

מכלולים עיקריים

- **מכלול הנעה** - מנוע סרוו + בקר וכן תמסורת חלזונית המשמשת להפחתת סיבובי המנוע.
- **רצועת תזמון** - העשייה פוליאוריתן ו-2 גלגלי תזמון העשויים אלומיניום לטובת דיוק בתנועת המסוע. על רצועת התזמון מולחמות 24 מחיצות אשר יוצרות את התאים אליהם נפלים הסאשטים.
- **מסילת הולכת הסאשטים** - המסילה מתחברת לשילדת המסוע באמצעות מוטות נירוסטה מרותכים. המסילה יכולה לנוע על מוטות אלו ב-3 צירי תנועה ועל כן מסוגלת לנוע לטובת זווית רצויה לנפילת הסאשטים אל עבר התא.
- **חיישנים** - חיישן אינדוקטיבי הנמצא על מסילת ההולכה אשר משמש לספירת הסאשטים.
- חיישן פוטואלקטרי הנמצא בשילדת המסוע בסמוך למסילה המשמש לזיהוי המחיצה החדשה המגיעה בעת תנועת רצועת המסוע.

אתגרים וסיכונים

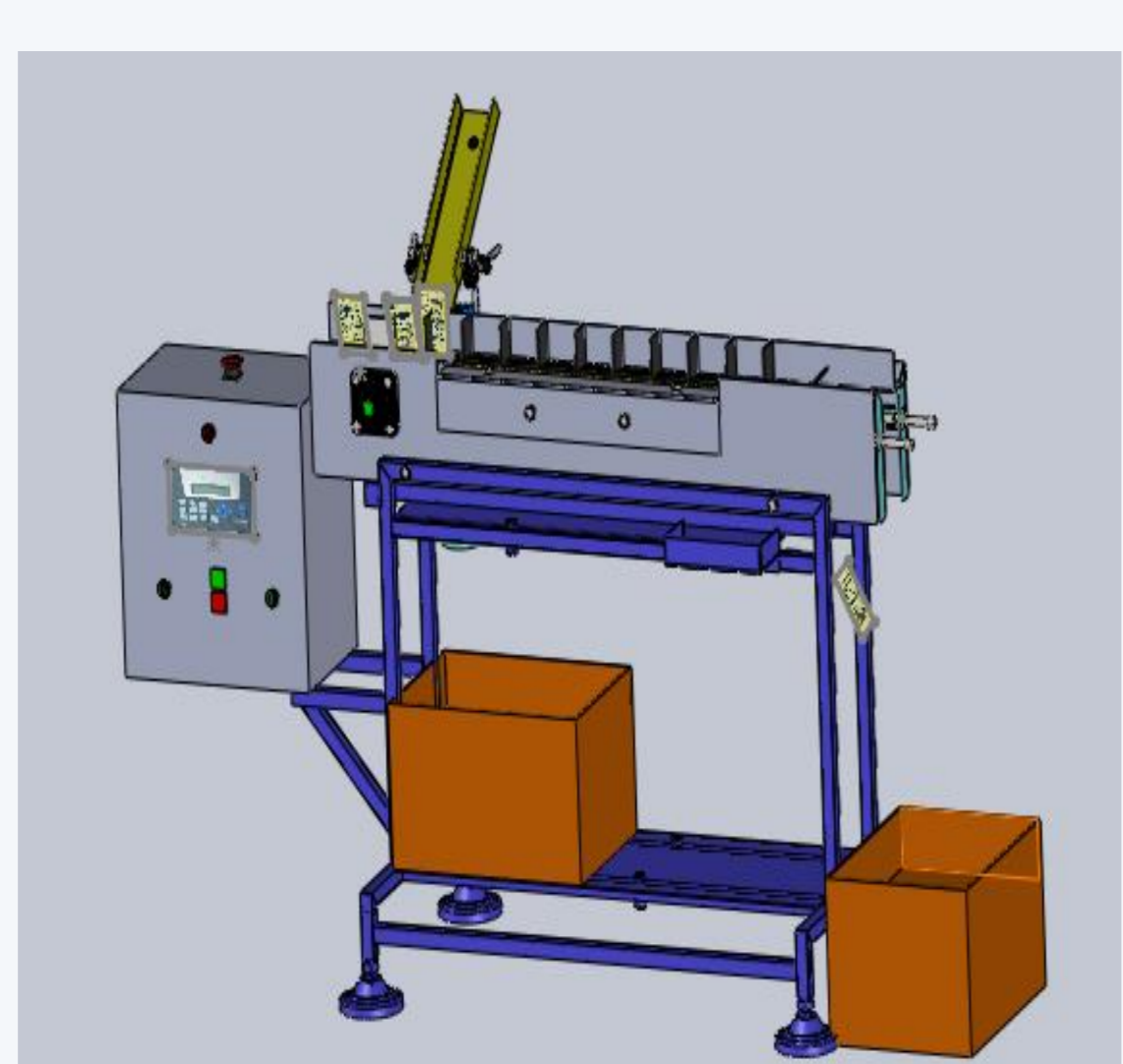
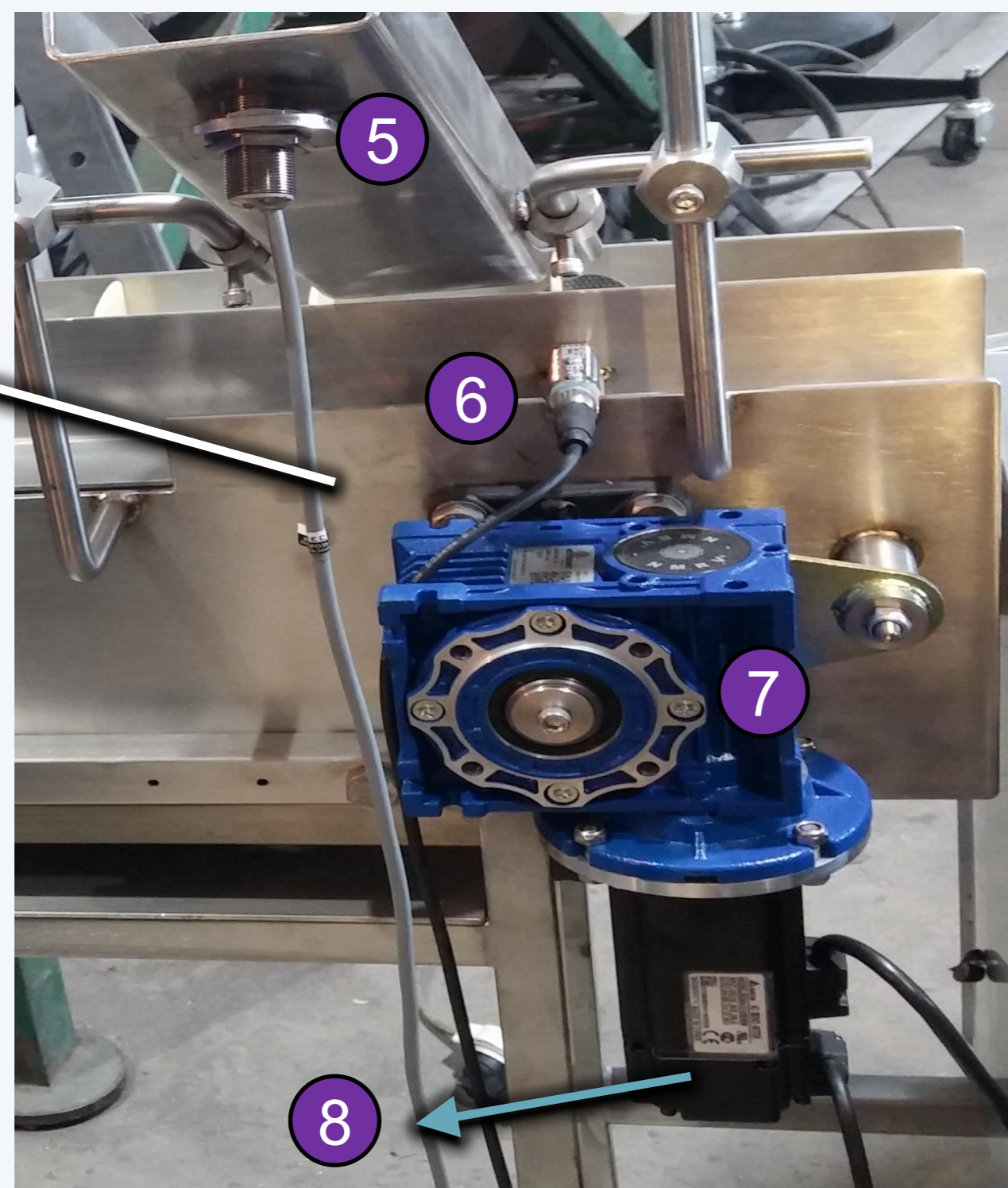
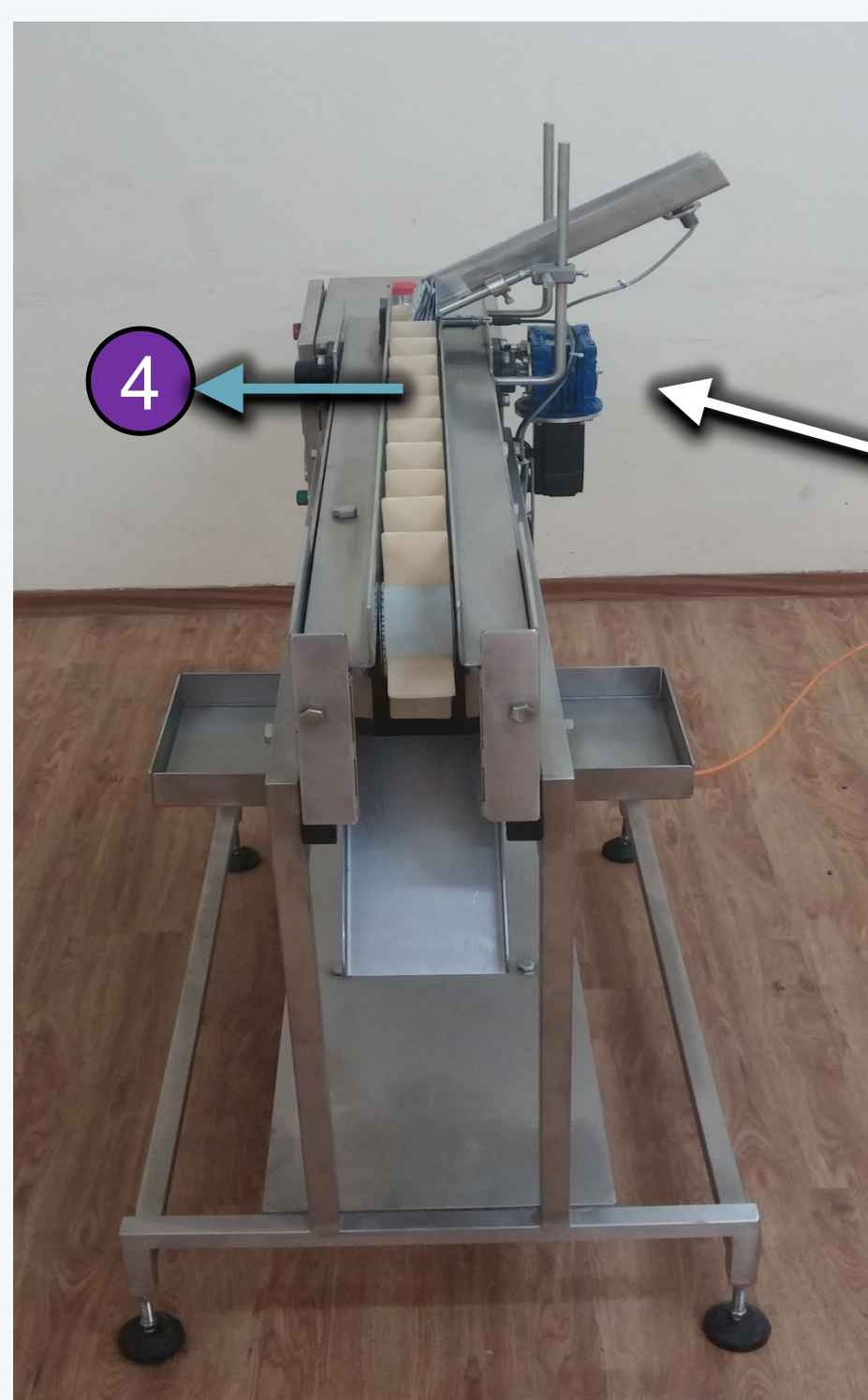
- תנועה מהירה של המסוע בעת המעבר לתא הבא ורעידות לאחר בלימה.
- מציאת מיקום מיטבי לארון הבקרה בהתאם למשקלו ומימדיו הגדולים.
- היתפסות ידו של העובד במסילת המסוע בעת איסוף הסאשטים מהתאים.
- בחירת רכיבים מתאימים מבחינת עומסים ודרישות הבקרה.
- אי עמידה בלוחות הזמנים עקב משימות של היצרן והזמנת רכיבים לא מתאימים.
- חריגה מתקציב הפרויקט.

תיאור המוצר



1. **הסאשט**: שקית המכילה אבקה.
2. **קופסת הבקרה**: מכילה לחצני הפעלה, כיבוי, Reset, חירום, ומסך תפעול שבו ניתן לבחור מספר סאשטים רצוי.
3. **מסילת הולכת הסאשטים**: מובילה את הסאשטים אל התאים.
4. **רצועת תזמון + מחיצות**: יוצרים את התאים אליהם נופלים הסאשטים ונעים באמצעות מכלול ההנעה.
5. **חיישן השראתי**: נמצא מאחורי המסילה וסופר את מספר הסאשטים העוברים על המסילה. חיישן זה מזהה מתכות ועל כן הוא מזהה את הסאשטים העשויים מאלומיניום.
6. **חיישן פוטואלקטרי**: מזהה את המחיצות ומסמן לבקר את נקודת העצירה כדי לייצב את התא הבא מול המסילה.
7. **תמסורת חלזונית**: משמשת להפחתת המומנט ומהירות התנועה הנוצרים מסיבובי המנוע.
8. **מנוע סרוו**: מאפשר את תנועת המערכת.

המכונה הקיימת לייצור סאשטים



תודות

איציק ברוך וגבי מעיין, נציגי חברת תרו, על ההקשבה, ההכוונה, התמיכה המקצועית והלוגיסטית לאורכו של כל הפרויקט. כפיר כהן, מנחה הפרויקט, על שעות הסיוע והתמיכה הרבות וההכוונה המקצועית המקיפה. אדוארד וואלי איציקסון, חברת "אדאל הנדסה בע"מ", על התמיכה המקצועית וייצור המכונה.

תקציר

- מטרת הפרויקט היא ליעל את קו ייצור הסאשטים (שקיות המכילות אבקות תרופה) ולהגדיל משמעותית את כמות ייצורם, זאת ע"י איגוד 6 סאשטים עבור 23 אוגדנים שונים (כל אוגדן יאסף בתא המסוע). פעולות אלו יקנו זמן תמרון לעובד וימנעו הפסקות מרובות של המכונה.
- במצב הנוכחי קיים תא בודד אליו מגיעים הסאשטים באמצעות מסילה לאחר ייצורם. העובד מחכה לנפילתם של 6 סאשטים, מאגד אותם באמצעות גומייה ומניח אותם בארגז נפרד. עקב הימצאותו של תא אחד בלבד נאלץ העובד לבצע הפסקות מרובות של המכונה לייצור הסאשטים.

דרישות הלקוח

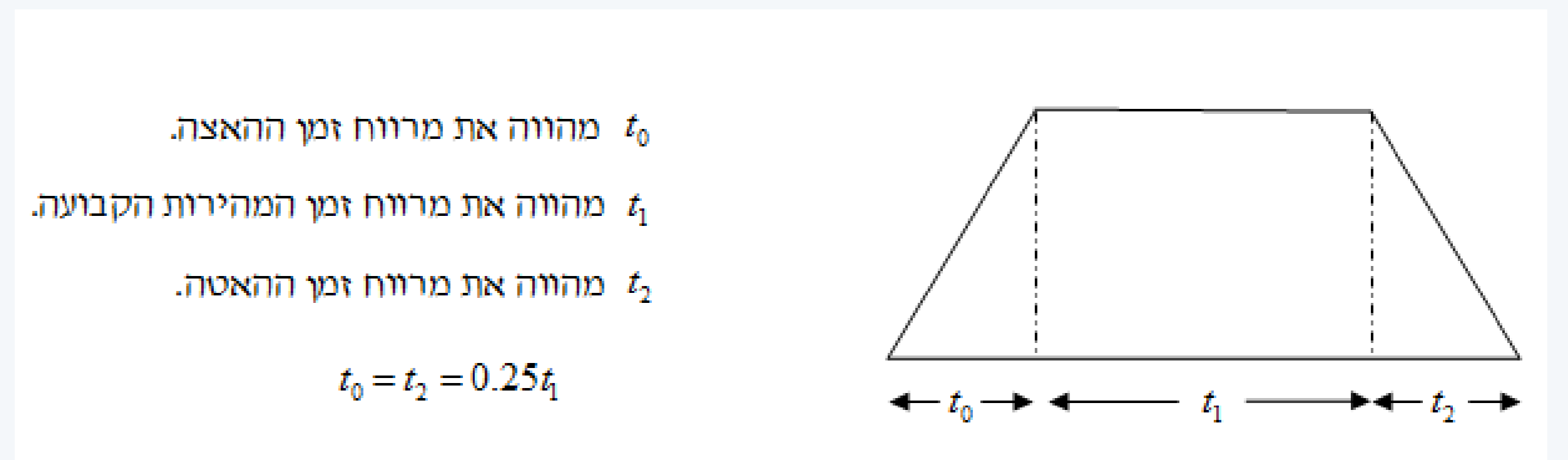
- איגוד 6 (אופציה לאיסוף מספר שונה) סאשטים באותה אוריינטציה.
- קצב עבודת המכונה יישמר - 60 סאשטים בדקה, בהתאם למכונת הסאשטים הקיימת.
- ייצור זמן תמרון של 6 אוגדנים, (זמן היווצרות אוגדן הוא 6 שניות), משמע 36 שניות הפסקה לעובד, כאשר במכונה שיוצרה ישנם 23 אוגדנים.
- על המכונה החדשה לכלול ממשק חיבור למכונת ייצור הסאשטים הקיימת.
- על המכונה לעבור בפתחי מעבר ברוחב של 1.80 מטרים ובגובה של 2.20 מטרים.
- עמידה בהתאם לתקנים הרפואיים של FDA ודרישות GMP.
- על המכונה להתאים לסביבת עבודה של חדר בטמפרטורה עד 24 מעלות צלזיוס ולחות יחסית של עד 40%. כמו כן, מגבלת רעש של 80 dB.
- על המכונה להיות ניידת באמצעות מלגזה, תוך קיום נהלי הבטיחות הדרושים.

עקרון הפעולה

- המכונה אשר יוצרה הינה מסוע + תאים מתהפכים.
- באמצעות מסילה חדשה המחוברת למסוע, מובלים הסאשטים אל המסוע ממכונת הייצור.
- בתחתית המסילה נמצא חיישן אינדוקטיבי הסופר את מעבר הסאשטים. מיד לאחר שנופלים 6 סאשטים אל התא במסוע מתבצעת תנועה של רצועת המסוע אל עבר התא הבא וכן הלאה.
- העובד מרים את 6 הסאשטים מהתא, עוטף אותם בגומייה ומניחם בארגז נפרד.
- במידה ולא הספיק העובד לאסוף את הסאשטים מהתא, בעת הגיעו לקצה המסוע הוא יתהפך, והסאשטים שבו יפלו באמצעות משפך אל ארגז ייעודי המשמש כארגז עודפים.

אנליזת וחישובים

חישובים קיימים לתנועת רצועת המסוע: המהירות הממוצעת הדרושה לנו על מנת לעבור לתא הבא בטרם ייפול אליו סאשט חדש הינה $V_{average} = 80 [mm/sec]$. המערכת שלנו בעצם צריכה להאיץ, לשמור על מהירות קבועה ולאחר מכן להאט על מנת לעצור עם ההגעה לתא הבא.



נרצה לבצע את מהלך המעבר לתא הבא בזמן קצר מהזמן הנדרש, כלומר בפחות משנייה אחת. נבחר מרווחי זמן של

$$t_1 = 0.5 [sec]$$

$$t_0 = t_2 = 0.25 * 0.5 = 0.125 [sec]$$

$$\rightarrow t_0 + t_1 + t_2 = 0.75 [sec] < 1 [sec]$$

כעת, בהתאם לבחירת מרווחי הזמן העומדים בדרישה, נשתמש בנוסחאות הפיסיקליות המוכרות לטובת מציאת מהירות, תאוצה ותאוצה מתאימים לעמידה בדרישות:

$$x_{total} = 0.08 [m] = \frac{0.5at_0^2}{2} + vt_1 + \frac{vt_2^2}{2} - \frac{0.5at_2^2}{2}$$

$$= \frac{1}{128}a + 0.5v + 0.125v - \frac{1}{128}a$$

$$= 0.625v \rightarrow v = 0.128 [m/sec]$$

כמובן שאנו צריכים להגיע באמצעות תאוצת הזמן הראשון למהירות הקבועה של מרווח הזמן השני, לכן את התאוצה/תאוצה נמצא ע"י:

$$v = 0.128 [m/sec]$$

$$v = at_0 \rightarrow a = \frac{v}{t_0} = \frac{0.128}{0.125}$$

$$a = 1.024 [m/sec^2]$$

לכן, לסיכום, על מנת לעמוד בדרישות הרצויות של המעבר לתא הבא, נבחר:

$$t_1 = 0.5 [sec], \quad t_0 = t_2 = 0.125 [sec]$$

$$v = 0.128 [m/sec]$$

$$a = 1.024 [m/sec^2]$$