

MyoGlove

כפפה רובוטית מופעלת EMG

פרויקט תכנון מוצר חדש

המנחה: כפיר כהן

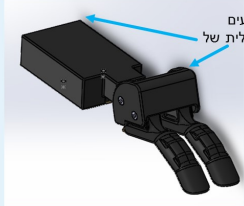
בן פלד, רחלי סאבס, גל אבירם

הלקוחות

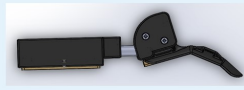
- מר אביתר ברנוביץ'
- פרופ' אלון וולף
- פרופ' ראובן כץ

תיאור המוצר

- המערכת כוללת ממשק מכאני לפתיחה וסגירה של האצבעות באמצעות מכניזם החלקה. זהו הממשק הממוקם על כף ידו של הלקוח. ממשק זה כולל סד לאגודל המקבע אותו.
- ממשק נוסף במערכת הינו ממשק ה-myoware שהינו חיישן הקורא את האות החשמלי משריר הלקוח.
- כל הפעלת שריר מעבירה את המערכת לשלב אחר: 1. האקטואטור מתארך עד הסוף. 2. האקטואטור עוצר במקומו. 3. האקטואטור חוזר למצב ההתחלתי.
- בנוסף קיים ממשק המאריך החשמלי הכולל בתוכו את הסוללה וכן את האלקטרוניקה של המערכת כולה ומערכת הבקרה. ממשק זה יניח ומתן למקם אותו בין היתר על חגורת המשתמש.



כיסויים חלקים נעים לבטיחות מקסימלית של המוצר



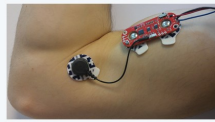
קדח אובלי לצורך קויית לסיבובית

קדח להעברת רצועת בד

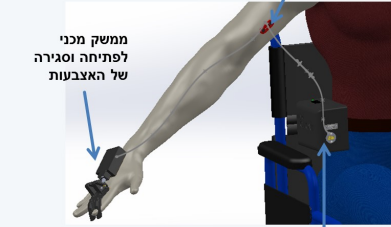
הגבהה לצורך רצועת בד

טבעת סגור

פין הנעה עשוי פליז לחיכוך מינימלי

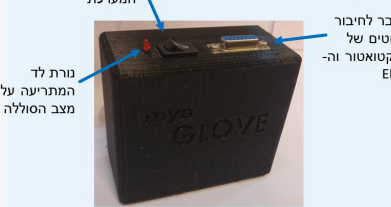


ממשק myoware המתחבר באמצעות אלקטרודות לשריר הדיראשי בדווע



ממשק מכני לפתיחה וסגירה של האצבעות

בית סוללה הכולל את כל הרכיבים האלקטרוניים



מחבר לחיבור החוטים של האקטואטור וה-EMG

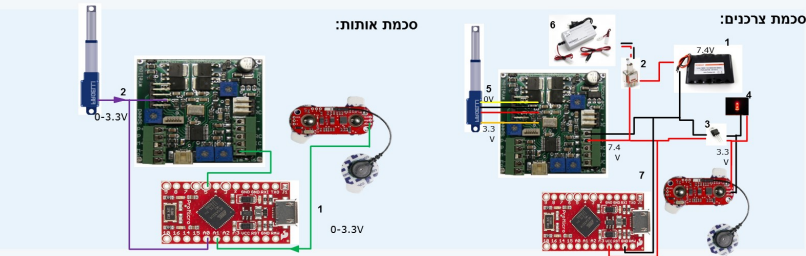
כפתור כיבוי והדלקה של המערכת

נורת לד מצב הסוללה המתריעה על נורת לד

מבצב הסוללה

סכמת אותות:

סכמת צרכנים:



הצגת הבעיה

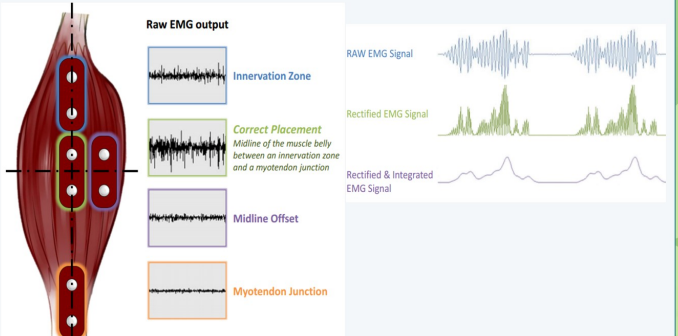
מטרת הפרויקט הינה תכנון אביזר ביו-מכאני דמוי כפפה אשר יופעל על ידי EMG, אשר תהיה קלת משקל ותותאם ליד אנושית, ותאפשר ביצוע של פעולת אחיזה של חפצים קטנים באופן רצוני ונשלט. בכך אנו מעוניינים להקל על אוכלוסיית הטורפלינג בישראל, ועל הלקוח שלנו, מר אביתר ברנוביץ' בפרט. טרטרפלינג הינה שיתוק הנובע מפגיעה בחוליות הצוואריות בעמוד השדרה, היכולה להתבטא בין היתר בשיתוק חלקי בגיניים העליונות ובפרט בכף היד. בישראל מתגוררת אוכלוסייה לא מבוטלת של טרטרפלינג או אנשים המשותקים באצבעות ידיהם. מגבלה זו משפיעה באופן מהותי על התפקוד היומיומי ומונעת עצמאות בסיסית עקב חוסר היכולת לבצע פעולות מוטוריקה עדינה. בתהליך פיתוח המוצר, נלקח בחשבון כי שורץ בשליטה נרחבת על הכוח אותו המשתמש מפעיל ועל טווח תזוזת אצבעותיו, שאיפשר אחיזה ושימוש בחפצים קטנים דוגמת עפרון, כף, קבוק וכו'. תוך כדי מתן דגש על דרישות התכנון וטווח התנועה, נדרשנו להתאים את המוצר לכף היד האנושית, כלומר ללאוג לנראות הדגם וכמובן לנחותות של המשתמש בעת השימוש בו.

דרישות הלקוח

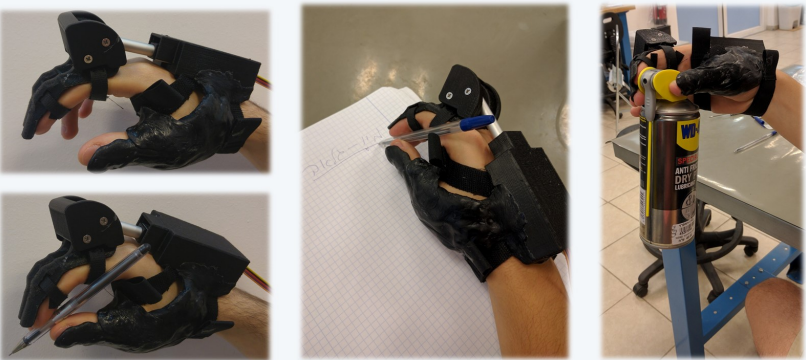
- המוצר יאפשר ביצוע פעולת אחיזה בחפצים קטנים כגון: עפרון, מברשת שיניים, מזלג על ידי הפעלת כוח אחיזה של עד 25N.
- המוצר יהיה בעל ממשק שליטה נוח ואינטואיטיבי, כלומר לא ידרוש הפעלה חריגה של השריר. ממדי המערכת יהיו מינימליסטיים, ומשקלה יהיה נמוך.
- המערכת תהיה נוחה לשימוש שוטף וזמן ההרכבה וההסרה של הכפפה לא יעלה על 60 שניות בסייע של אדם אחר.
- המוצר יתאים למגע אנושי ממושך בהתאם לתקן ISO 13485:2003.
- על המערכת להיות מסוגלת לשאת במשקל של 0.5 ק"ג.
- על המערכת להיות בטיחותית, ועמידה בפני תנאי סביבה סבירים בהתאם לתקן IP44.
- על המוצר לעמוד במבחן נפילה מגובה 1m.

רקע תאורטי

ייחודו של המוצר אותו פיתחנו הוא השילוב של אלמנטים מכניים, חשמליים וביו-מכניים יחדיו. שילוב זה בא לידי ביטוי בשימוש באקטואטור חשמלי הנשלט והמבוקר על ידי חיישן EMG. חיישן זה מאפשר לזיהוי אותות עצביים חריגים בשרירים. תהליך זה מתבצע על ידי קריאת האות החשמלי הנצטרך כחלק מהלך גירוי השריר, ע"י הצמדת אלקטרודות הקוראות את האות החשמלי הזה. כאשר האדם מפעיל את השריר, נשלח את חשמלי ע"י המוח על מנת לכווץ אותו. זה מורגש על ידי החיישן. הסיגנל מוגבר וממוקם על ידי החיישן, ומועבר הלאה אל שלב הבקרה.



בדיקות וניסויים



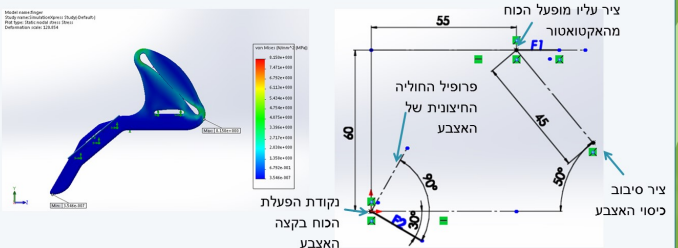
תודות

ברצוננו להודות לאנשים הבאים אשר עזרו לנו במהלך ביצוע הפרויקט: מר כפיר כהן-על הנחיית הפרויקט והליווי האישי והצמוד לאורך השנה, על התמיכה והעזרה בכל עת. מר שלמה ווייס-על סיוע מקצועי בתכנון מעגלי האלקטרוניקה בפרויקט ותכנות הבקר, על זמינות ונכונות לעזור לאורך הדרך. מר צביקה שחר-על מקצועיות ומסירות בהדפסת חלקי הפרויקט ומתן מידע חיובי בתכן להדפסה. מר נחום נודרו-על תפירת וחיבור הבד והרצועות במערכת וביצוע עבודה איכותית ואכפתית. גב' איריס תלמי-על סיוע מקצועי בעיצוב המוצר ויעוץ מסור בכל רגע. מר רומן שמסטידנוב-על סיוע מקצועי ברכישת חלקי האלקטרוניקה בפרויקט ובתכנון המעגלים החשמליים.

אנליזות הנדסיות

המערכת המכנית ממוקמת על גב כף היד ועל האצבע והאמה ומופעלת על ידי אקטואטור חשמלי. כוח אחיזה סטנדרטי הוערך מניסויים כ 25N עבור אחיזה פכרט בעל מסה של 0.5 ק"ג. משווי משקל מומנטים וליקוחת גדלים גאומטריים של כף היד הוערך הכוח שעל האקטואטור להפעיל. לפי כוח זה נבחרו פרמטרי האקטואטור הנדרשים בפרויקט. הכוח שהתקבל הינו $F_1 = 47 [N]$. בוצעו אנליזות אלמנטים סופיים על החלק המודפס הממוקם על גבי האצבעות כדי להעריך היכן החלק עלול להיכשל וכך בוצעו חיזוקים מתאימים.

$$\text{שוויי משקל מומנטים: } (0.045 \cdot F_1 \cdot \sin(50) = (0.055 + 0.045 \cdot \cos(50)) \cdot (-0.06 - 0.045 \cdot \sin(50))) \cdot (F_2 \cdot \cos(30), F_3 \cdot \sin(30))$$



האתגרים

- עיצוב המוצר כך שתאים ליד האנושית ויקנה נוחות מקסימלית.
- איזון בין דרישות התכנון (ניידות המוצר, כוח מופעל, לגודל הפיס, עיצוב, והנחות שלו).
- מציאת ממשק הפעלה נוח ואינטואיטיבי עבור המשתמש.
- תכנון יעיל של מכניזם הנעת אצבעות כף היד.
- בחירת חומרים מתאימים העומדים בדרישות התכנון ואינם מזיקים לאדם בעת מגע ממושך.