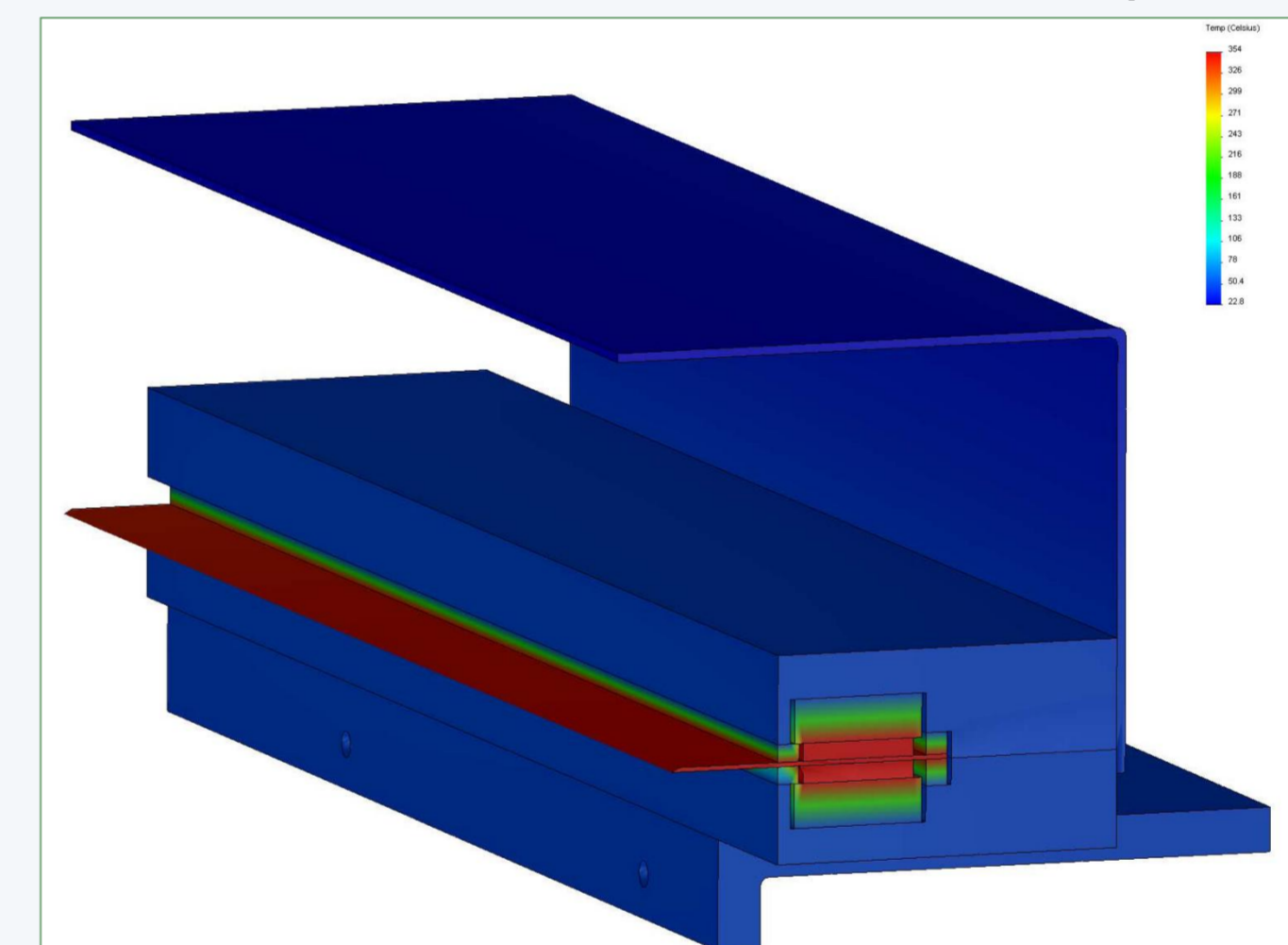
$$\dot{E}_g = 2 \cdot q \cdot A_{HG} = 2 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 390 \cdot 26 \cdot 10^{-6} = 608.4W$$

$$q_{holder} = \frac{T_{heat_gen} - T_{env}}{R_{steel} + R_{Nirosta} + R_{conv}} = \frac{563 - 291}{3.95 + 0.0396 + 8.41} = 21.94W$$

$$q_f = M \frac{\cosh(mL - \frac{\theta_s}{\theta_a})}{\sinh(mL)} = 106.342 \cdot \frac{1.26}{2.365} = 56.66W$$

$$\dot{E}_g - 2q_{holder} - q_f = 608.4 - 2 \cdot 21.94 - 56.66 = 507.86W > 0$$

אנליזה תרמית של איזור החיתוך באמצעות תוכנת מחשב:



האתגרים

במסגרת עבודת התכן של המערכת נאלצנו להתמודד עם אתגרים רבים. להלן תמציתם:

- פיתוח מערכת אשר תאפשר חיתוך בקבוקים במגוון גדלים, במינימום פעולות תיאום.
- חיתוך נקי ללא פגיעה בתכולת הבקבוקים.
- תכנון מערכת המבטיחה את בטיחות העובד.
- התמודדות עם מגוון אתגרים הנדסיים המתקיימים במערכת: דינמיקה, מעבר חום, הנע חשמלי ובקרה.

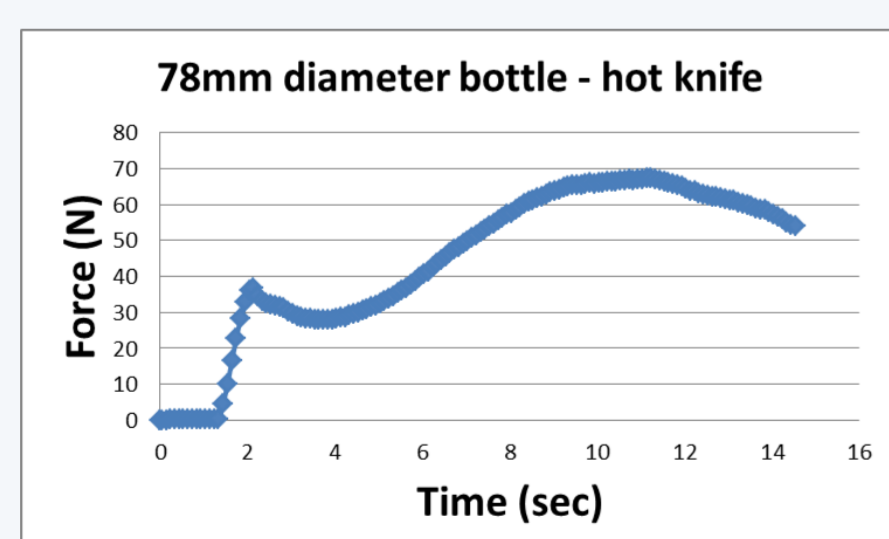
אתגרים להמשך, הוספת פונקציות למערכת כגון הפרדת התרופה מהאריזה ופינוי למיכלים יעודיים.

תוצאות הבדיקות והניסויים

בשלב המוקדמים של פיתוח המערכת ביצענו ניסוי על מנת לגלות את הכוח הדרוש לחיתוך בקבוקי HDPE.

נוכחנו לגלות כי חיתוך בטמפרטורות גבוהות מקטין את הכוח הדרוש לעשירית מאשר חיתוך בטמפרטורת החדר.

הגרף הבא מציג את תוצאות הניסוי של בקבוק בקוטר 78 מ"מ בטמפרטורת סכין של 250°C.



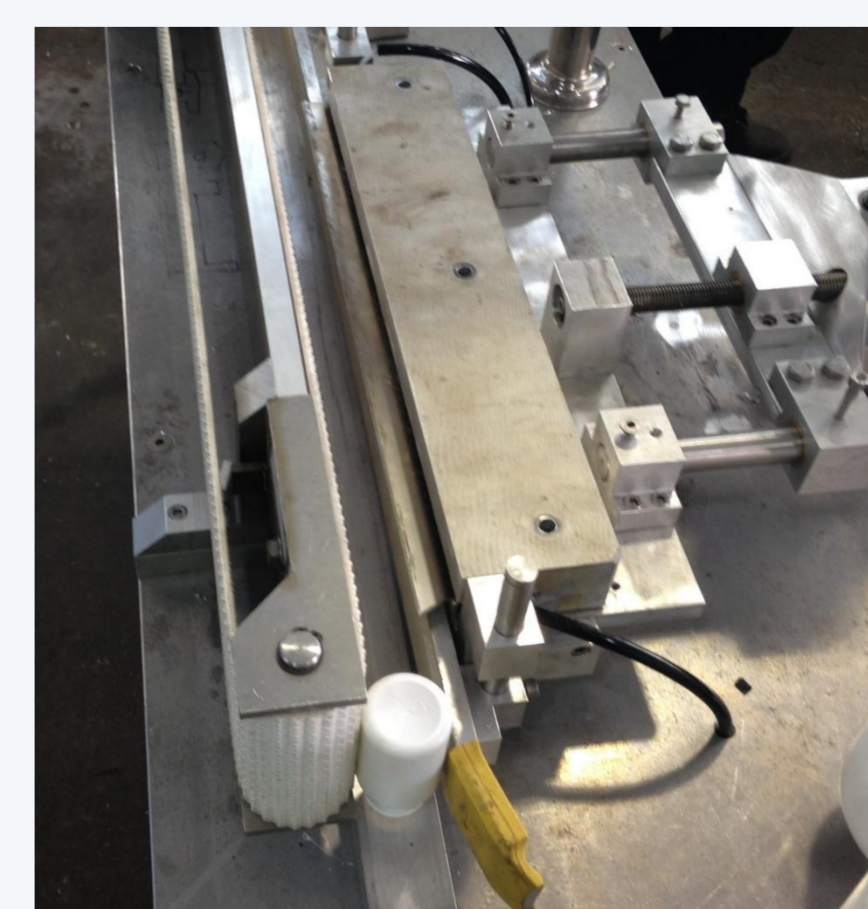
ניתן להבחין כי הכוח המקסימלי שהתקבל הינו 70 ניוטון. מיד לאחר החדירה הראשונית - הכוחות צונחים.

דרישות הלקוח / הפונקציות

- המערכת תבצע חיתוך בקבוקים במגוון נפחים (מודולריות):
 - נפחים של עד 400cc בקצב מינימלי של 30 בדקה.
 - נפחים של מעל 400cc בקצב מינימלי של 20 בדקה.
- על המערכת לבצע את פעולת החיתוך מבלי לפגוע בשלמות התרופות.
- על המערכת להבטיח את בטיחות העובד הנמצא בסביבתה.

פונקציונאליות:

למערכת שתי פונקציות עיקריות:



דפינה והובלה



חיתוך

תודות

בהזמנות זו נרצה להודות לגורמים אשר ליוו אותנו במהלך הקורס:

- פרופ' ראובן כץ ומר אברהם גרינבלט - מנחי הקבוצה.
- ד"ר חגי במברגר - מרצה הקורס.
- מר איציק ברוך ומר אלכס ניימר - חברת תרו תעשייה רוקחית בע"מ.
- מר אדוארד איציקסון וצוות העובדיו - חברת אדאל הנדסה בע"מ - ייצרנית המערכת.
- מר איציק לניאדו - חברת רשף המפרץ בע"מ.
- ארקדי - מהנדס חברת אלקטרוטרם בע"מ.