

תיאור המוצר ודרישות הלקוח



על המערכת להתחבר לגריפר RG2 זרוע רובוטית UR5. לאפשר לה לאחוז את האטם ולמקמו. וכן להכניסו למסילה ללא התערבות יד אדם תוך נתינת משב במקרה של תקלה. המערכת תתאים למגוון קוטרי אטמים ומסילות שונות (פתרון ורסטילי) בסביבת הגדלים האופייניים [קוטר אטם 8.5 מ"מ ומסילה של 7.2 מ"מ] כל זאת בזמן עבודה סביר של פעולת אדם (כדקה למכסה)

עקב אי יכולת להעריך את התנהגות האטם ועלות ייצור נמוכה יחסית, הוחלט לייצר שלושה קונספטים שונים.

תקציר



הכנסת האטם באופן ידני כיום

מטרת הפרויקט לייצר יחידת קצה אשר תתמשק אל הזרוע הרובוטית ותאפשר לרובוט לבצע משימה זו. כל זאת, ללא התאמה לאטם ייחודי או גאומטריה ספציפית ותוך נתינת משב אל הבקרה על ביצוע המשימה. פרויקט זה הינו חלק מתהליך אוטומציה במפעל "כתר פלסטיק".



מכסה סטנדרטי עם אטם של ארגז פלסטיק מחברת "כתר פלסטיק"

הפתרונות המוצעים

קונספט "מכונת התפירה"

מוצר זה מורכב משני מנגנונים. הראשון הינו התאמה של אצבעות הגריפר לאחיזה והובלת האטם והשני הינו מנגנון הכנסת האטם למסילה.

תפיסה ראשונית

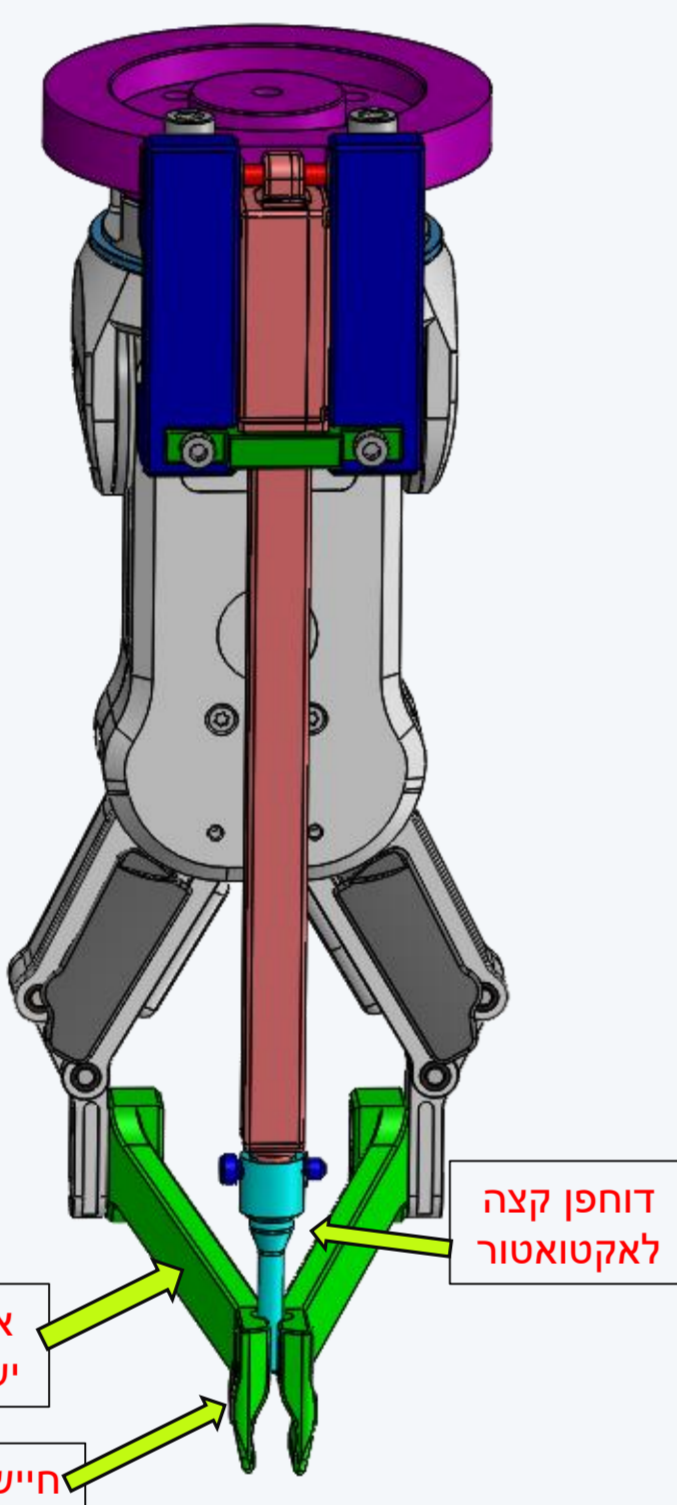
הגריפר פותח את האצבעות (אקטואטור סגור), מתמקם מצידי האטם וסוגר עליו את האצבעות (למרחק ידוע).

הכנסה

הזרוע ממקמת את האטם מעל נקודה במסילה והאקטואטור דוחף את האטם למסילה (עומק ידוע תחת כוח מדוד)

התקדמות

הגריפר יפתח את האצבעות לרוחב המסילה ויתקדם לאורכה עד לנקודת ההכנסה הבאה. בנקודה זו האקטואטור ידחוף שוב וכן הלאה.



אנליזה הנדסית:

אצבע יעודית בוצעה אנליזת חוזק למאמץ משולב של אחיזה (20 N) והכנסת האטם (הפעלה של 10 N) על חומר ABS.

נמצא שאין חשש לכניעה עקב כך נבחר חומר זה ובשיטת הדפסה 3D דוחפן קצה בוצע חישוב קריסה לדוחפן למציאת כוח קריטי כאשר נלקח המקדם הגבוה ביותר (k=2) והדוחפן מ-ABS

$$P_{Cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2} \quad I = \frac{1}{4} \pi R^4$$

$$= 490.8 [mm^4] \quad E = 1.4 [GPa] \quad L_e = 2L = 50 [mm]$$

$$P_{Cr} = 2,712 [N]$$

לכן מאותן סיבות כנ"ל נבחרה שיטת הדפסת 3D וחומר זה.

יתרונות:

- מיקום הגריפר במגע קשיח
- קיימת הובלה של האטם
- יכולת מובנית למדידה של הכוח המופעל

חסרונות:

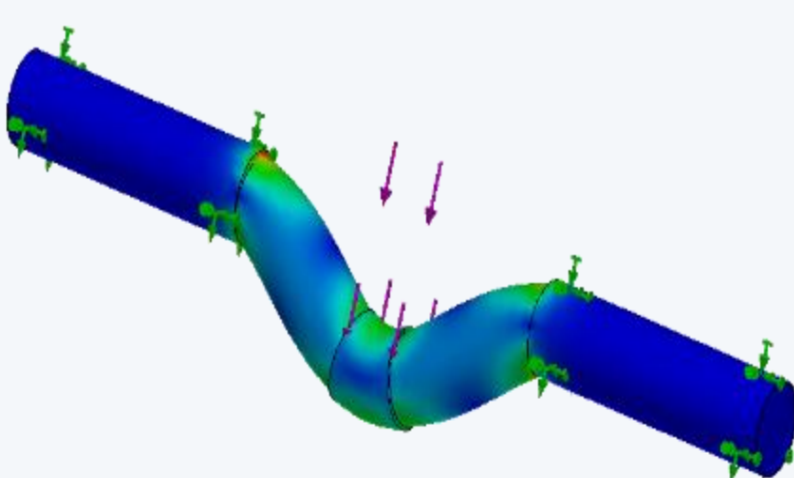
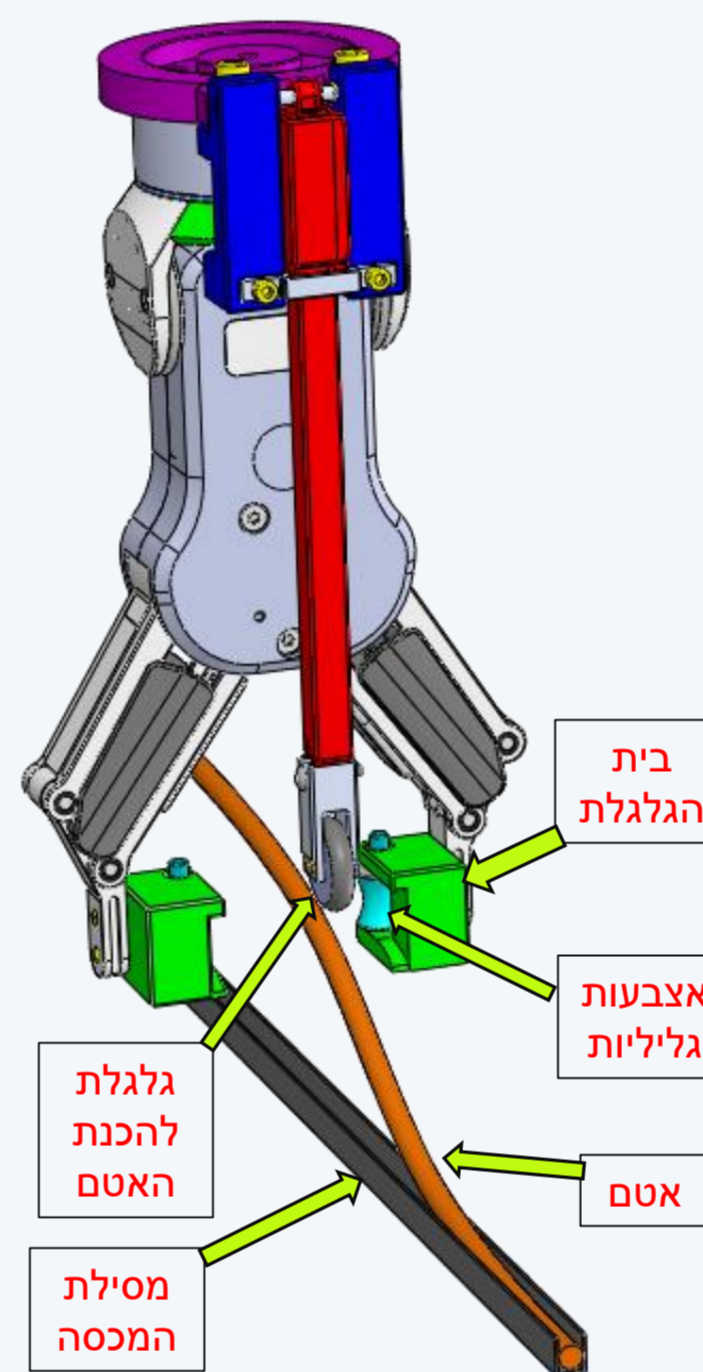
- אין רציפות בהכנסה
- מכניס רעשים (15 mm/sec)
- דורש שילוב של מערכת חשמלית נוספת (אקטואטור)

קונספט "המכבש"

הקונספט דרש מנגנון נוסף אשר יהווה חיבור בין הזרוע הרובוטית לבין הגריפר אשר יהווה מענה לשני המנגנונים (תפיסה והכנסה של האטם).

תפיסה ראשונית - הגריפר פותח את האצבעות וחובק את האטם ע"י הגלגלות שבבית הגלגלת, בד בבד, בבית הגלגלת יש מסילה אשר מובילה את האטם עד לנקודת ההכנסה.

הכנסת האטם - הכנסת האטם יתבצע ע"י דחיפת האטם לחריץ בעזרת הגלגלת שמחוברת לאקטואטור. בשל הגלגלת התנועה הינה רציפה לכל אורך ההכנסת האטם.



אנליזת מאמצים:

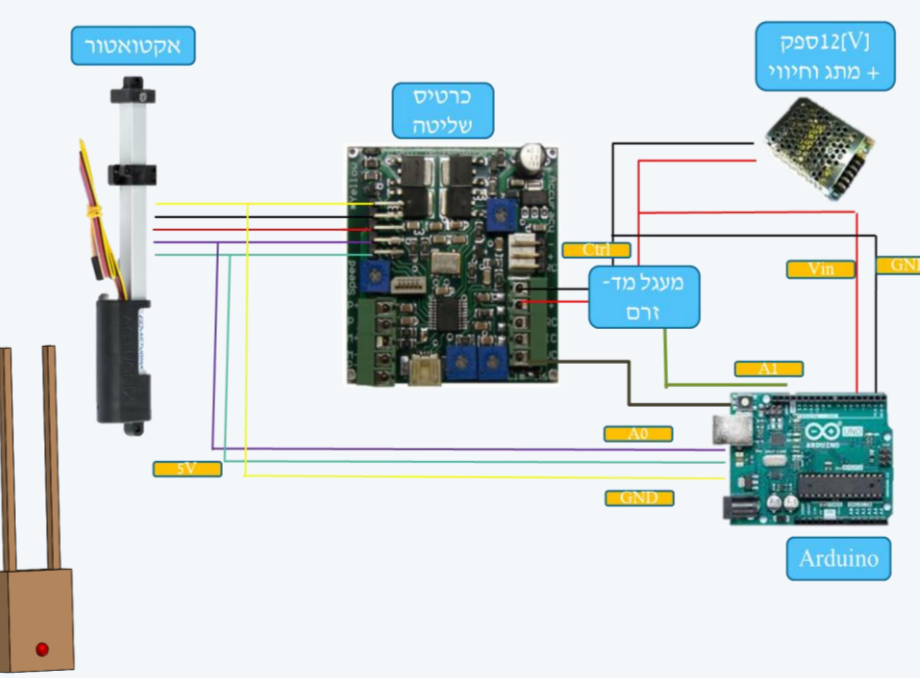
בוצע אנליזת חוזק למאמץ על הציר המחבר בין האקטואטור למתלה, הכח המקסימלי הינו 75 N. קיים ריכוז מאמצים במגרעות. עומד במקדם ביטחון 20 נמצא שאין חשש לכניעה בעל מקדם ביטחון 20.

יתרונות:

- הכנסת האטם מתבצעת בצורה רציפה לכל אורך המסלול
- מנגנון האחיזה יוצר מינימום מתיחה של האטם.

חסרונות:

- דורש שילוב חיישנים חיצוניים למערכת.
- דורש שילוב של מערכת נוספת (אקטואטור).

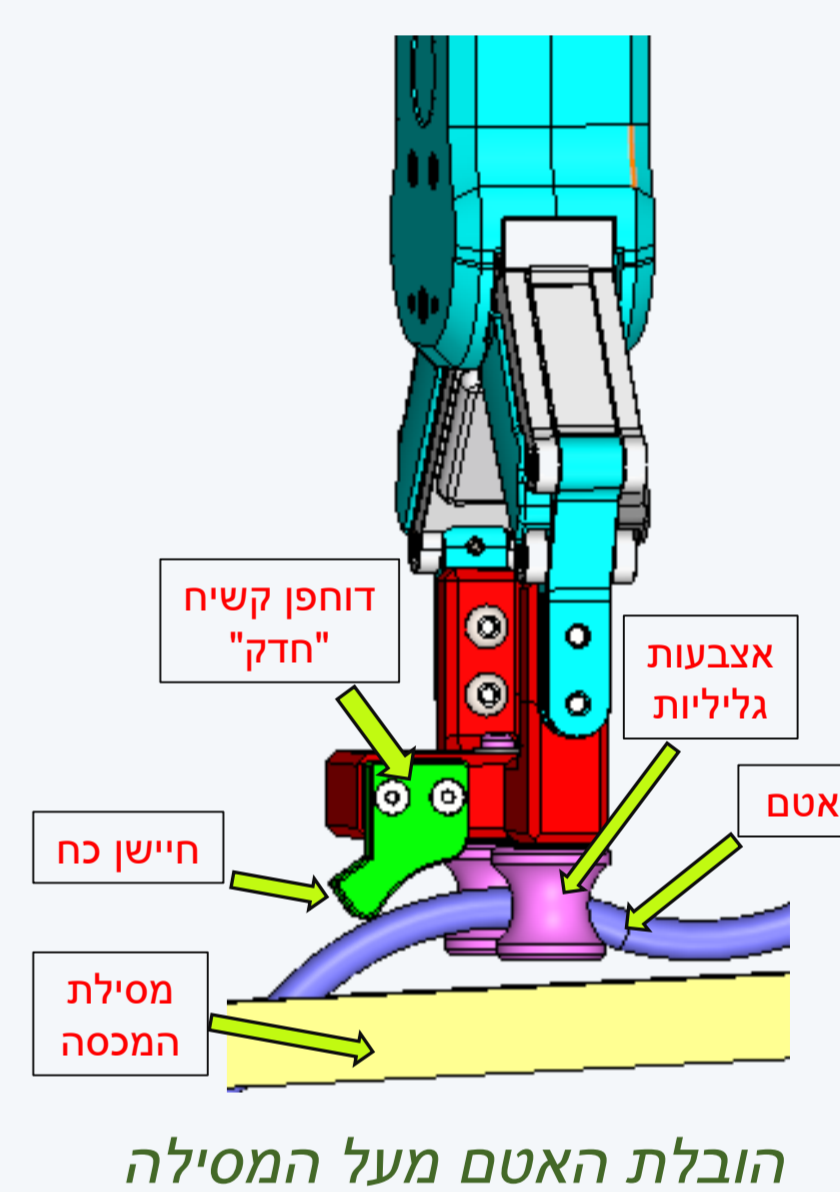


קונספט "החדק"

הקונספט מורכב משתי אצבעות גליליות עשויות טפלון לצורך חיכוך מינימלי ודוחפן קשיח המכונה "חדק", אשר בקצהו חיישן כח.

הגריפר תופס את האטם בין שתי האצבעות וכך יכול להובילו מעל ולאורך המסילה.

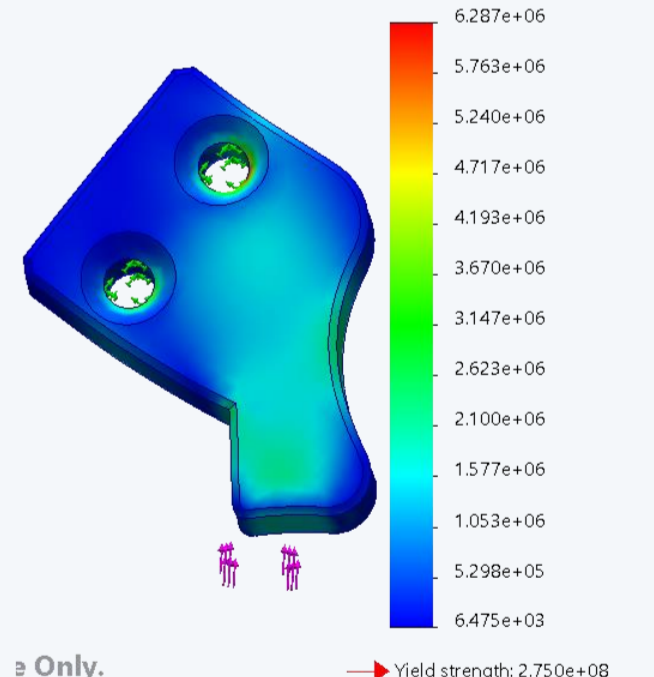
למקוטעין, הזרוע משנה את זווית הפעולה כך שה"חדק" מכניס את האטם למסילה באותה נקודה. לאחר ההכנסה, הזרוע חוזרת למצבה הקודמת וממשיכה בתנועה עד לנקודת ההכנסה הבאה.



הובלת האטם מעל המסילה

אנליזת מאמצים:

הכח מופעל ישירות על קצה ה"חדק" והוא היחיד בסכנת שביירה. הכח המקסימלי המוערך הינו 75[N]. באנליזה ניתן לראות כי החלק לא נכנע גם תחת מקדם ביטחון 10.



אנליזת מאמצים

יתרונות:

- זול ופשוט
- אינו דורש רכיבים חשמליים נוספים הזקוקים לבקרה נפרדת

חסרונות:

- הכנסת האטם אינה רציפה
- קושי בהכנסה בפינות



תודות

- ❖ מר כפיר כהן
- ❖ פרופ' מרים זקסנהויז
- ❖ פרופ' ראובן כץ
- ❖ מר רומן שמסטודינב
- ❖ מר אלכס ציאר
- ❖ מר אייל אברהם

אתגרים ושיפורים לעתיד

שיפורים מוצעים להמשך:

- **החדק:** עיגון חיישן כוח חיצוני במגרעת מובנית בחלק (מייקר מאד את הליך הייצור, מתאים לייצור המוני אם הקונספט ייבחר).
- ייצור ערכת "חדקים" בגדלים שונים המתאימים לרוחב מסילות משתנה (ההחלפה נעשית בקלות)
- **המכבש:** עיגון חיישן מיקום להבאת מיקום ראשוני של האטם במקומו.

האתגרים המרכזיים שעמדו בפנינו בפרוייקט:

- העבודה עם חומר רגיש כשל האטם מחייבת יכולת חישה ובקרה עדינה בכדי לא לקרוע את האטם ולוודא שהוכנס כראוי למקומו.
- הדרישה להתאמה למסילות ברוחב שונה ואטמים עם קטרים משתנים חייבה אותנו לייצר חלקים המתאימים למגוון הגדלים או שהינם מודולריים וניתנים להחלפה בקלות ובמהירות.
- היחס בין מהירות הליך הנדרשת ומספר נקודות ההכנסה בקונספטים עם ההכנסה למקוטעין היווה אתגר משמעותי, בייחוד לאור המגבלות הבטיחותיות.