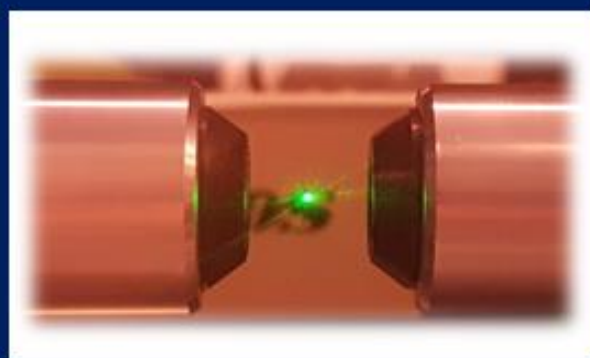
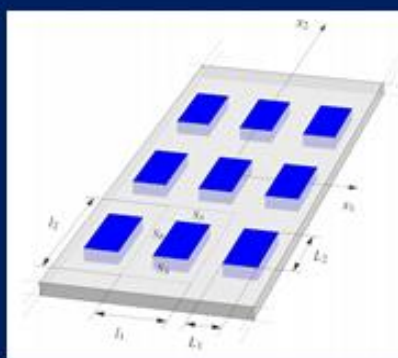
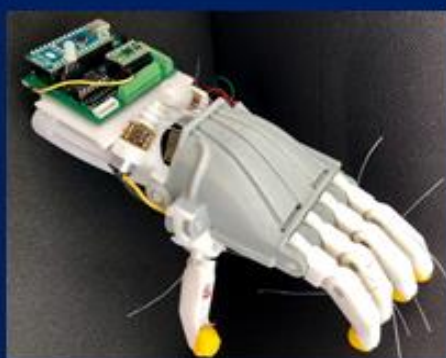


חוברת תקצירים

פרויקטי גמר מחקריים, הנדסיים ותכן מוצר חדש

**הפקולטה להנדסת
מכונות, טכניון**

שנה "ל התשע"ט 2018/9



אני מברך על היוזמה להוצאת חוברת המאגדת בתוכה את כלל הפרויקטים בפקולטה להנדסת מכונות. הפרויקט השנתי נקרא במספר אוניברסיטאות פרויקט גמר ויתכן כי שם זה מגדיר את מהותו טוב יותר. אני רואה בפרויקט את גולת הכותרת של הלימודים, כאשר הידע והניסיון שנצברו בקורסים השונים מופעלים על נושא מסוים ומאינטגרציה שלהם נולד הפרויקט, בין אם מוצר חדש, או תהליך, אלגוריתם או תוכנה חדשים.



אני מלא הערכה לפעילות בפרויקטים. במידה רבה הוא תשובה לאלו המפקפקים במחויבות של הסטודנטים ובנכונותם להשקיע. כאשר המטרה ברורה, וכאשר יש מנהיגות חיצונית ופנימית, הוכח כי הסטודנטים מוכנים להשקיע מאמצים ומחשבה וההישגים לא מאחרים להגיע. הרבה פעמים הפרויקט כולל מעבר להנחיה רגילה גם קשר בלתי אמצעי עם התעשייה. זהו שיתוף פעולה אמיתי בו כל הצדדים, התעשייה, הפקולטה ובראש ובראשונה הסטודנטים, יוצאים נשכרים. אירוע הצגת הפרויקטים הפך כבר למסורת ולאירוע מרכזי בפקולטה כולה.

מבין כל הפרויקטים מתבלט בהיקפו פרויקט הפורמולה. הפקולטה להנדסת מכונות מכירה בערכו של פרויקט דגל זה ומעניקה לו סיוע רב, מקצועי, כלכלי ולוגיסטי. תודה גם לאגף קשרי ציבור ופיתוח משאבים ולגופים טכניונים אחרים על התמיכה התקציבית. אולם אנו זוכרים היטב כי פרויקט זה התחיל מן הסטודנטים ומנוהל עד היום על ידם באופן עצמאי ומקצועי ביותר.

אני מברך את כל המשתתפים, ומאחל שהפרויקטים המצוינים המוצגים יובילו אתכם להישגים הבאים והגדולים במחקר ובתעשייה.

רשימת פרויקטים

5	מידול של מבנים גמישים באמצעות משוואת הגלים
6	הומוגניזציה דינמית של פלטות מרובבות ופלטות בעלות קפיצים מקומיים
7	קוורץ כחומר למיקרו-משפעים
8	אלומיניום ניטריד (Aluminum Nitride – AlN) ליצירת המיקרו-משפעים
9	שיטה חדשנית לחישה מאמץ באמצעות חומר מרוכב מגנטוסטריקטיבי
10	ניתוח אופני תנודה בכפיפה של ננו-חוטי ניקל בסימולציות דינמיקה מולקולרית
11	קורה תמירה הנתונה לדפורמציות גדולות עקב שילוב של לחיצה ופיתול
12	הטמעת מודל לכשל ונזק דינאמי מבוסס קריטריון אנרגטי בתכנת אלמנטים סופיים
13	מציאת הקשר בין חספוס לבין קשיחות
14	תכונות מכניות של זירקוניום וטיטניום
15	ההשפעות של ה-LTD על שתלי שניים מקרמיקה
16	מידול ראשוני של בניית עצם מסתגלת
17	ניסויים מכניים בסגסוגות מגנזיום
18	היפרדות מטריצה היפראלסטית מחלקיק אלסטי במודל אלמנטים סופיים
19	יציבות של מערכות מכניות
20	מידול קונסטיטוטיבי של הידרוג'ל methyl cellulose בעמיסה סטטית
21	גישת פער-ידע לביצוע תהליך תכן להתעייפות
22	מטא-משטח רב ספקטרי במהוד לייזר
23	צימוד אור לטיפת שמן מרחפת באוויר
24	אינטרפרומטר פורייה
25	מערכת דימות אופטו-אקוסטית
26	הדמיה חישובית של בעיית שכשוך נזלים במיכל הנתון לערור אופקי
27	מחקר ניסויי של כנפיים משנות צורה
28	פיתוח מודל אנליטי לכנף משנה צורה
29	פתרון משוואות תנועה של זורם המכיל חלקיקים "בי-סטבילים"
30	מדידת דפוזיציה של חלקיקים נושאי תרופה במודלים דפורמבילים של עורקים המצופים בתאי אנדותיל תחת זרימה פועמת.
31	דיאלקטרופורטיקה של חלקיקים מהונדסים
32	פיתוח מתקן חיצוני הניתן לכיוונון להזזת פאזה בין לחץ וספיקה במקרר קריוגני זעיר מטיפוס PT
33	הסבת תא שריפה של מנוע סילון מפעולה בדלק סילוני (קרוסין) לגז טבעי (מתאן)
34	שיפור ביצועי טורבינת וולס באמצעות אקטואטורים מבוססי פלזמה
35	התפלת מים באמצעות טורבינת רוח אנכית
36	התפלת מים לצרכי חקלאות בעזרת דיוניזציה קיבולית
37	ריכוך מים בעזרת דיוניזציה קיבולית
38	קורוזיה בסוללות זרימה מבוססות אבץ ברום
39	ניתוח וסיווג פוטנציאלים מונחי שגיאה בזמן אמת מתוך מדידות E.E.G
40	חיישן תהודה מגנטית לניטור רמות החמצן בעור
41	אימות מודל הידרו-אלסטי עבור מערכות חקלאות בים פתוח
42	אופטימיזציה של מערכת בקרה המיועדת ליד-רובוטית-תותבת עבור קטועי יד מתחת-למרפק
43	ניטור בריאות מבנים באמצעות מידע מודלי
44	מידול של אופניים ובקרה באמצעות היגוי הגלגל הקדמי
45	מערכת הנעה המבוססת על אנרגיה אלסטית
46	קצירת אנרגיה ביו-מכאנית באמצעות סיבי פחמן
47	ניווט רובוט Telecare
48	דחליל רובוטי
49	רפידת חיישנים למדידת לחץ דינמי
50	פרוטזת יד רובוטית בעלות נמוכה לילדים קטועי אצבעות או שנולדו עם אנומליה של האצבעות

51	יד פניאומטית לקו-בוט (רובוט שיתופי)
52	מידול ובקרה של Balancing Robot Self בעזרת בקר ארדואינו
53	מערכת שליטה ובקרה ברובוט דו-רגלי
54	בקרת רפלקסים לרובוט דו-רגלי
55	בקרה וייצוב של מטוטלת הפוכה
56	ייצוב אופניים באמצעות גלגל תנופה
57	אפיון מתכות זכרות צורה בגזירה
58	פותרן לזרימה דחיסה בשיטת Lattice Boltzmann Method
59	אופטימיזציה טופולוגית מוכוונת הדפסה D3 במתכות
60	שיחזור משטחי Bezier מענן נקודות סרוק של גדם אמה עבור מערכת תיב"מ
61	אופטימיזציה של מידול משאבה צנטריפוגלית באמצעות תיב"ם
62	נעילת תדר הלייזר על פי תופעת פיזור ברילואן מאולץ
63	שבירת סימטריה ממשטח דיפוזיבי יחיד (פיזור אנאיזוטרופי)
64	יישום משאבת חום מקור-מים במערכת מיזוג אוויר
65	מיזוג אוויר וקונרציה עם גז טבעי
66	קירור מהיר של נוזלים באמצעות מחליפי חום
67	מתקן אגירה והמרת אנרגיה לתחנות כוח תרמו-סולאריות, מבוסס אגירת אנרגיית חום ללא שינוי פאזה באבן חול
68	קירור ביניים במדחס טורבינת גז
69	תחנת כוח סולארית עם מתקן אגירה תרמי מבוסס שמן
70	תכן של מערכת לאגירת אנרגיה תרמית בעזרת מלח מותך עבור מגדל שמש סולארי
71	מקרר גל מתקדם תרמואקוסטי
72	תכן משאבת מים צנטריפוגלית
73	ניטור מצב בריאותי של נהג ללא מגע
74	ממשקי מוח- מחשב לשיקום
75	ממשק מוח מכונה מבוסס גירוי טקטלי
76	תכן גיאומטרי לגוף כלי שייט יעיל והערכת גרר-הספק- נצילות תחבורה
77	פיתוח מדגים הנדסי עבור מיכל להודפים נוזליים מסוג דיאפרגמה לחלל
78	פיתוח מדגים הנדסי עבור שסתום סלנואידי לבקרת זרימת מחמצן
79	שסתום מפחית לחץ דו דרגתי
80	תכן מערכות הידראוליות - משאבת גלגלי שיניים ומעלית הידראולית
81	שסתום בקרת זרימה לדלק ג'לי
82	סעפת יניקה -פרויקט פורמולה טכניון 2019
83	תכנון מארז סוללות לרכב מירוץ חשמלי אוטונומי
84	פיתוח מערכת אנטי-רול אקטיבית והידראולית, פרויקט פורמולה 2019
85	מערכת סובבת למניעת החלקות של רכב אוטונומי בזמן פניה
86	תכנון ובקרה של מערכת הנעה חשמלית לרכב פורמולה
87	תכן ובקרה של מערכת DRS ובקרה של מערכת ARB
88	פורמולה טכניון 2019 – אקטואציה ההגוי
89	סביבת נהג לרכב פורמולה
90	התאמות שילדה לרכב פורמולה חשמלי-אוטונומי
91	מערכת העברת הילוכים
92	אקטואציה אוטונומית לבלמים
93	תכן מנגנון הרמה הדראולי במלגזה
94	הליכון ממונע
95	הליכון ממונע באמצעות חיישנים - ההליכון הכחול
96	גלגלון - התקן עזר הליכה
97	תא המדמה ירידת לחץ מהירה

98	מנגנון הרכבת ספוג
99	שיפור תהליך הסימון במכונת הלייזר
100	מכונה לליטוש משטח פני הדבקה של מנסרות אופטיות מלבניות
101	מרכיב נועלים לפיות ניקוי
102	קומפרסור אוויר מבוסס על BELLOW
103	לקראת רעיון חדש לשריון וספיגת אנרגיה נזלי
104	טלסקופ חלל סגמנטי
105	סימולציית רובוט דו-רגלי הולך
106	MyFive - פיתוח יד רובטית מודפסת – תכנון ופרמטריזציה
107	MyFive - פיתוח יד רובטית מודפסת – קוד בקר

מידול של מבנים גמישים באמצעות משוואת הגלים

Modeling flexible structures governed by the wave equation

שחר לוי

מנחה: פרופ' יורם הלוי

אנו מציגים חקר של פונקציית תמסורת מסדר אינסופי אשר מתארת התנהגות דינמית של מוט בפיתול כתוצאה מהפעלת מומנט נקודתי או מפורס. פתרון מדויק חולץ באמצעות משוואת הגלים. פונקציית התמסורת מכילה השהיות אשר מתארות את הגלים המתקדמים והדינמיקה במערכת. השהייה זה אלמנט אינסופי כך שהטיפול בפונקציה בעלת השהיות הינו תהליך מורכב, לכן השתמשנו בקירוב פאדה על מנת לחלץ פונקציית תמסורת רציונאלית ולאחר מכן ביצענו השוואה בין קירוב פאדה לשיטת אלמנטים סופיים. מטרה נוספת של הפרויקט הייתה למצוא פונקציית תמסורת מדויקת עבור מומנט מפורס.

We present infinite-dimensional transfer function that describe the dynamic behavior of a rod in torsion caused by a torque moment applied at a point or part of the rod. The exact transfer function was derived in means of delay which represent traveling waves. The exact transfer function contains a delay element which is infinite-dimensional, complicating its treatment. Therefore, one of our goals is to find a rational transfer function. Padé approximation approach is explored and compared to finite element method (FEM). Another goal of the project was to find a transfer function where the rod is subjected to a distributed torque moment $M(x,t)$.

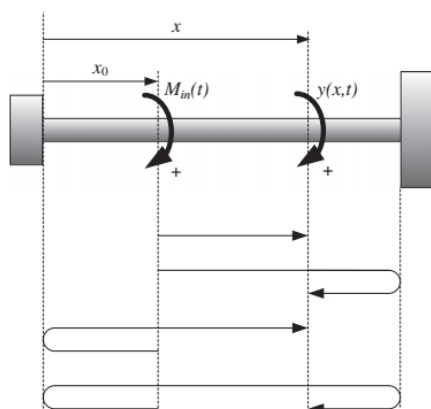


Figure 1 – Scheme of the system

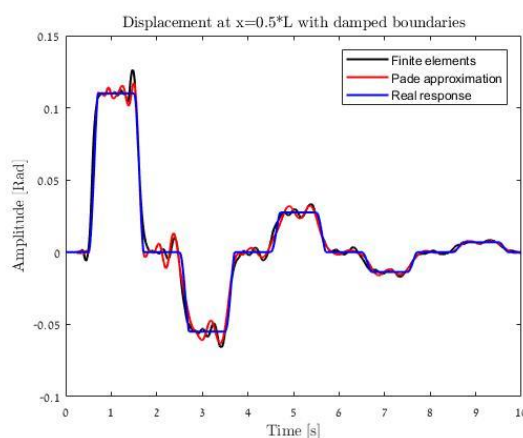


Figure 2 –Comparison between Pade and FEM with Damped boundaries (Order 21)

הומוגניזציה דינמית של פלטות מרוכבות ופלטות בעלות קפיצים מקומיים

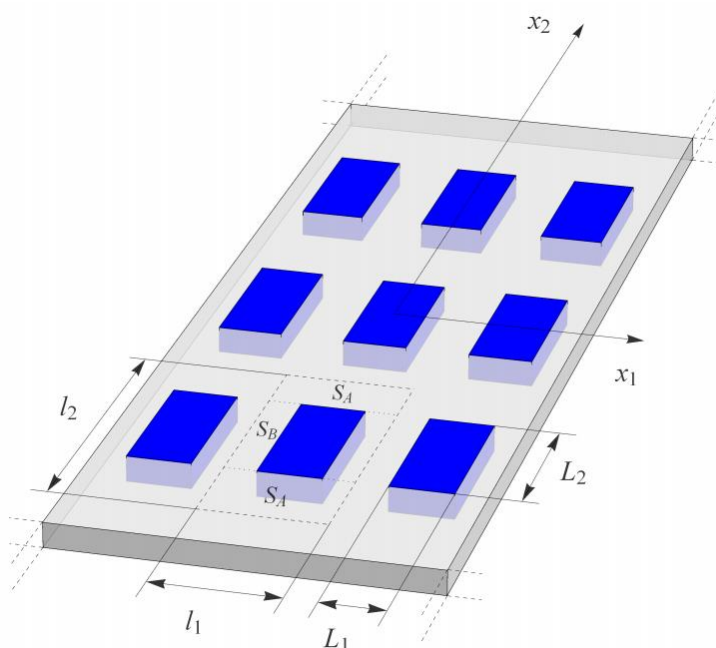
Dynamic homogenization of composite and locally resonant thin plates

אריאל פישמן

מנחים: ד"ר רנה פרנאס ופרופ' מ' גל שמואל

מטרת ההומוגניזציה הדינמית היא לתאר את המאפיינים המקרוסקופיים של התקדמות הגל במיקרו מערכות. על ידי שימוש בשיטה פשוטה, אנחנו מצאנו את התכונות האפקטיביות אשר משחזרות את היחס בין התדירות לזווית הגל עבור פלטות מרוכבות ופלטות בעלות קפיצים מקומיים.

Dynamic homogenization aims at describing the macroscopic characteristics of wave propagation in microstructured systems. Using a simple method, we find frequency – dependent homogenized parameters that reproduce the exact dispersion relation of composite plates and plates with local resonators.



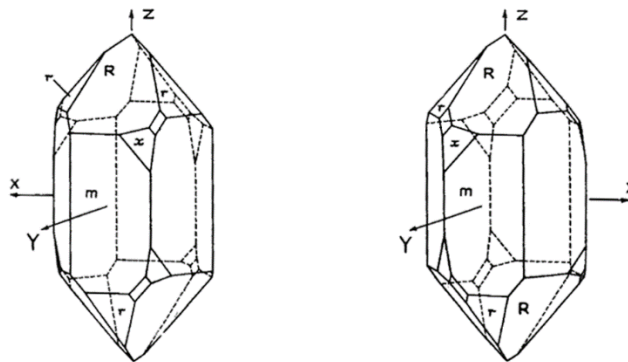
קוורץ כחומר למיקרו-משפעים

Quartz as a material for micro-actuators

שיר בניטה

מנחה: פרופ' דוד אילתה

קוורץ הוא חומר פיאזואלקטרי בעל תכונות ייחודיות. תרכובת החומר דומה לתרכובת של זכוכית (SiO_2), אך לעומת הזכוכית שהיא בעלת מבנה אמורפי, לקוורץ מבנה גבישי מסודר. כדי שנוכל ליצור מקוורץ משפעים ורזונטורים, עלינו להבין את תכונות החומר ולחקור כיצד ניתן לנצלם באופן מיטבי למטרות מוגדרות. בעבודה זו נציג את התכונות המגוונות של קוורץ, ונדגיש את השונות שבין קוורץ לחומרים פיאזואלקטרים גבישיים נפוצים אחרים.



Quartz is a piezoelectric material with unique properties. The chemical composition of Quartz is identical to that of glass (SiO_2), but whereas glass has an amorphous structure Quartz is an ordered crystal. Utilization of Quartz for fabrication of actuators and resonators, requires deep understanding of its electromechanical properties to facilitate optimal design. In this project, we examine the electromechanical response of Quartz and elaborate the difference between Quartz and other common piezoelectric crystals.

אלומיניום ניטריד (Aluminum Nitride – AlN) ליצירת המיקרו-משפיעלים

Aluminum Nitride (AlN) as a material for micro-actuators

אייל בן-יוסף

מנחה: פרופ' דוד אילתה

אלומיניום ניטריד הוא חומר הנמצא בשימוש בתעשיית המיקרו-אלקטרוניקה. לחומר זה תכונות פייזואלקטריות, ולכן הוא יכול להמיר אות חשמלי לכח או דפורמציה מכאנית, ולהמיר דפורמציה מכנית לאות חשמלי. מסיבה זו AlN שימושי לתעשיית המיקרו-מערכות, ולאחרונה מושקע מאמץ מחקרי רב לפתח התקנים מחומר זה.

בפרויקט זה נלמדים מספר היבטים של AlN. חומר זה שייך למשפחת III-V ולכן למבנה הקריסטלי שלו יש סימטריה הקסגונית, וכיוון הפולריזציה בחומר מקביל לציר הסימטריה של הגביש. בפרויקט מרוכז מידע רלוונטי על שיטות לייצור שכבות דקות של AlN ועל גורמים בתהליך הייצור המשפיעים על כיוון גידול הגביש ועל קביעת מגמת הפולריזציה לאורך ציר הסימטריה של הגביש.

Aluminum Nitride (AlN) is a material widely used in the microelectronics industry. AlN has piezoelectricity properties, which enables it to transform an electric signal to a force or a mechanical deformation, and to transform a deformation into an electric signal. This transduction between the mechanical and electric domains makes AlN useful in the MEMS industry, and recently a considerable effort is invested to develop devices that use AlN.

In this project, several aspects of AlN are examined. AlN belongs to the III-V compound group, and therefore its crystal structure has a hexagonal symmetry, with the polarity direction parallel to the symmetry axis of the crystal. Relevant data is compiled relating to thin-film fabrication methods of AlN, and to factors that affect the crystal growth and polarity attitude along the symmetry axis.

שיטה חדשנית לחישת מאמץ באמצעות חומר מרוכב מגנטוסטריקטיבי

A Novel Stress Sensing Method Using a Magnetostrictive Composite Material

אלעד גולומב

מנחים: פרופ' דורון שילה, ד"ר אילון פארן

פרויקט זה בוצע במעבדה למיקרו וננו מכניקה של חומרים בפקולטה להנדסת מכונות בטכניון, ועסק במחקר שיטה לחישת מאמץ המבוססת על שימוש בחומר מרוכב, הכולל חלקיקים של Terfenol-D, שהוא חומר מגנטוסטריקטיבי, ומטריצת אפוקסי המשמשת כחומר מעצב. חומר מגנטוסטריקטיבי הינו חומר המקיים קשר ישיר בין השדה המגנטי שלו להעיבור שלו, אשר מושפע מהמאמץ המופעל על החומר. הפרויקט כלל יצירת דגמים רבים של החיישן, תוך הפרדת מאפיינים מסוימים בין החיישנים השונים, ובדיקת השפעתם של מאפיינים אלו על תפקודו. נוסף על כך, בוצעו מדידות של היסטריזיס מגנטי. לבסוף, באמצעות מעגל חשמלי בו החיישן ממוקם כטווח של סליל נתון, נבדקה רגישות החיישן למאמץ ולעוצמת הזרם במעגל. כל אלו בוצעו לצורך אימות של פונקציונליות החיישן.

This project studied a new method of stress sensing, that is based on a megnetostrictive composite. The composite consists of an epoxy matrix, and particles of Terfenol-D, which is the magnetostrictive material, that displays a coupling between its magnetic field and its strain, that is dependent on the stress it upholds. The project included production of many sensor models, with different parameters and experiments to test the parameters' effect on the material's functionality. Magnetic hysteresis tests were taken as well. The final step of the project used an RL circuit, where the sensor is located in a circular coil, and the sensor's sensitivity to stress and to the circuit's voltage was tested. The steps were taken to support validation of the sensor's functionality.

ניתוח אופני תנודה בכפיפה של ננו-חוטי ניקל בסימולציות דינמיקה מולקולרית

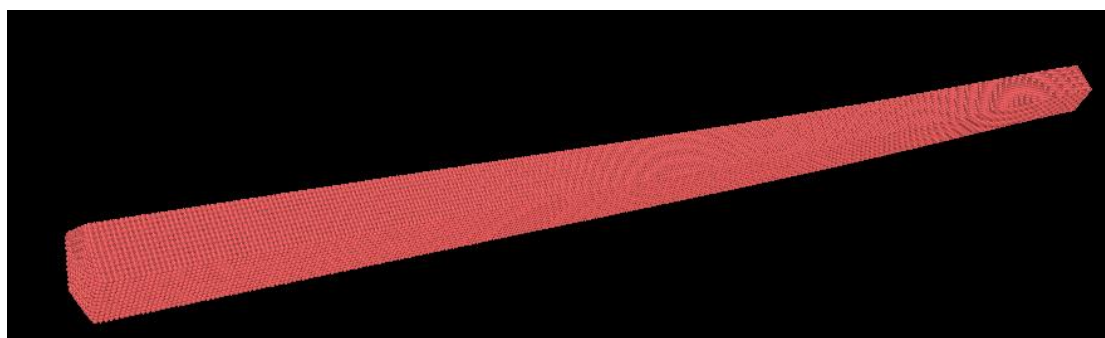
Analysis of Transverse-mode oscillations of Nickel nanowires in molecular dynamics simulations

ליה טבי

מנחה: פרופ' ח' דן מרדכי

ישנו שימוש גובר בחוטים ננומטריים כאבני בניין בסיסיים במכשירי חישה. חוטים ננומטריים מאופיינים באמצעות המימדים הקטנים שלהם אשר מספקים רכיבים בעלי רגישות רבה לכוח, למסה נמוכה וספקטרום של תדרים עצמיים גבוה. במהלך הפרויקט ביצענו סימולציות דינמיקה מולקולריות של חוטי ניקל ננומטריים התונדים בכפיפה. תחילה, אנו מציגים חוט ננומטרי בתצורת קורה שלוחה וממקמים את האטומים כך שהקורה תהיה בעלת שקיעה ידועה בקצה החופשי. לאחר מכן, אנו משחררים את המערכת ומחשבים את מסלול האטומים במרחב. התנודה בכפיפה נותחה באמצעות עקיבה אחרי מספר אטומים בציר הסימטריה שמתוכם חושבו תדרי הכפיפה העצמיים הראשונים. התוצאות מראות כי יש התאמה טובה עם מודל הרצף אוילר – ברנולי.

There has been a growing use of nanowires as basic building blocks in sensing devices. Nanowires are characterized by their small dimensions, which can provide components with high force sensitivity, low mass and very high eigenfrequency spectra. During this project, we performed molecular dynamics (MD) simulations of Ni nanowires oscillating transversally. First, we introduced a nanowire in a cantilever configuration and relaxed the atoms with an imposed deflection at the free end. Then, we released the system and calculated the trajectory of the atoms in space. The transverse oscillation was analyzed by tracking several atoms on the symmetry axis, from which the first few transverse eigenfrequencies were calculated. The results are shown to be in good comparison with the continuum Euler-Bernoulli theory.



קורה תמירה בדפורמציות גדולות עקב שילוב של לחיצה ופיתול

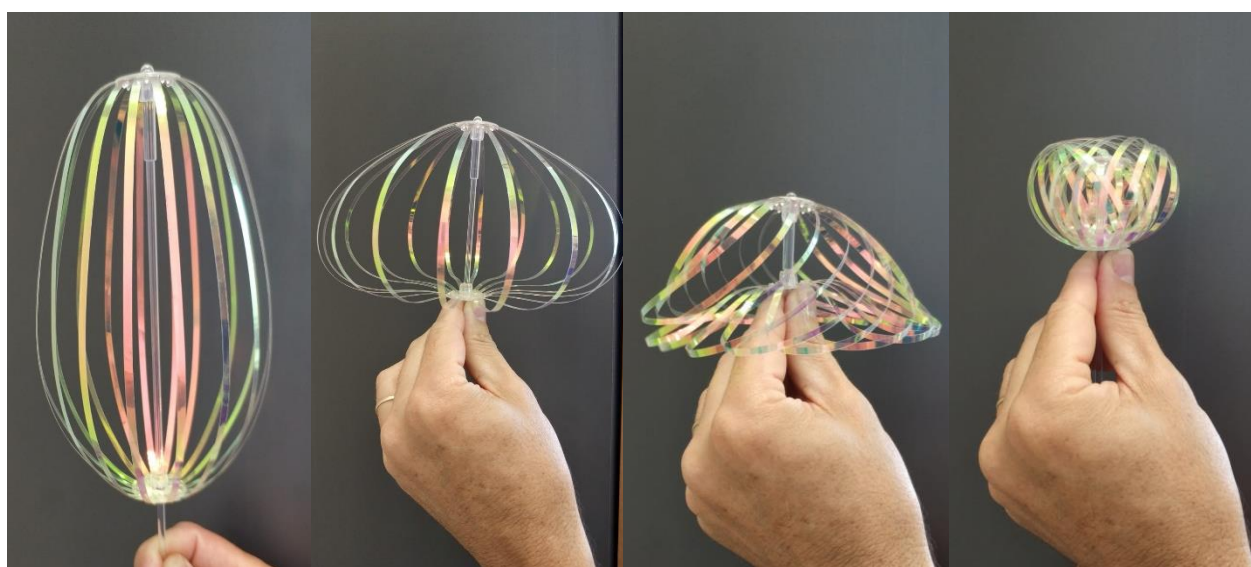
Slender beam undergoing large deformations due to compression and torsion

שי צ'מני

מנחה : פרופ' ספי גיבלי

הבנת האפקט המשולב של כפיפה ופיתול רלוונטי למגוון רחב של תופעות. משימה זו נהיית מאתגרת במיוחד כאשר הקורה עוברת דפורמציות גדולות. במחקר זה אנו חוקרים קורה תמירה שאינה משנה את אורכה, אשר נתונה תחת מצבים של כוח מבוקר והזזה מבוקרת, אשר גורמים לדפורמציות גדולות הכוללות כפיפה ופיתול יחדיו. אנו מתחילים בהבנת האפקט של אי-לינאריות גאומטרית במובן של קורות בכפיפה, כולל אפקט הממברנה. השלב הבא הינו מחקר ההתנהגות של קורות לאחר קריסה, המוביל לפתרון המבוסס על פתרון אינטגרלים אליפטיים. לבסוף, נבדוק את השפעת הפיתול והכפיפה יחדיו על סיב (קורה תמירה) בעל אורך שאינו משתנה.

Understanding the combined effect of bending and torsion is relevant to a wide range of phenomena. This task becomes highly challenging if the beam undergoes large deformations. In this study, we consider an inextensible slender beam subjected to either force-control or length-control conditions that result in large deformations including both bending and torsion. We begin with understanding the effects of geometrical non-linearity in the context of beams undergoing bending, including membrane effect. Next, we studied the post-buckling behavior of inextensible rods, leading to elliptic-integral-based solutions. Finally, we consider an inextensible fiber (slender beam) subjected to bending and torsion.



הטמעת מודל לכשל ונזק דינאמי מבוסס קריטריון אנרגטי בתכנת אלמנטים סופיים

Implementation and Verification of a Dynamic Failure and Damage Model in a Commercial Finite-Element Software

זוהר אודס

מנחה : פרופ' דניאל ריטל

בעבודה זו הוטמע מודל ריטל-דולינסקי לכשל דינאמי וצבירת נזק בתכנת האלמנטים הסופיים LS-DYNA. מודל זה, אשר מבוסס על אנרגיית העיבורים בחומר הנתון לעיבור פלסטי נרחב ולקצבי עיבור גבוהים, הוטמע בתכנת האלמנטים הסופיים כתת-שגרה הניתנת להגדרה ע"י המשתמש (UMAT). במטרה לאפשר את השימוש במודל זה בסימולציות בהן הצימוד התרמו-מכאני משחק תפקיד משמעותי, או אף כאשר נבחנת השפעתו כלל, מודל Johnson-Cook (JC) לזרימה פלסטית הוטמע במלואו כחלק מתת-השגרה. הטמעת המודל אומתה באמצעות השוואתם של מספר מקרי בחן פשוטים אל מול מודל ה-JC המובנה, תחת צורות העמסה שונות. לבסוף, הן המודל והן הטמעתו נבחנו נומרית בסימולציה שנועדה לשחזר ניסוי גזירה בפיתול דינאמי של דגם גלילי, ולבחון את הופעתם והתפשטותם של פסי גזירה א-דיאבטיים.

In this work, the Rittel-Dolinski model for dynamic failure and damage accumulation is implemented into the LS-DYNA finite element code. The energy-based failure criterion was implemented using a *user defined subroutine* (UMAT). In order to allow for incorporation of the model into simulations where the effect of thermo-mechanical coupling is of great concern (specifically in the numerical modeling and study of Adiabatic Shear Bands – ASB), the complete formulation of the Johnson-Cook plasticity model was implemented as a part of the subroutine. The implementation process was then verified numerically by comparing simple test-cases with the built-in JC model under various loading regimes, followed by a full-scale dynamic torsion test of a cylindrical specimen, where the onset and propagation of the ASB were investigated.

מציאת הקשר בין חספוס לבין קשיחות

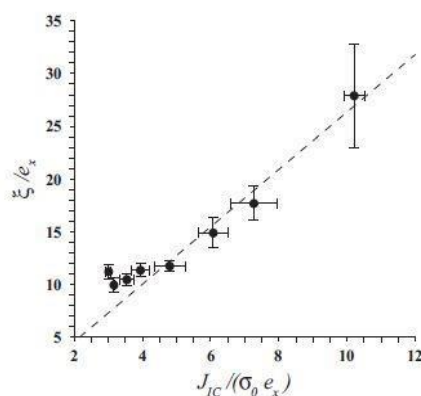
Finding the roughness toughness correlation

יוגב מור-חיים

מנחה: פרופ' שמוליק אוסובסקי

היכולת לקשר בין המיקרו מבנה של החומר לבין התנגדותו לגידול שבר הינה בעיה ידועה זה זמן רב והינה ללא מענה עד היום. התאמה שכזו, אם תמצא, תוכל לסייע רבות בתחום חקר כשל ותחשוף כיוונים עתידיים בתחום תכן החומרים. בעבודה זו, הניסויים בוצעו על אלומיניום המכיל יהלומים (MMC) כדי לשמש כמודל עבור שבר משיך בחומר עם אינקלוזיות. דיגמי שבירה בעלי סדק אחד נבחנו ב-SEM באמצעות במת מתיחה מותאמת, לאחר מכן פני השבר שוחזרו בעזרת ניתוח סטראו-גרפי. מהתוצאות ניתן לראות קשר לינארי בין האנרגיה הנדרשת לגידול סדק ראשוני לבין הגודל האופייני של פני השבר. באופן דומה מצאנו כי האורך האופייני המדובר מנומל באורך האופייני של המיקרו מבנה הינו קבוע, מה שנתמך גם במודלים תיאורטיים. למיטב ידיעתנו, זוהי הפעם הראשונה שהוצג קשר כזה בניסויים.

The ability to correlate between a material's microstructure and its resistance to crack growth is an age long problem which is very much open up to date. Such a correlation, if found, could greatly assist the field of post-failure analysis as well as shed light on future directions in materials design. In this work, diamond containing Aluminum MMC's were used as a model material for inclusion dominated ductile fracture experiments. SENT specimens where tested in-situ using a MIRA-3 SEM and the resultant fracture surfaces where imaged and reconstructed into digital elevation maps. Our results indicate a clear, linear correlation between the measured fracture toughness and length-scales extracted from the fracture surface. Similarly, we have found that the same length-scale, when normalized by the microstructural length-scale seems to be a constant which in turn is in agreement with theoretical models. To the best of our knowledge, this is the first time such a correlation was demonstrated experimentally.



תכונות מכניות של זירקוניום וטיטניום

Mechanical properties of zirconium and titanium

רותם הויזנר

מנחה: פרופ' דניאל ריטל

במסגרת הפרויקט אנו חוקרים את התכונות המכניות הסטטיות והדינמיות של זירקוניום וטיטניום במטרה למצוא איך המיקרו מבנה של החומר משפיע על תכונות החומר. ביצענו סדרה של ניסויים השוואתיים הכוללת ניסויי מתיחה ולחיצה סטטיים במכשיר האינסטרון וניסויי מתיחה ולחיצה דינמיים במוט הופקינסון מפוצל, בהמשך נבצע גם ניסויי גזירה בהתאמה. ניסויים אלו בוצעו על שלושה חומרים: זירקוניום, טיטניום דרגה 2 וטיטניום דרגה 4. לאחר ביצוע הניסויים ניתחנו את התוצאות, למדנו את תכונות החומרים הנבדקים המתקבלות במעבדה והשוונו בניהם בכמה אופנים: סטטי מול דינמי עבור כל חומר, מתיחה מול לחיצה עבור כל חומר והשוואה בין תוצאות אלו בחומרים השונים. בהמשך הפרויקט ניצור תמונות של צורת השבר המתקבל בעזרת במכשיר מיקרוסקופ אלקטרוני סורק ומיקרוסקופ אלקטרוני חודר וכך נוכל לדעת האם ישנה טקסטורה בחומר, כלומר האם יש כיוונויות מועדפת של גרעיני החומר, מהו הרכב החומרים באזור השבר ואילו פאזות של החומרים מתקבלות באזור השבר. לאחר מכן נבחר ונבצע בחומרים טיפולים תרמים במטרה לשנות את גודל הגרעינים ואת הטקסטורה שלהם ולאחר מכן נבצע עוד סדרת ניסויים. לבסוף ננסה להסביר את ההבדלים בתכונות הדינמיות שיש בין החומרים בעזרת כל המידע שנאסוף.

In this project we investigate the static and dynamic mechanical properties of zirconium and titanium in order to find out how the microstructure of the material influences the properties of the material. We performed a series of experiments that included tension and compression static testing experiments on the Instron machine and tension and compression dynamic experiments on the split Hopkinson bar device, and in the future we will perform shear experiments respectively. These experiments were performed on three materials: Zirconium, Titanium Grade 2 and Titanium Grade 4. After conducting the experiments, we analyzed the results, studied the properties of the materials tested in the laboratory and compared between them in several ways: dynamic versus static for each material, tension versus compression for each material and comparing these results between the different materials. In the next part of the project, we will create images of the resulting fracture by using a scanning electron microscope (SEM, EBSD, EDS) and a transmission electron microscopy (TEM). This will enable us to know whether there is texture in the material, whether there is a preferred direction of the nucleus of the material, what composition of materials existents in the fracture area and the phases of the materials that are obtained in the fracture area. After that, we will select the appropriate thermal treatment in order to change the grain size and possibly texture, and then perform another series of experiments. Finally, we will try to explain the differences in the dynamic characteristics of the materials with all the information we will collect.

ההשפעות של ה-LTD על שתלי שניים מקרמיקה

Effects of LTD on Zirconia Dental implants

יאיר אלבו

מנחה : פרופ' דניאל ריטל

בתחום של שתלי קרמיקה, 3Y-TZP הוא הכי נפוץ, ובחלקו הגדול מורכב מהפאזה המטה-יציבה הטטרגונית (Metastable tetragonal phase – MTP). ה-MTP, הופך, בסביבה לחה, לפאזה מונוקלינית ללא מאמץ מכני, תופעה שידועה כ- Low Temperature Degradation או LTD. מאחר ומדובר בשינוי קריסטלוגרפי, אפשר לכמת את השינוי על ידי שימוש ב-XRAY DIFFRACTION. המחקר עוסק במדידת שינויי פני השטח, שינויי חוזק, וקושי (Vicker's Hardness) במהלך תופעת ה-LTD.

Among zirconia-containing ceramics, 3 mol% yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal (3Y-TZP) is the most widely used in dentistry, and it is mainly composed of the metastable-tetragonal phase. The metastable tetragonal phase also spontaneously transforms into the monoclinic phase in a humid atmosphere without mechanical stress, which is referred to as low-temperature degradation (LTD) or hydrothermal aging. Because it is a crystallographic change, aging can be characterized by techniques sensitive to crystallography or chemical environment. Among them, XRD is most extensively used. The following project will investigate various aspects of LTD kinetics in Zirconia (3Y-TZP) dental implants using XRD, optical profilometry and Vicker's hardness methods, followed by monotonic overload and spectrum fatigue testing. The testing hypothesis is that roughness, surface profile and structural strength change with aging duration.

מידול ראשוני של בניית עצם מסתגלת

Preliminary Modelling of Adaptive Bone Remodeling

בת חן ורפמן

מנחה : פרופ' דניאל ריטל

חלק מן המחקר בנושא בדיקת אמינות בשתלים דנטליים מתבסס על אנליזת אלמנטים סופיים. החומר אליו מחובר השתל הוא חומר העשויה מרקמה חיה – העצם. ולכן חשוב למדל את האלמנט עם דגש מיוחד על התהליך ההתפתחותי שלו. מטרת הפרויקט היא ליישם מודל מסתגל שמתחשב בכל ההיבטים הביולוגיים שמתרחשים בעצם כתוצאה ממאמצים מכאניים.

Part of the investigation process on mechanical reliability of dental implants is based on FEM modelling analysis. The material to which the dental implant is attached to is a living tissue - the bone. Therefore, we must model this element with special emphasis on its evolution. This project goal is to implement an adaptive remodeling model that considers all the biological aspects that occur in bones as a reaction to mechanical stresses.

ניסויים מכניים בסגסוגות מגנזיום**In-situ mechanical testing on Mg alloys**

נועם קופרשמידט

מנחה: פרופ' מ. שמואל אוסובסקי

בשנים האחרונות קיימת מגמה ירוקה במטרה לצמצם את פליטת גזי החממה, כחלק מניסיון זה ניתן לראות שימוש גובר בסגסוגות קלות בתעשיית הרכב הבאות על חשבון שימוש בפלדות. על אף היותו של המגנזיום קל ובעל יחס חוזק-משקל גבוה, הוא מהווה כיום כאחוז אחד ממשקל רכב ממוצע. השימוש בסגסוגות מגנזיום מוגבל בעקבות פורמאביליות פחותה והתנהגות אנאיזוטרופית. בעבודה זו, אנו מציגים מתודולוגיה ניסיונית שמטרתה להבין את הדפורמציה ואת מנגנוני השבר בסגסוגות אלו. המתודולוגיה המוצגת כאן תשמש מאוחר יותר לכיול מודלי נזק, מהם נשאף להסיק על המיקרומבנה של החומר והשפעתו. על ידי שילוב של מדידות EBSD עם SEM חקרנו את נקודות הכשל וכן את השפעתו של המיקרומבנה על מנגנוני הדפורמציה האחראיים על משיכות ופריכות החומר, תוך עריכת ניסויים בטמפרטורות ובמצבי העמסה שונים. אנו מאמינים כי המתודולוגיה המוצגת כאן יכולה לסייע בבניית מעבדה וירטואלית בה ניתן יהיה לחקור מיקרומבנים ומרקמים מגוונים ואף תסייע בפיתוח מיקרומבנים של סגסוגות מגנזיום חדשות.

With the increasing awareness to the importance of greenhouse gas emission control, the traditional role of steels in the automotive industry is compromised by lighter structural alloys. Despite of being the lightest structural metal, demonstrating a high strength to density ratio, Mg components amount for ~1% of a typical car's weight. The usage of Mg alloys is strongly hindered by their poor formability which in turn is strongly related to their anisotropic behavior. In this work, we present an experimental methodology aiming at understanding the deformation and fracture mechanisms in textured Mg alloys. The methodology presented here will be later used for calibrating anisotropic damage models into which microstructural information can be carried. By combining EBSD measurements with SEM in situ loading of sheet Mg specimens at various temperatures and stress states, the damage nucleation sites, as well as the effect of microstructure on the active deformation mechanisms controlling the strength and ductility are explored. We believe that the methodology presented here can aid in constructing a virtual lab where various microstructures and textures can be explored, aiding in the microstructural design of emerging Mg alloys.

היפרדות מטריצה היפראאלסטית מחלקיק אלסטי במודל אלמנטים סופיים

Detaching Hyperelastic Matrix from Spherical Particle in Finite Elements Study

גלינה רחמן

מנחה: פרופ' מ. שמואל אוסובסקי

דלקים מוצקים הם למעשה חומר מרוכב המורכב ממטריצת פולימרים וחלקיקים מתכתיים. תחת עמיסה תרמית/מכנית עלולה להווצר בחומרים אלו דגרדציה ואף להגיע למצב של שבר. בניגוד למתכות, הניתוק בין המטריצה-לחלקיק ותהליך גדילת החלל ביניהם לא בהכרח יביא לצניחת מאמצים תחת עמיסה מתמשכת זאת עקב עקומת הקשייה יחודית של המטריצה. שכבה קוהזיבית שומשה במודל על מנת לחקור את תהליך התנתקות המטריצה ההיפראאלסטית לחלקיק האלסטי תחת מתיחה חד צירית.

Solid propellants are basically a composite material consisting of a polymeric matrix and metallic particles. Under thermal/vibrational loads, those materials can exhibit degradation in their structural integrity, which may eventually lead to failure. Unlike metallic materials, here, the matrix-particle de-bonding process and the following void growth will not necessarily manifest in the form of load drop under continuous loading due to the unique hardening curve. Here we use a cohesive zone model to investigate the fingerprints of the decohesion process between a hyperelastic matrix from an elastic particle under uniform tensile load.

יציבות של מערכות מכניות**Stability of Mechanical Systems**

מאור שומיטוב

מנחה: פרופ' ח ספי גבלי

המטרה העיקרית בפרויקט זה היא להבין את תופעת היציבות של מערכות או מבנים מכניים לאחר קריסה במצב. התחלנו עם Mises-truss, אולי המבנה הפשוט ביותר. מצאנו את כל מצבי שיווי המשקל עבור כוח נתון. בהמשך למדנו מבנה ביסטבילי נוסף "מבנה הקורה העקומה", אשר מהווה גרסה רציפה של Mises-truss. לבסוף חקרנו התנהגות מוטות אשר אינם משנים את אורכם לאחר קריסה שחוות תזוזות גדולות תחת עומס צירי. השלב האחרון שעדיין לא הושלם הוא ללמוד את יציבות הקונפיגורציות של מוטות אילו לאחר הקריסה. זה יאפשר לנו לענות על שאלות כמו האם המוד השני של הקריסה הוא קונפיגורציה יציבה? ע"י שליטה בעומס או שליטה בתזוזה?

The main goal of this project is to study the stability of post-buckling equilibrium configurations. We begin by studying the Mises-truss, perhaps the simplest structure having more than one equilibrium configuration for a prescribed load. We find all possible equilibrium configurations, and study their stability. Next, we studied another bistable structure, the curved beam, which is the continuum version of the Mises truss. Finally, the post-buckling behavior of a non-extensible rod undergoing large rotations and subjected to a compressive force is considered. The last step, still to be accomplished, is to study the stability of these post-buckling configurations. This will enable answering questions such as is the second buckling mode a stable configuration? in displacement-control experiment? In force-control experiment?

מידול קונסטיטוטיבי של הידרוג'ל methyl cellulose בעמיסה סטטית**Constitutive modeling of methyl cellulose hydrogel under static load**

אוראל גואטה

מנחה : פרופ' דניאל ריטל

גיל מימי מבוסס Methyl cellulose הוא חומר פולימרי בעל תכונה של קפיאה הפוכה. כאשר מחממים את החומר במצבו הנוזלי, החומר מתמצק לצורת ג'ל פעם נוספת בניגוד למצופה, תוך כדי ספיחת אנרגיה. ניסויים שבוצעו מראים כי על מנת לגרום למעבר פאזה, ניתן לספק את האנרגיה בצורה תרמית או בצורה מכנית ע"י גלי הלם. כאשר גל הלם פוגע בחומר במצבו הנוזלי, נגרמת התמצקות מקומית באזור פגיעת הגל בלבד, בעוד ששאר החומר נותר במצבו הנוזלי. ההתמצקות האנדותרמית של הג'ל, סופחת חלק ניכר מהאנרגיה המועברת דרכו ולכן חומר זה מסוגל להנחית גלי הלם בצורה יעילה. המטרה והשאיפה בעתיד הן להשתמש בחומר זה לצורכי מיגון שכן אמצעי המיגון כיום מסוגלים לעצור תנועה של קליעים וחלקים נעים אך אינם מסוגלים למנוע את גלי ההלם הנלווים שעלולים לזרוע הרס רב ואף להביא לאבדן חיי אדם. מטרתנו כיום היא למדל את ההתנהגות המכנית של החומר בריכוזים שונים, תחת עמיסה סטטית בשלב ראשון, ודינמית בהמשך ובמספר טמפרטורות. קיים אתגר במידול חומר זה שכן מדובר בחומר ויסקואלסטי וקיימת השפעה רבה לפרמטרים השונים של החומר וכן לתנאי ההעמסה.

Methyl cellulose (MC) hydrogel is a polymeric material with the property of inverse freezing. When heated in liquid state, the material solidifies into a "solid" gel form, while absorbing energy. Past experiments showed the gelation can be achieved by a strong impact wave, and not only by heat. When absorbing the impact energy, the material solidifies in the impact area only, while the rest of the material remains liquid. The endothermic gelation absorbs a substantial amount of the transmitted energy, which makes it a useful tool in order to attenuate impact waves. The ultimate purpose of our research is developing of protection methods that uses this gel to prevent damage resulting from impact waves, a problem which arises in many protection methods that are in use today. Our current goal is modeling the gel's mechanical behavior under static (first stage) and dynamic (second stage) loads, with varying temperatures and MC concentrations. The modeling presents various challenges due to the material's viscoelastic properties and the dependence of the mechanical behavior on the different parameters of the material and the loading conditions.

גישת פער-ידע לביצוע תהליך תכן להתעייפות

An Info-Gap Approach to Design for Fatigue

רון שטרן

מנחה: פרופ' יעקב בן-חיים

כיום, תהליך התכן להתעייפות וחישוב מספר המחזורים עד לכשל בהתעייפות מבוצע על סמך נוסחאות אמפיריות שתלויות בפרמטרים רבים כגון גאומטריית החלק, תהליך הייצור, צורת העמיסה, טמפרטורת העבודה ועוד. במהלך תהליך התכן, ייתכן כי פרמטרים אלו לא יהיו ידועים מראש ולכן נדרש להעריכם בקירוב. מצב זה מניב פערי ידע. בפרויקט נעזרנו בכלי אופטימיזציה לא לינארית, ופיתחנו שיטה חדשה לביצוע תהליך תכן להתעייפות של אלמנט פשוט בעזרת שימוש בתורת פער-ידע. יצרנו עקומות חסינות עבור הצעות תכן שונות ופיתחנו דרך חדשה לתעדף בין הצעות התכן.

Today, fatigue design and calculation of the number of cycles to fatigue failure are based on empirical formulas that depend on many parameters such as component geometry, the manufacturing process, loading mode, working temperature and more. During the design process, these parameters may not be known in advance, and therefore must be assessed approximately. This situation produces information gaps. In the project we used a nonlinear optimization tool and developed a new method for fatigue design for a simple common element by using the info-gap theory. We calculated robustness curves for different design proposals and developed a new way to prioritize design proposals.

מטא-משטח רב ספקטרי במהוד לייזר

Intracavity spectrally Interleaved Metasurface

שמואל סופרין

מנחה: פרופ' ארז חסמן

Nd:YAG הינו תווך מגביר נפוץ למהודי לייזר, המאפשר לזירה באורך גל של 1064 נ"מ. ליישומים רבים, נעשה שימוש בקריסטל יצרן הרמוניה שניה לא ליניארי בתוך המהוד על מנת לאפשר לזירה באורך גל של 532 נ"מ, באור נראה ירוק.

בעבודה זו תוכנן מטא-משטח דיאלקטרי מבוסס פאזת פנצרטנס ברי המסוגל לאפשר שליטת פאזה לשני אורכי הגל הללו בנפרד. ע"י הטמעת מתקן זה בתוך מהוד לייזר לא ליניארי, ניתן לממש לזירה יעילה בשני צבעים, בעלי אופן לזירה רצוי שרירותי (למשל, מערבולות אופטיות או קרני אופן גבוה).

Nd:YAG is a common commercial gain medium for lasers, enabling lasing at 1064 nm wavelength. For many applications, a non-linear second harmonic generation (SHG) crystal is used inside the cavity to enable 532nm visible green lasing.

In this work a dielectric meta-surface was designed, to enable passive phase control in both wavelengths separately. By implementing this device inside a SHG cavity, it is possible to realize efficient bicolor lasing with an arbitrary desired mode (e.g optical vortices, high order modes).

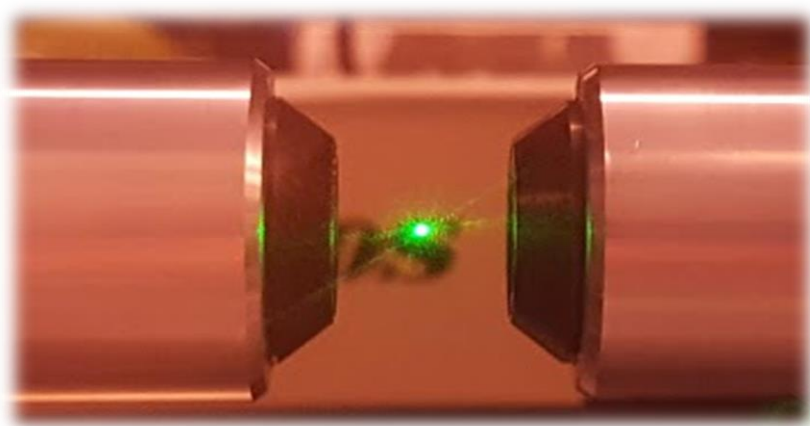
צימוד אור לטיפת שמן מרחפת באוויר

Coupling Light to a Levitating Microdroplet

צור לזר

מנחה : פרופ' טל כרמון

בניסוי זה אנו משתמשים בטיפת שמן מיקרונית המוחזקת באוויר ע"י מלקחיים אופטיים, כמהוד אופטי המצומד לסיב אופטי מדוקק (tapered fiber). הטיפה חווה הגברים אופטיים גבוהים במיוחד כתוצאה מתופעת ה-WGM. המהוד מאופיין ב-Q-factor ו-Finesse גבוהים במיוחד.



We experimentally demonstrate optical trapping of a micro-droplet in air, and then activate it as a fiber coupled resonator, measuring an enhancement (quality/volume) of $10^{-8}10^9$ which is 10 times higher than what the current state of the art allows.

אינטרפרומטר פורייה

Fourier Interferometer

פושומנסקי גבריאל

מנחה: פרופ' אריז ריבק

אחד השימושים העיקריים של אינטרפרומטריה הוא אפיון הטווח הספקטראלי של מקור אור: מדידת אורכי הגל השונים ותרומתם היחסית להרכב האור הנמדד. אפיון זה נעשה באמצעות יצירת תמונת התאבכות בין מקור האור לעצמו תוך שימוש במראות או חומרים בעלי מקדם שבירה שונה מהתווך בו הועברה קרן האור המקורית, היוצרים עיכוב בזמן. מרבית תצורות האינטרפרומטריה מתוכננות בצורה המאפשרת הטיית ו/או הזזת המראות (או אלמנט אחר האחראי לעיכוב בזמן) בין מחזורי מדידה; שינוי זה מאפשר עיכוב שונה בזמן בכל מדידה ואיסוף מידע חדש. פרויקט זה עוסק באינטרפרומטר נייח מסוג ריבק-ליפסון הכולל אלמנט מדורג נייח המאפשר הקלטת תמונה בודדת הכוללת בתוכה מספר דפוסי התאבכות המתקבלים מעיכובי זמן שונים. למערכת שכזו מספר יתרונות, ובראשם רובסטיות מכאנית.

One of the main purposes of interferometry is characterization the spectral range of a light source: measuring the different wavelengths and their relative contribution to the light's make-up. This is done by interfering the light source with itself using mirrors or elements with a different refractive index (compared to the medium the interferometer is placed in) and creating a time-delay. Most interferometry configurations are designed to allow tilting of said mirror and/or element between measuring cycles; This change creates a different delay for each measurement and allows the collection of new data. This project's subject is the Ribak-Lipson Stationary Interferometer which incorporates a stationary stepped element that allows the recording of a single image containing several interference patterns from different time-delays. There are several advantages to such a system and mainly mechanical robustness.

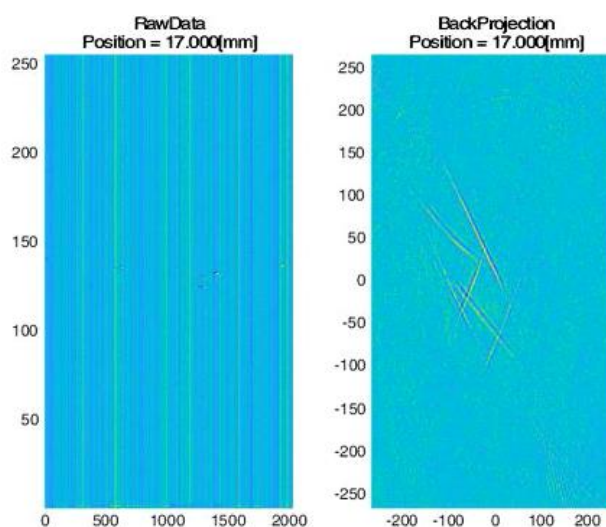
מערכת דימות אופטו-אקוסטית**Optoacoustic imaging system**

דורון פינסקי

מנחה: פרופ'מ אמיר רוזנטל

דימות אופטו-אקוסטי הוא שיטת דימות ביו-רפואי המבוסס על אפקט בעל אותו השם. בדימות אופטו-אקוסטי מקרינים פולס לייזר על רקמות ביולוגיות. חלק מהאנרגיה נבלעת ונהפכת לחום, דבר אשר מוביל להתרחבות הרקמות הביולוגיות ולפליטה של גל אולטרה-סאונד. מטרת הפרויקט היא לבנות מערכת דימות אופטו-אקוסטית המבוססת על הרכיבים הבאים: (1) לייזר המספק את האנרגיה הדרושה לפליטת גל האולטרה-סאונד; (2) גלאי אולטרה-סאונד שקולט את האות; ו-(3) במות לינאריות המאפשרות לדגום חתך שונה של הרקמות בכל פעם. במהלך הפרויקט נדרשתי לאפיין את רכיבי המערכת ולכתוב קוד אשר מבצע אינטגרציה ביניהם. היתרון של דימות בשיטה אופטו-אקוסטית נעוץ בכך שקיים קשר הדוק בין תכונות פיזיולוגיות לבין ספקטרום הבליעה האופטי. באמצעות שיטת דימות זו, רקמות ביולוגיות שאינן ניתנות להבחנה באמצעים אחרים ניתנות להבחנה ברזולוציה גבוהה.

Optoacoustic imaging is a biomedical imaging modality based on the photoacoustic effect. In photoacoustic imaging, laser pulses are delivered into biological tissues. Some of the delivered energy will be absorbed and converted into heat, leading to transient thermoelastic expansion and thus ultrasonic emission. The goal of the project is to build an optoacoustic imaging system which based on the following components: (1) A laser that provides the energy for the emission of ultrasound wave; (2) An ultrasound detector that receives the signal; (3) Linear stages which enable to different cross section of the tissue to be sampled at a time. During the project, I was required to characterize the system components and write code that integrates them. The advantage of imaging in Optoacoustic method lies in the fact that the physiological properties is closely associated with optical absorption spectrum. By using this method of imaging, biological tissues that cannot be sensed by other means are sensed in high-resolution.



אנליזת אלמנטים סופיים של בעיית שכשוך נוזלים במיכל הנתון לערור אופקי

Finite Element Analysis of Liquid Sloshing in a Horizontally Excited Container

אריאל שורץ

שם המנחה: פרופ' אמריטוס פנחס בר-יוסף

ביצענו אנליזת אלמנטים סופיים על חתך מלבני של מיכל המלא חלקית בנוזל אידאלי שנתון לערור הרמוני בכיוון אופקי. השתמשנו ברשת של אלמנטים איזופרמטריים ביקוודרטיים כדי לפתור את הבעיה הקווי-סטטית המוגדרת לפי תורת הזרימה הפוטנציאלית ושיטת אוילר ההפוכה כדי להתקדם בזמן. החלקנו את שדה המהירות ע"י מסנן בשיטת הריבועים הפחותים ואת צורת השפה החופשית ע"י פונקציית ספליין כדי לקבל פתרון אמין. בדרך זו עקבנו אחרי גובהה של השפה החופשית ובחנו את השפעות של תנודות בתדירויות ואמפליטודות שונות על מכלים בעלי גיאומטריות שונות, במטרה להסיק תובנות על ההשפעות של תופעות סיסמיות על נוזלים.

We performed a finite element analysis on a rectangular cross section of a container partially filled with ideal fluid and oscillated horizontally. We used a mesh of biquadratic isoparametric elements to solve the quasi-static problem defined by potential flow theory and used the backward Euler method to march in time. We smoothed the velocity field using a least squares filter and smoothed the free surface with a spline function in order to ensure a reliable solution. In this way we tracked the height of the free surface over time and were able to test the effects of oscillations of varying frequencies and amplitudes on containers of varying geometries, with a goal of gaining insight into the effects of, for example, seismic activity on liquids.

מחקר ניסויי של כנפיים משנות צורה**Experimental study of morphing wing skin**

אלדר זכרין

מנחים: ד"ר שי אלבז ופרופ'מ אמיר גת

כנפיים קשיחות סטנדרטיות מאופיינות על ידי הגדלת גרר משמעותית בזמן הפעלת משטחי הבקרה כתוצאה מאי-רציפות בגיאומטריית הכנף באזור החיבור בין משטחי הבקרה לכנף. בשנים האחרונות כנפיים משנות צורה מושכות אליהן תשומת לב כתוצאה מפיתרון בעיית הגרר המדוברת. כנפיים מסוג זה, בהן אין אי רציפות בפרופיל, דבר המקטין את הגרר בזמן תמרון ומשפר את התפקוד הכללי שלהן. בנוסף, כנפיים משנות צורה מאפשרות גמישות באופטימיזציה של צורת הכנף לאופני טיסה שונים. דרכים נפוצות ליצירת שינוי הצורה כוללות שימוש בשפעול פיאזואלקטרי, בסגסוגות זיכרון, במבנים מכנים שונים ועוד. אנחנו חוקרים קונפיגורציה בהן שינוי הצורה מתקבל מהפעלת לחץ וזורם במערכת תעלות הנמצאת בכנף. פרויקט זה התמקד בבדיקה של כנפיים משנות צורה אלו בניסוי מנהרת רוח.

Standard rigid wings are characterized by substantial drag increase during activation of control surfaces, due to lack of continuity in airfoil geometry at the interface between the control surface and the airfoil. In recent years, shape-morphing airfoils are attracting much attention by solving the problem listed above. These morphing wings present no irregularity in the control surface regions, which in turn decreases the drag during maneuvering and improves overall performance. Additionally, this solution provides flexibility in optimizing the airfoil for different flight conditions. Common approaches to the morphing of the airfoil include piezoelectric actuation, shape memory alloys, deployable and foldable structures and more. We study configurations where morphing is achieved using pressurization and flow of fluid in a channel system embedded within the airfoil skin. My project was focused on wind-tunnel testing of such shape-morphing airfoil – as described below.

פיתוח מודל אנליטי לכנף משנה צורה

Analysis of a Shape Morphing Wing

סוף שושנה וניצן מדר

מנחים: פרופ'מ אמיר גת וד"ר שי אלבו

שינוי פרופיל כנף מאפשר את התאמתו למצב הרגעי של כלי הטיס וכך מייצל את פעולת הכנף בהיבטי הפעלת כוחות, איבודי האנרגיה ועוד. על מנת להבטיח יצירת פרופיל רצוי, נדרש למצוא מודל המתאר את הקשר בין פרמטרי המפעיל לצורת הכנף הרצויה לאחר הדפורמציה. פיתוחים קודמים בקבוצת המחקר של אמיר גת התמקדו במפעיל גמיש המשופעל באמצעות שינוי לחצים בתעלות פנימיות ופיתחו מודל המתאר את צורת המבנה בהינתן לחץ פנימי ופריסת התעלות לאורכו. בפרויקט זה, נחקר מבנה המורכב משני מפעילים מחוברים המוזנים מלחצים בלתי תלויים ופותח מודל המקשר בין הלחצים בכנף לפרופיל המתקבל. פיתוח הקשרים האנליטיים מניב סט משוואות לא לינאריות התלויות במספר גורמים המשתנים כתלות בלחץ הפנימי. לבסוף בוצעה השוואה בין תוצאות המודל לניסויים הסטטיים.

Changing a wing's wings profile allows it to adjust to the current state of the aircraft. This optimizes the wings performance in the aspect of forces, energy losses and weight. In order to ensure the desirable profile, the derivation of a model that represents the connection between the parameters of the actuator and the desired profile's form is required. Previous work at Amir Gat's group focused on an elastic actuator, which is driven by pressure changes in an embedded channel network. This project focuses on the study of a two-actuator structure connected to each other that are induced by independent pressure sources. An analytical model that describes the relationship between the pressure in the airfoil and the resultant shape of the airfoil has been derived. This model is comprised of a set of non-linear equations which are dependent on variables which change as the internal pressure changes. Finally, we fit the model results to the static experiments.

Compare Analytic Solution To Static Experiment Image

Upper Camber Actuation: 1000 millibar
Lower Camber Actuation: 500 millibar



פתרון משוואות תנועה של זורם המכיל חלקיקים "בי-סטבילים"

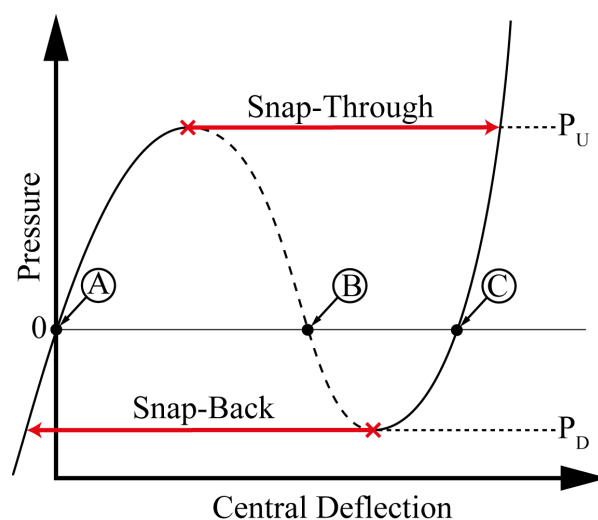
Formulation of the governing equations of motion for fluids containing a dilute suspension of bi-stable particles

רון פלד

מנחה: פרופ'מ אמיר גת

בפרויקט המחקר, המטרה הייתה לחקור משוואות זרימה של זורם המכיל חלקיקים "בי-סטבילים". חלקיק "בי-סטבילי" הוא חלקיק בעל אופיין צפיפות-לחץ המתואר באיור 1. בעקבות אופיין צפיפות-לחץ של החלקיק הוא משנה את נפחו באופן משמעותי "במהירות" עבור ערכים מסוימים של לחץ – כאשר מעלים את הלחץ למעט מעל PU או מורידים את הלחץ למעט מתחת לPD. הנוכחות של חלקיקים "בי-סטבילים" בזורם גורמת לו לשנות את הצפיפות, הצמיגות ותכונות נוספות במהירות ועבור אותם תנאים. במחקר חקרנו את משוואות התנועה של הזורם כאשר ההתמקדות היא בזורם דליל של חלקיקים "בי-סטבילים"

In this work, we desire to study the equations that describe fluids containing a dilute suspension of 'bi-stable' particles. This fluid can rapidly change its density and viscosity in response to either external or internal actuation. The bi-stable properties of the particles allow the fluid to have two possible different sets of physical properties at the same operating conditions. In this case, initially, the deformation gradually increases with the decrease of the fluidic pressure, up to a point in which the membrane 'snaps-inwards'. When the pressure returns to its nominal value, the radius will remain at its new value. This sudden change in the particle volume is a bi-stable effect. The particle will snap back to its initial radius where the pressure will drop below another critical value which is lower than the snapping-outwards value



מדידת דפוזיציה של חלקיקים נושאי תרופה במודלים דפורמבילים של עורקים המצופים בתאי אנדותיל תחת זרימה פועמת

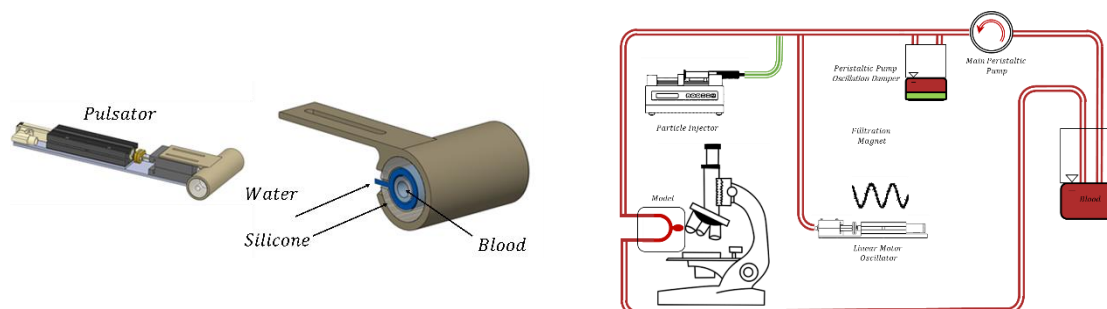
Deposition of drug carrier particles in deformable and endothelialized artery models under pulsatile blood flow

יבגני קריינין

מנחה: פרופ' נטנאל קורין

חלקיקים נושאי תרופה, היא שיטה אטרקטיבית ופופולרית לצורך הובלת תרופות לייעדם המדויק. שיטה זו מסתמכת על איסוף פסיבי של חלקיקי התרופה במקום רצוי בגוף. על מנת לפתח חלקיקים מזוג זה, הבנה יסודית של האמצעי ההובלה של החלקיקים הנשאים היא הכרחית. לכן, על מנת לחקות את הזרימה במערכת הלב וכלי הדם, תכננו מערכת זרימת דם פולסטילית. עם זאת, הדם מכיל תאי דם אדומים (RBCs) אשר נוטים להזדחל דרך מרווחים צרים, דבר העלול לגרום לדליפות בבוכנות בזמן פעילותן. בכדי להתגבר על בעיה זו תכננו פולסטור הפועל ללא מגע עם הזורם, באמצעות שימוש בפולסטור מסוג זה נבטל את נקודות הכשל בהן הדם עלול לצאת מהמערכת. באופן כללי, המערכת היא מערכת זרימה במעגל סגור, שאליה מתחבר מודל כלי דם המכיל תאי אנדוטל לתוכו מוזרם דם והחלקיקים. לאחר מכן הדפוזיציה של החלקיקים בתוך המודל נחקרת תחת מקרוסקופ.

Particulate drug carriers are an attractive and popular drug targeting technique. This method relies on the passive accumulation of drug carrier particles in the desired location in the body. To develop such particles a thorough understanding of drug carrier transport to the endothelial cells is necessary. Therefore, we have a designed pulsatile blood perfusion system to mimic the flow in the cardiovascular system. However, blood contains red blood cells (RBCs) which tend to squeeze through narrow spaces inducing leakage through pulsating pistons. To overcome this issue we have designed an indirect pulsator to isolate the blood and prevent it from leaking. Overall, our system is a closed circuit blood flow system to which a model seeded with cells is attached and then particles are released systematically and their deposition is studied under the microscope.



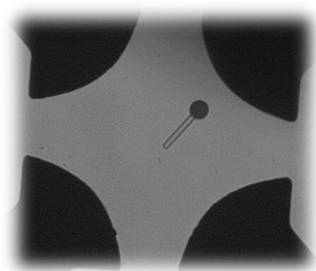
דיאלקטרופורטיקה של חלקיקים מהונדסים**Dielectrophoresis of engineered particles**

תום אלקלס

מנחים: פרופ' גלעד יוסיפון וד"ר יואה וו

אנו חוקרים את ההתנהגות של חלקיק מיקרוני היברידי, כזה הכולל איזורים בעלי פולריזציה חשמלי שונה, בצורת "סוכרייה על מקל" בתוך תמיסה אלקטרוליטית ותחת השפעת גרדיאנט שדה חשמלי המיוצר באמצעות מערך אלקטרודות בצורת Quadrupole. החלקיק מיוצר בשיטת פוטו ליתוגרפיה מחומר דיאלקטרי (Su8) עם ציפוי סלקטיבי של זהב. כתוצאה ממבנה מורכב זה, ישנו תחום תדירות בו כוחות דיאלקטרופורטיים מנוגדים בכיוונם פועלים על חלקים שונים של החלקיק בעלי פולריזציה שונה (החלק המצופה זהב עובר פולריזציה אלקטרונית בעוד שהחלק החשוף עובר פולריזציה דיאלקטרית). כתוצאה מכך ישנו תחום תדירויות בו הכוחות הדיאלקטרופורטיים המנוגדים הפועלים על החלקים מבטלים אחד את השני לכדי קבלת שיווי משקל יציב. אנו חוקרים את השפעת המוליכויות השונות של התמיסה, מיקום ציפוי הזהב, ועוצמת השדה החשמלי על שיווי משקל של החלקיק.

We investigate the behavior of a microscale hybrid particle, such that consists of regions having different electric polarization, in the shape of a lollypop within an electrolytic solution under the influence of electric field gradients generated via a quadrupolar electrode array. The particle is fabricated using standard photolithography technique from a dielectric materials (SU8) with selective Gold coating. As a result of this complicated structure, there is a range of frequencies at which dielectrophoretic forces of opposite direction are acting on regions of different electric polarization (i.e. the Gold coated part undergo electronic polarization while the bare part undergo dielectric polarization). As a result there is a range of frequencies at which the different dielectrophoretic forces exactly cancel each other, hence, yielding a stable equilibrium point. In this study we investigated the effect of the different electrolyte conductivity, selective gold coating location, and the field intensity on the particle equilibrium.



פיתוח מתקן חיצוני הניתן לכיוונון להזזת פאזה בין לחץ וספיקה במקרר קריוגני זעיר מטיפוס PT**Development of an external phase-shifting tunable mechanism in a miniature PT cryocooler**

גיא קלמנוביץ'

מנחה: פרופ' אמריטוס גרשון גרוסמן

מקררים קריוגניים מסוג סטירלינג הינם מקררים נפוצים ופעולתם מבוססת על המחזור התרמודינמי בעל שם זהה. מקרר זה משתמש בשתי בוכנות ובתופעת דחיסה והתפשטות של גז להשגת אפקט קירור. בעיות האמינות ואורך החיים במקררים כאלה נובעות בעיקר מהבוכנה הפועלת בצד הקר, החשופה לטמפי' הקריוגניות. התגלתה אפשרות להפעיל מקרר שכזה באמצעות בוכנה יחידה שאינה חשופה לטמפי' הנ"ל, אך לצורך פעולה אפקטיבית נדרש מכשיר שיתאים את פאזת הלחץ התונד וספיקת הגז (הנע כתוצאה משינויי הלחץ). מקררים הפועלים באופן הזה נקראים מקררים מטיפוס Pulse Tube. מטרת הפרויקט הינה פיתוח מתקן התאמת פאזה קטן ככל שניתן (המתאים למקררים זעירים), מחובר בצורה חיצונית ומאפשר פעולה בנקודות תפעול שונות (כדוגמת תדר הבוכנה הפועלת או הטמפי' הדרושה ע"י הצרכן).

Stirling cryocoolers are commonly used, and their operation is based upon the thermodynamic cycle by the same name. Such cryocoolers employ two pistons to cause compression and expansion in a gas, thus achieving a cooling effect. Reliability and lifetime issues in this type of cryocoolers occur mainly in the cold-side piston, which is exposed to cryogenic temperatures. A way to operate such cryocoolers with a single piston that is not exposed to said temperatures was discovered- but to operate effectively, it requires a device that shifts the phase between the oscillating pressure and the mass flow (which occurs due to the changing pressure). Cryocoolers operating in this fashion are called Pulse-Tube cryocoolers. The purpose of this project is the development of a phase-shifting device which is as small as possible (used with miniature cryocoolers), connected externally, and allows for different points of operation (such as piston operating frequency or cold-side temperature).

הסבת תא שריפה של מנוע סילון מפעולה בדלק סילוני (קרוסין) לגז טבעי (מתאן)**Conversion of a jet engine combustor from jet fuel (kerosene) to natural gas (methane)**

מתן זכאי

מנחה: פרופ' אמריטוס ישעיהו לוי

פרויקט הגמר הינו חלק מפרויקט "הסבת תא שריפה של מנוע סילון מפעולה בדלק קרוסין לגז טבעי" שמבוצע במעבדה למנועי סילון וטורבינות גז בפקולטה לאווירונאוטיקה וחלל בטכניון. הסבת תא השריפה של מנוע מניפה אזרחי מפעולה בדלק סילוני (קרוסין) לפעולה בגז טבעי (מתאן) דרושה כדי להמיר של המנוע הסילוני לטורבינת הספק ליצור חשמל. במסגרת פרויקט זה נדרש לבדוק ניסויית תכן חדש למרססי הדלק בתא השריפה, המסתמך על אנליזות CFD מקדימה. לצורך זה, במסגרת פרויקט הגמר, תוכננה ונבנתה מערכת ניסוי הבנויה ממקטע תא שריפה של 54° , הכולל 3 מרססי דלק (מתוך 20), כאשר במרכזו תנאי פעולה המדמים את אלה של תא השריפה השלם. המערכת כוללת 4 תת מערכות: דגם תא השריפה, מערכת הזנת ובקרת הדלק, מערכת מדידים ומערכת הדגימה ואיסוף הנתונים. התוצאות שהתקבלו הושוו לתוצאות אנליזות ה CFD בכדי לאשרה. בעתיד ניתן יהיה לחקור תצורות נוספות למרססי הגז ב CFD ולנסות את המוצלחות מבניהן במערכת הניסוי בעלויות פיתוח נמוכות.

The final project is part of the "Conversion of a jet engine combustor from jet fuel (kerosene) to natural gas (methane)" effort, carried out at the Jet Engines and Gas Turbines Laboratory of the Aerospace Engineering Faculty, Technion - IIT. Conversion of turbofan engine combustor from operation with liquid jet fuel (kerosene) to natural gas (methane) is necessary in order to convert the aero-jet engine to a ground based electrical power turbine configuration. In the scope of this project, a novel fuel atomizer design was tested based on preliminary CFD analysis. Towards this research goal, the final project included design and construction of a 54 degree combustor section test rig, consisting of 3 atomizers (out of 20). Such a configuration creates a realistic aero-thermal regime in the central part of the sector. The system includes four major subsystems: combustion chamber model, fuel supply and control system, sensors and data acquisition and storage system. The obtained results were compared to the CFD analysis in order to validate the numerical data. Furthermore, future investigations into additional modifications in the fuel supply system will be possible at significantly reduced development costs using the CFD simulations and testing the preferred design in the experimental facility.

שיפור ביצועי טורבינת וולס באמצעות אקטואטורים מבוססי פלזמה**Wells Turbine Performance Improvement using Plasma-based Actuators**

עומר פפרמן

מנחה: פרופ' דוד גרינבלט

טורבינות וולס מיוחדות מכיוון שהן מונעות מזרמי אוויר תונדים, בניגוד לסוגים אחרים של טורבינות אוויר ומים הפועלות במשטרים יציבים ומתמידים. התנודות נגרמות כתוצאה מתנועה מחזורית של גלי ים בתוך חלל סגור אשר מניעה את זרמי האוויר דרך צינור אשר בתוכו מותקנת הטורבינה. בגלל העיצוב הלא רגיל נעשה שימוש בלהבים סימטריים וחסרי עקמומיות על מנת לנצל בצורה מיטבית את התנועה התנודתית של זרמי האוויר ליצירת עבודה. החיסרון הנובע מתכנון זה הוא שלחבי הטורבינה אינם פועלים במשטר זרימה אופטימלי ולמעשה נמצאים במצב של הזדקרות (ניתוקי זרימה מהלהב) בחלק נכבד ממחזור הפעולה המתבטא בנצילות נמוכה מ-50%. לצורך שיפור בביצועי הטורבינה והפחתת ניתוקי הזרימה, נעשה שימוש במערכת אקטואטורים מבוססי פלזמה, שנפרשה על חלקם הקדמי של להבי הטורבינה, אשר פועלת בתדרי המתאימים לתדרי הניתוקים בשכבת הגבול. פרויקט מחקרי זה מערב תכנון ובניה של טורבינת וולס ניסויית אשר מועמסת באמצעות דינמומטר ומצוידת במערכת האקטואטורים המוזכרת לעיל. מטרתו היא לערוך מדידות ביצועים על מנת לקבוע מה הם התנאים האופטימליים לשימוש במערכת הפלזמה בטורבינה זו.

Wells Turbines are unique in that they are driven by an oscillatory airstream, as opposed to other wind and water turbines that operate under nominally steady conditions. The oscillations are produced by periodically rising and falling waves within a large plenum, where the displaced air is forced to oscillate within a tube that houses the turbine. Due the unusual design, symmetric and untwisted blade profiles are employed so that the oscillatory flow can be fully exploited to generate power. The downside, however, is that the blades do not operate at optimum conditions and are in fact fully stalled (i.e. flow separation) for a large fraction of the operational envelope. This results in system efficiencies that are less than 50%. In order to ameliorate separation, and dramatically improve turbine performance, dielectric barrier discharge (DBD) plasma actuators were deployed at the blade leading-edges and pulsed at frequencies corresponding to separated flow shear-layer instabilities. This project involved the design and construction of a Wells turbine experimental facility, equipped with plasma actuators interfaced with a dynamometer. This project will make performance measurements in order to determine the optimum conditions for operation of the plasma actuators.

התפלת מים באמצעות טורבינת רוח אנכית

Vertical Axis Wind Pump for Water Desalination

בנימין אילן

מנחה: פרופ' דוד גרינבלט

לאחוז גדול מתושבי העולם אין גישה למים נקיים. המטרה של מחקר זה הייתה מציאת פתרון בר קיימא לבעיה זו. הפתרון המוצע הוא הטפלת מים באמצעות טורבינת רוח אנכית המחוברת באופן ישיר, ללא שלב ביניים של ייצור חשמל, למשאבת מים שמזינה פילטרים אוסמוזה הפוכה. בפרויקט זה נבנתה מערכת ניסוי ועליה בוצעו ניסויים במנהרת רוח פתוחה על מנת לאפיין את המערכת המצומדת של טורבינת הרוח והמשאבה. מתוצאות הניסויים עולה כי הנצילות הכוללת של המערכת היא כ-4.5%, והנצילות היחסית מגיעה לערכים של 25%. אנליזה של סדרי גודל מראה כי מעבר לטורבינה בעלת הספק גבוה יותר יביא את המערכת לערכי נצילות של ~15% ו~50%, בהתאמה.

A large percentage of the world's citizens lack access to clean water. This research set out to find a sustainable solution for this problem. The proposed solution is a vertical axis wind turbine (VAWT), connected directly, without an intermediate electricity generation to a positive displacement water pump which feeds reverse osmosis filters. In this project an experimental setup was built, and experiments were conducted in an open jet wind tunnel on the coupled VAWT-pump system, in order to characterize it. Overall wind to hydraulic power efficiency of 4.5% was reached, and relative efficiency of 25% was reached. Dimensional analysis shows that upscaling to a larger VAWT would result in values of ~15% and ~50%, respectively.

התפלת מים לצרכי חקלאות בעזרת דיוניזציה קיבולית

Agricultural Desalination using Capacitive Deionization

זהר סחראי

מנחה: פרופ' מתי סאס

בפרויקט עסקנו בשיפור ובפיתוח מודלים מתמטיים קיימים המתארים התפלת מים באמצעות ספיחת יונים לתוך אלקטרודות פורוזיביות תוך הפעלת מתח קבוע בין האלקטרודות. במודלים החדשים שפיתחנו, הוחלף מנגנון המתח הקבוע במנגנון של זרם קבוע ונלקח בחשבון טיפול כימי בשטח פני האלקטרודות. נבחנו השפעות של פרמטרים שונים על ריכוזי היונים בתמיסה. בנוסף, נעשה שימוש במודלים לבחינת האפשרות להשתמש בדיוניזציה קיבולית על-מנת להתפיל מים לצרכי חקלאות.

In our project we are developing and improving exist mathematical models which describe water desalination using ions electrosorption into porous electrodes by applying constant voltage on the cell. In the new models we developed, the constant voltage operation was replaced by a constant current operation while also considering chemical treatment on the electrode's surface. We examined the effects of various parameters on the ions concentrations in the solution. Furthermore, the developed models were used to examine the ability of using capacitive deionization for agricultural desalination.

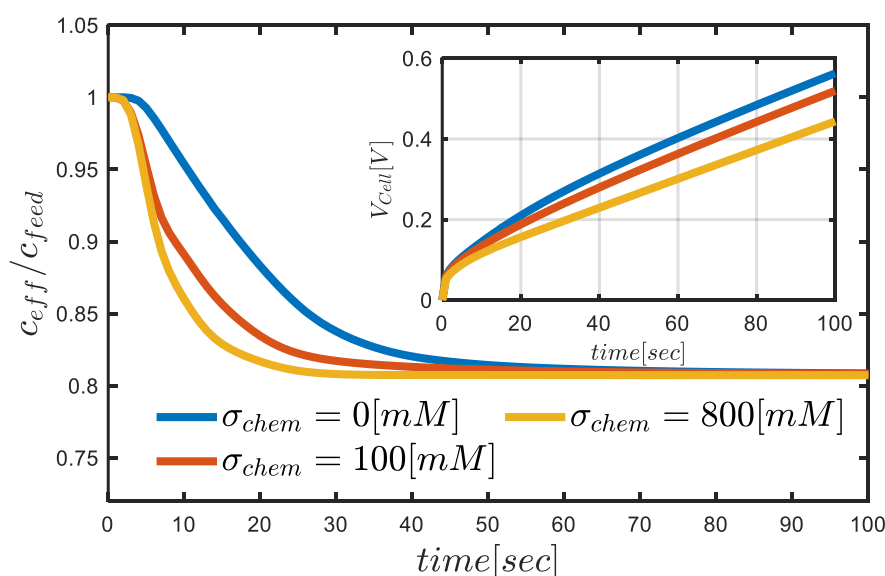


Figure 1: Main: scaled effluent concentration as function of time for three different chemical treatments while the cell operates under constant current. Inset: cell voltage as function of time for three different chemical treatments while the cell operates under constant current.

ריכוך מים בעזרת דיוניזציה קיבולית

Water Softening using Capacitive Deionization

אילון מיארה

מנחה: פרופ' מתי סאס

בפרויקט פותחו מודלים מתמטיים מתקדמים המתארים התפלת מים באמצעות ספיחת יונים לתוך אלקטרודות פרוזיביות תוך הפעלת זרם קבוע בין האלקטרודות. נעשה שילוב חדשני בין מודלים שונים, שילוב תמיסה מרובת יונים ומודל סלקטיביות שלוקח בחשבון את הגדלים הגאומטריים של היונים הנספחים. כמו כן, נעשה שימוש במודלים לבחינת האפשרות לרכז מים בעזרת דיוניזציה קיבולית. פיתחנו אפליקציית MATLAB שמייצרת מודל COMSOL המכיל את המנגנונים והשיפורים של המודלים הקיימים.

In our project we developed advanced mathematical models which simulate water desalination using adsorption of ions into porous electrodes by applying constant current on the electrodes. We performed an innovative integration between several models, combining multi-ions solution and ion-size based selectivity model. These models were used to examine the possibility of using capacitive deionization cells for water softening. We scripted a MATLAB application which constructs a COMSOL model, containing the improvements that were developed.

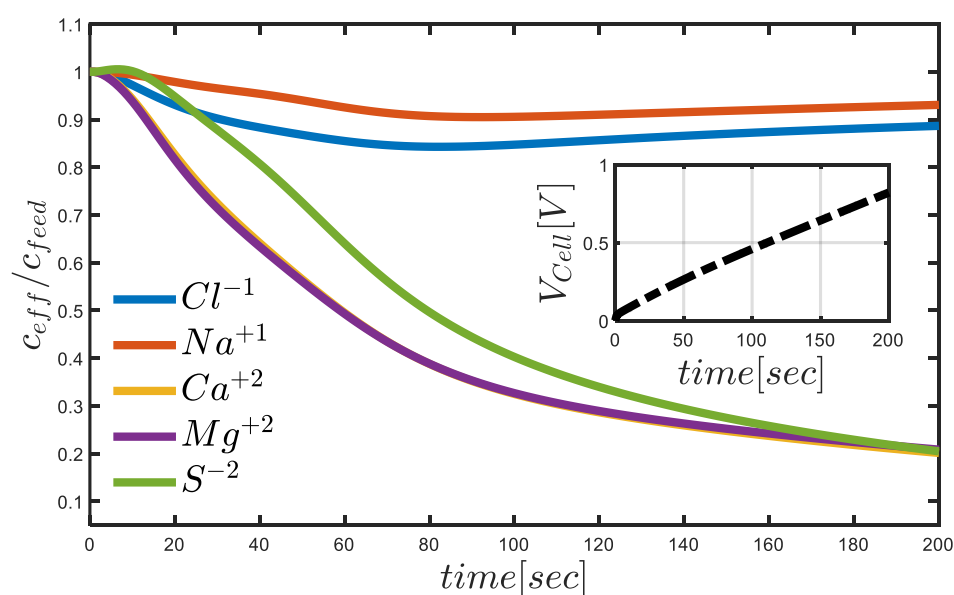


Figure 2: Main: scaled effluent concentration as function of time. Inset: Cell voltage as function of time.

קורוזיה בסוללות זרימה עם אבץ וברום**Corrosion in Zinc-Bromine redox flow batteries**

יהונתן בניסטי

מנחה : פרופ' מיתיו סאס

תעשיית האנרגיה המתחדשת, צץ צורך לאמצעי אגירה הנבדלת מאמצעי האגירה התעשייתיים כמו אגירה שאובה או מאגרים חמים. סוג חדש של אגירה נעשה פופולרי, מבוסס על אגירה עם סוללות. לסוללות יש זמן תגובה מהיר ויעילות גבוהה. נוסף על כך את יכולתן להיות מוקטנות לשימוש ביתי, לסוללות יש שוק פוטנציאלי מבוסס. סוללות זרימה אפילו יעילות יותר. על אף כל זאת, סוללות זרימה עדיין סובלות ממספר בעיות – העיות זרימה וסתימות, היווצרות דנדריטים, רעילות וקורוזיה. בפרויקט הזה, המיקוד היה על סוללות זרימה עם יוני אבץ וברום. ספציפית, בעיית הקורוזיה בסוללות אלו עקב אופיו הפעיל באופן אגרסיבי של ברום.

In the industry of renewable energy, surfaced a need for meanings of storage apart from industrial forms of storage such as pumped storage or heat reservoirs. A new form of storage became popular, which is basically battery storage. Batteries have a fast reaction time and high efficiency when it comes to losses. Adding that to their ability to be downscaled for domestic use, batteries have an established potential market. Redox flow batteries in particular are even more efficient. However, redox flow batteries still have a few issues regarding flow dynamics, dendrite formation toxicity and corrosion. In this project, the focus was on zinc-bromine redox flow batteries. Specifically, the issues of corrosion caused due to a high reactivity of bromine.

ניתוח וסיווג פוטנציאלים מונחי שגיאה בזמן אמת מתוך מדידות E.E.G

Real Time Analysis and Classification of Error Related Potentials from E.E.G signals

נעם שטרן

מנחה: פרופ' מרים זקסנהויז

פוטנציאלים מונחי אירועים (E.R.Ps) הינם פוטנציאלים חשמליים המאפיינים פעילות מוחית. הם מכילים מידע על תגובה קוגניטיבית לגירוי. פוטנציאלים מונחי שגיאה (E.R.R.Ps) הינם E.R.Ps שעוררו כתגובה לשגיאות, כלומר כאשר מתרחש אירוע שאינו חוזה על ידי הנבדק. הוכח כי קיים קשר בין E.R.R.Ps לבין זיהוי אירועים פתאומיים. בעבודתנו, אנחנו משתמשים בשיטות שונות לעיבוד ולאנליזה של אותות כדי לזהות את השגיאות המאולצות ואנו חוקרים אותן על מנת לזקק ביעילות מתוך מדידות האלקטרואנצפלוגרף (E.E.G) את המידע המכיל את הפעילות המוחית שמקושרת לזיהוי שגיאות. מטרתנו היא לפתח מערכת לגילוי ולסיווג שגיאות בזמן אמת באמצעות מדידות אלו.

Event related potentials (E.R.Ps) are electric potentials which describe brain activity in a cognitive response to stimuli. E.R.R.Ps are E.R.Ps which evoke in response to errors i.e. an event that wasn't expected by the subject. In this research, we use and investigate different signal analysis methods to filter the measured signals to seclude the wanted brain activity which contains information about subject's detection errors, in order to develop a real time analysis method of detecting human faults in real time.

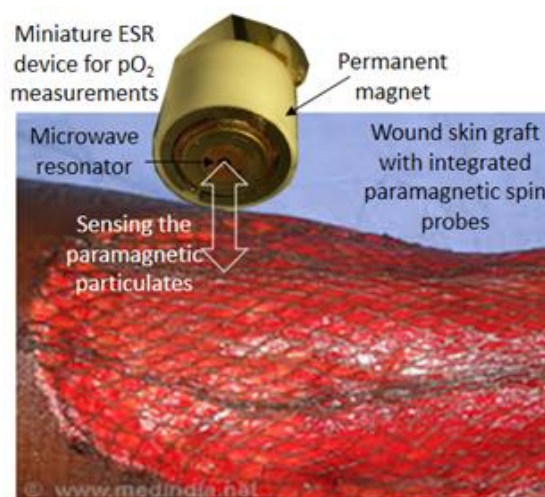
חיישן תהודה מגנטית לניטור רמות החמצן בעור

Magnetic Resonance sensor for monitoring skin oxygen levels

אור הרשקוביץ

מנחה: פרופ' אהרון בלנק

קיים צורך בעולם הרפואה לנטר את רמות החמצן בעור, בשיטה שאינה פולשנית. יכולת זו חשובה בפרט עבור תהליך השתלת עור באמצעות שתל מלאכותי ייעודי, בו שבר החמצן החלקי PO_2 מעיד על איכות הטיפול. עקרון הפעולה: חמצן עובר דיפוזיה דרך העור, ונכנס למצב שיווי משקל עם כיס האוויר שנמצא בתוך רשת השתל, שבו נמצאים חלקיקי קריסטל המגיבים לשדה מגנטי. בהמשך, חיישן תהודה מגנטית אלקטרונית (ESR), אשר מורכב ממגנט קבוע שעוצב במיוחד, ורזונטור ESR, מודד את האות מתוך חלקיקי הקריסטל, שנוצר על ידי עירור הספין המגנטי של חלקיקי האיזור הנמדד. בעזרת מדידת זמן הרלקסציה, ועל ידי התאמה לעקומת כיול אוניברסלית, ניתן לגלות את שבר החמצן החלקי PO_2 . מטרת הפרויקט הוא לתכנן את חיישן התהודה המגנטית האלקטרונית באופן מפורט כדי לתת תחזית לגבי יכולתו למדוד את האות מהרקמה המלאכותית.



In the bio-medical field, there is a need to monitor skin oxygen levels, in a non-invasive method. This is especially important for skin transplant process, using a unique artificial implant, in which the partial pressure of oxygen pO_2 stands for the quality of the treatment. Operating principle: Oxygen diffuses through the skin, and entering an equilibrium state with the air pocket inside the transplant matrix, where the crystal particles are located and react with the magnetic field. Then, an electronic magnetic resonance sensor, which comprises of a constant costume made magnet, and an ESR resonator, measures the signal from the crystal particles. The signal is created due to the excitation of the magnetic spin. The relaxation time, is correlated using a universal calibration curve, which provides the partial pressure level pO_2 .

אימות מודל הידרו-אלסטי עבור מערכות חקלאות בים פתוח

Validation of hydro-elastic model for offshore aquaculture systems

יעקב אביחי מלכה

מנחה : פרופ' ניתאי דרימר

תחום החקלאות הימית צובר תאוצה בעשורים האחרונים, ומאתגר חוקרים במציאת פתרונות הנדסיים לצרכים חדשים. אחד האתגרים המרכזיים בהתפתחות התחום הינו ההעדפה לעגון את המערכות בים פתוח. דרישה זו מעמתת את התכן עם תנאי סביבה קשים לתפקוד והשרדות. אחת הדרכים לבחון את השפעת תנאי הסביבה היא ביצוע סימולציות נומריות בתוכנות אלמנטים סופיים, המאפשרות להעריך את התכן. המבנים היעילים לחקלאות ימית גמישים מאוד ודורשים פתרון הידרו-אלסטי לא ליניארי (דפורמציות מאד גדולות וקשיחויות נמוכות). בכדי לאמת שהתכנה בה אנו משתמשים מאפשרת חיזוי הנדסי הולם של פרמטרי התכן, נשווה בפרויקט זה בין התוצאות המתקבלות בסימולציות ובין תוצאות מניסוי שנערך^{1,2}.

The aquaculture field is growing fast in the past decades, while challenging researchers to find engineering solutions to new requirements. One of the main challenges in the field is the preference to anchor the systems offshore. This requirement confronts the design with harsh environment for operation and survival. One way to examine the environment effect is by numerical simulations in finite elements programs, enabling to estimate the design. The effective structures for aquaculture are very flexible and require hydro-elastic non-linear solution (major deformations and low stiffness). In this project, In order to valid the program, we'll compare the simulation's results to the results of a conducted experiment^{1,2}.

¹ C.-C. Huang, H.-J. Tang, and J.-Y. Pan, "Numerical modeling of a single-point mooring cage with a frontal rigid frame," *IEEE J. Ocean. Eng.*, vol. 34, no. 2, pp. 113–122, Apr. 2009.

² C.-C. Huang, H.-J. Tang, and B.-S. Wang, "Numerical modeling for an in situ single-point-mooring cage system," *IEEE J. Ocean. Eng.*, vol. 35, no. 3, pp. 565–573, Jul. 2010.

אופטימיזציה של מערכת בקרה המיועדת ליד-רובוטית-תותבת עבור קטועי יד מתחת-למרפק**Control system optimization for a robotic below-the-elbow prosthetic-hand**

עדיאל פרנקוביץ

מנחה: פרופ' אלון וולף

פיתחנו מערכת בקרה המיועדת לממשק אדם-מכונה, מבוססת-מחוות, עבור שליטה ביד תותבת רובוטית. המערכת כוללת ארבעה חיישנים משטחיים אלקטרומיוגרפיים (sEMG), הנשלטים באמצעות מיקרו-מעבד. המערכת נבחרה לאחר בחינת ביצועי Myo-Armband (מוצר-מדף מבוסס חיישני sEMG), במקביל לחקר תאורטי, עבור אפיון והתאמה למשתמש קטוע-יד מתחת למרפק. בכדי להתמודד עם הפרעות בקריאת אותות חיישני sEMG, נעזרנו במאגר-מידע שהתווסף להקלטות המשתמש, תחת ההנחה שקריאות של משתמשים שונים ידמו את ההפרעות, בכדי לקיים את מטרת העל של הפרויקט, הורדת תדירות הכיול הנדרשת מהמשתמש. המידע עובד בזמן-אמת ע"י שיטות למידת-מכונה מבוססות זיהוי-תבנית. המחקר ייעד ויישם תפעול של ארבע מחוות, הביצועים המיטביים התקבלו באמצעות אלגוריתם KNN (K השכנים הקרובים), עבורו התקבל זיהוי מחוות בדיוק של 83.61%. בנוסף, המחקר ייעד להיות פשוט להתאמה עבור מחוות נוספות בעתיד. תהליך העבודה הונחה על ידי הגבלות חומרה, אשר הובילו לשימוש באלגוריתמים פשוטים בעלי זמן-ריצה נמוך.

We have developed a human-machine interface, gesture-based control system, for a robotic below-the-elbow prosthetic hand. the human-machine interface is based on a microcontroller, includes four electromyographic surface (sEMG) sensors. Conducted by testing Myo-Armband (off-the-shelf sEMG interface) operation in addition to relevant parallel searches conclusions, featured and adjusted for a below-the-elbow disabled user. To minimize noise and misreading in the sEMG-interface signals, we used a database with various participants' data in addition to the raw user data in order to receive more accurate and consistent results, for the purpose of reducing the user calibration frequency. The data has been processed in real-time by the ML method of pattern recognition. The search targeted and accomplished a four-gesture operation, best results were obtained using KNN (k-nearest neighbors) algorithm, which achieved 83.61% gesture prediction accuracy. The search further aims to be easily adjusted for additional gestures in future works. In this project the hardware limitation guided the work strategy which led to using simple, low run-time algorithms.

ניטור בריאות מבנים באמצעות מידע מודלי

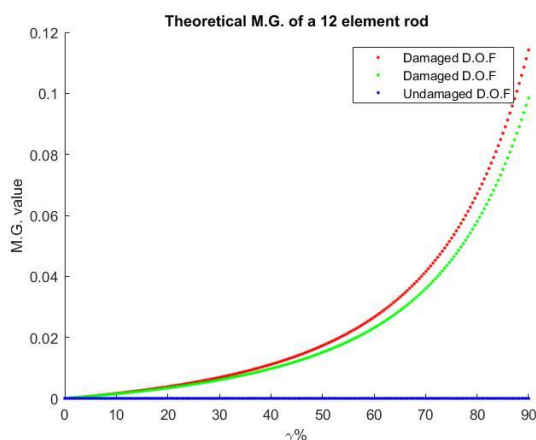
Modal Approach for Structural Health Monitoring

מעין יצחק גודמן

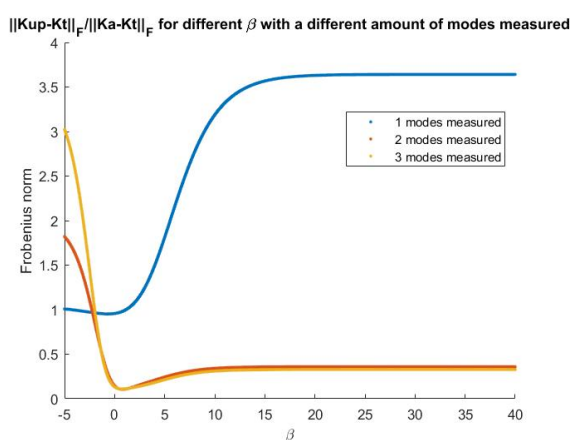
מנחה: פרופ' יורם הלוי

ניטור בריאות מבנים הינו תחום המנסה לתת מידע על "מצבה" של מערכת הנדסית בכל רגע נתון, על מנת לתת אזהרה במקרים בהם המערכת לא יכולה לשמש עוד ליעודה ההנדסי. בפרויקט זה בדקנו שני כיוונים ליצירת מדד כמותי לנוק בכל דרגת חופש באמצעות מדידות מודליות, הראשון הוא בשיטת "עדכון מודלים" הכולל שני שלבים, והשני הוא מדד "ישיר" באמצעות המשוואות הדינמיות של המערכת.

Structural Health Monitoring (SHM) aims to give, at any given moment, an assessment of the "state" of each part of a structure, giving a warning in the case of a decrease in performance abilities. In this project, we investigated two approaches to create a quantitative assessment of the damage in each DOF, the first being a model updating two-step approach, and the second being a "direct" method using the system's motion equation error.



Damage detection, greater than 0
at the edges of a damaged element



Updated matrix distance from
the real matrix, normalized

מידול של אופניים ובקרה באמצעות היגוי הגלגל הקדמי

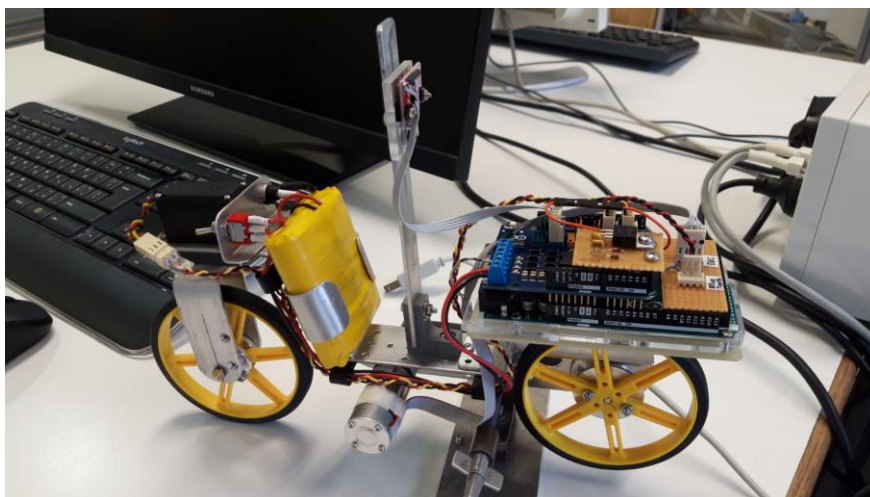
Model and Control of Bicycle using front wheel steering

ניר בן שעה

מנחים: ד"ר מקסים קריסטלני ומר איליה שמיס

הפרויקט עוסק במידול של אופניים ובייצוב שלהן בעזרת מערכת בקרה השולטת על היגוי הגלגל הקדמי. ייצוב האופניים מתרחש תוך כדי נסיעה. לפרויקט שני חלקים: הראשון, חלק תיאורטי בו מצאנו מודל פשוט למערכת, ביצענו השוואה בין חוגי בקרה שונים, וחקרנו את השפעת הפרמטרים הפיזיקליים על התנהגות החוג הסגור. השני, חלק מעשי בו אנו מממשים את מערכת הבקרה במעבדה. בימים אלו הפרויקט נמצא בשלבים מתקדמים ביישום מערכת הבקרה במעבדה.

The project deals with modeling a bicycle and stabilizing it using a control system that controls the steering of the front wheel. Stabilizing of the bicycle takes place while the bicycle is moving. The project has two parts: the first one, theoretical, in which we found a simple model for the system, compared different control loops, and examined the influence of physical parameters on the closed loop behavior. The second, a practical part in which we implemented the control system in the lab. Right now, the project is at a progressive phase of implementing the control system in the lab.



מערכת הנעה המבוססת על אנרגיה אלסטית

Elastic based drive system

אדוה לאופשטוק

מנחה: פרופ' ערן שר

בפרויקט זה תוכנן מנוע שמאגר האנרגיה שלו הוא חומר אלסטי המספק אנרגיה אלסטית להפעלתו. ההמרה של אנרגיה אלסטית לאנרגית ציר היא בעלת נצילות מאוד גבוהה (בסביבות 0.95), אינה פוגעת בסביבה וניתן לאגור אותה בכמויות מאוד גדולות ליח' משקל. אלסטומרים אלו חומרים קלי משקל ובעלי אחוזי ההתארכות הגבוהים ביותר, לכן הם בעלי פוטנציאל גבוה מאוד לאגירת אנרגיה זו. האתגרים העיקריים בפרויקט היו פיתוח מנגנון מכאני שיאפשר שליטה על שחרור האנרגיה האגורה באלסטומר תוך התגברות על האמורפיות שלו; ופיתוח מודל מתמטי מקורב לאנרגיה שניתן לאגור בחומרים שאינם לינאריים כמו אלסטומרים.

In the following project we designed an engine which utilizes elastic energy from an elastic material. Elastic energy has very high energy conversion efficiency to shaft propulsion (approximately 0.95), it is not hazardous to the environment and can be stored in large amount for a very light weight. Elastomer is a lightweight material which is highly elastic and therefore is a prime candidate for storing elastic energy. The primary challenges in this project is the development of a mechanical mechanism which will allow the controlled release of the energy stored within the Elastomer while overcoming its amorphism and developing an approximate mathematical model to the energy storable within materials which aren't linear like Elastomers.

קצירת אנרגיה ביו-מכאנית באמצעות סיבי פחמן

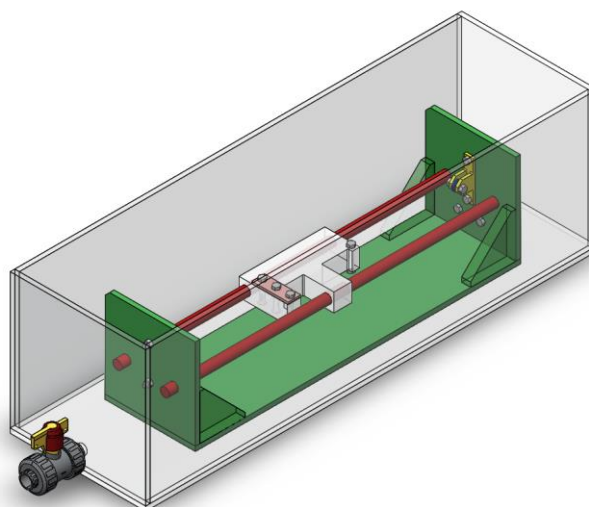
Harvesting Biomechanical Energy Using Carbon Nanotubes

דקל נוסבאום, נתנאל סירוטה

מנחים: פרופ' אלון וולף, מר' כפיר כהן ופרופ' ראובן כ"ץ

בפרויקט הזה אנו חיפשנו למצוא דרך לקצור אנרגיה ביו-מכאנית במטרה ליצור מכשיר אוגר אנרגיה אשר ימוקם על ברך אנושית. הפרויקט דרש סקר ספרות על שיטות קצירת האנרגיה הקיימות היום אשר כוללות גבישים פיזואלקטריים, אלסטומרים דיאלקטריים "בלימה היברידית" ועוד. החלטנו להשתמש בסיבי פחמן, אשר נראו כבעלי הפוטנציאל הגדול ביותר. כאשר סיבי הפחמן מעוותים או נמתחים נוצר מטען אשר יכול להיאגר ללא שימוש במקור מתח חיצוני. על מנת להשיג את האפקט הנ"ל סיבי הפחם צריכים להיות מושרים בתמיסה דיאלקטרית מתאימה בזמן המתחה. לבחינת יכולות סיבי הפחמן שברשותנו נבנה מתקן הכולל מיכל שמולא במי מלח כתמיסה דיאלקטרית ועגלה על מסילות, כל הרכיבים עשויים מחומרים פלסטיים למניעת קצרים וריאקציות כימיות לא רצויות.

In our project we set out to find a way to harvest biomechanical energy with an end-goal to create an energy harvesting knee brace. The project required a literary review of current harvesting methods including piezoelectric crystals, dielectric elastomers, regenerative breaking etc. We settled on using a carbon nanotubes (CNT) which has the most untapped potential. When the CNT is a mechanical deformed or stretched, a charge is formed that can be harvested without an existing bias voltage. To achieve this the CNT must be submerged in a suitable dielectric solution during the deformation. The setup included a tank of salt-water as our solution, a cart and sliders all made of plastic to prevent short-circuiting and unwanted chemical reaction.



ניווט רובוט Telecare

Telecare Robot Autonomous Navigation

איתן סלסקי ויוסי רוטנברג

מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב

בפרויקט זה הונחו אבני היסוד לפיתוח רובוט סיוע ביתי לבעלי מוגבלויות ולאנשים הצריכים השגחה. הפיתוח התמקד במתן יכולת תנועה אוטונומית לרובוט במרחב ביתי, בדגש על יכולת עגינה בתחנה ייעודית שפותחה לטובת העניין, זיהוי והתחמקות ממכשולים וממשק של שליטה מרחוק על הרובוט. בנוסף נכתב אלגוריתם מיפוי, תכנון מסלול, וניווט בסיסי. על בסיס אבני יסוד אלו ניתן להמשיך את הפיתוח לכדי מוצר מסחרי.

In this Project were established the foundation blocks of an autonomic assisting robot for disabled or required supervision people. The development focus was mainly on autonomic motion in a home environment, the ability of the robot to return to the unique base that was developed, the ability to identify foreign obstacles and avoid collision, and establishing a control interface. In addition, a mapping algorithm was written, as well as a basic navigation and route planning method. On this basis it is possible to continue the development in to a commercial product.

דחליל רובוטי**Robotic Scarecrow***עידן נח ותומר מגיד**מנחים: פרופ' אילון רימון ומר' רומן שמסוטדינוב*

תכנון ובנייה של דחליל רובוטי, המשמש להברחת ציפורים ומזיקים אחרים מעצים. הרובוט מקבל התראה, הנקלטת בחיישני התנועה שבראשו ומועברת לבקר הארדואינו, ומשם למנוע – שבתורו מפעיל את הזרועות של הרובוט בתנועות מחזוריות וחדות. הרובוט עשוי כולו מחלקים מאוד פשוטים וזולים לייצור; בסיס הרובוט והפינים כולם מיוצרים בעיבוד שבבי, ומנגנון הזרועות מודפס כולו בתלת-מימד. החיישנים מבוססים על טכנולוגיית PIR, מאוד זולים, קלים להרכבה ופשוט מאוד לשלב אותם עם ארדואינו. את התנועה המורכבת כביכול של הנעת ידיים אנושיות השגנו באמצעות יישום של מנגנון ארבע-מוטות; חוליית הכניסה מסתובבת בכיוון אחד, ובכך חוסכת אנרגיה שהייתה מתבזבזת על החלפת כיוונים. חוליות היציאה מחליפות כיוונים, בהתאם לסינתזת מכניזם ארבע-המוטות.

The design and construction of a robotic scarecrow, used to scare off birds and other pests from trees. The robot receives a warning, which is obtained from the motion sensors on its head and transferred to the Arduino controller, and from there to the motor - which in turn activates the arms of the robot in harmonic and sudden movements. The robot is made entirely from very simple and inexpensive parts to manufacture; The base of the robot and the pins are all machined, and the entire arm mechanism is printed in 3-D. The sensors are based on PIR technology, very cheap and easy to assemble and integrate with Arduino. The so-called complex movement of human hands has been achieved through the application of a four-bar mechanism; The input link rotates in one direction, saving energy that would have been spent on changing directions. The output links change the direction of the rotation, in accordance with the four-bar mechanism.

רפידת חיישנים למדידת לחץ דינמי

Dynamic Pressure Measuring In-Shoe

ליגל פורמן ויובל דדוש

מנחה: פרופ' אלון וולף

'נוירופתיה' הנה תופעה רפואית מוכרת ונפוצה בעולם. חולי סוכרת סובלים בשכיחות גבוהה מנוירופתיה רב-עצבית דמיאלינטיבית דלקתית כרונית (CIPD). התסמינים של מחלת CIPD מתבטאים בחולשת שרירים, המלווה באובדן תחושת בגפיים ובכאב. מטופלים רבים מתלוננים על חוסר שיווי משקל וקשיים בהליכה. בשל גידול בחולי סוכרת בעולם המערבי צפוי כי שכיחות הנוירופתיה תגדל אף היא. רפידת החיישנים אותה פיתחנו מיועדת להיות חלק ממערכת של נעל רובוטית ומערכת משוב תחושתית לחולה. הנעל הרובוטית היא נעל בעלת שני כדורים בבסיסה: כדור אחד שנע בצורה לינארית והשני בצורה סיבובית. בעזרת הסטת הכדורים, ניתן לשנות את מרכז הכובד של האדם הנועל את הנעל וכך לשמור על יציבה נכונה יותר של האדם ופיזור לחץ נכון יותר בכף הרגל. מטרת רפידת החיישנים היא לנטר פרמטרים של צעידה, קצב הליכה ופיזור משקל הגוף על כף הרגל של המשתמש. ניתוח הנתונים המתקבלים בעזרת חיישני הלחץ המצויים ברפידה, תוביל להסטה של הכדורים בהתאם. בצורה זו הנעל תשמור על שיווי המשקל של המשתמש, תמנע התפתחות כיבים בשל ריכוז לחץ, ואף תפחית את קשיי הליכתו.

'Diabetic Neuropathy' is a very known phenomenon in the medical field. Diabetic neuropathy is also known as diabetic kidney disease, is the chronic loss of kidney function. A common symptom is dizziness and instability. The main purpose of our project is to help patients suffering from this phenomenon, by giving them a treatment which will improve their stability. Our insole designed to be a part of a robotic shoe. This shoe is based on two pods which provide perturbation to instigate a learning process for the neuromuscular system that moves and stabilized the joints. By those pods we can change the patient's center of pressure and to guarantee his stability. The purpose of our insole is to monitor and analyze walking data, walking rhythm and body weight dispersal on the patient foot. The data analyzing based on 7 pressure sensors which located at the insole. The pods will move according to the analyzed data.



פרוטזת יד רובוטית בעלות נמוכה לילדים קטועי אצבעות או שנולדו עם אנומליה של האצבעות

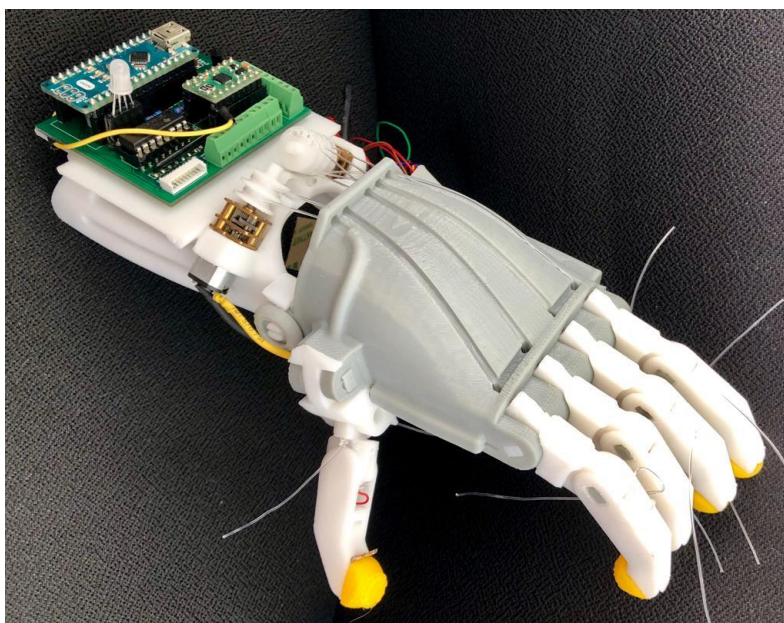
A Low Cost Robotic Prosthetic Hand for Children who are Finger Amputees or were Born with Anomalies of the Fingers

אור וייסמן, שחר גת

מנחה: פרופ' אלון וולף

יד רובוטית מאפשרת לפיתה פשוטה של חפצים קטנים וגדולים ומיועדת לילדים קטועי אצבעות או כאלו שנולדו עם אנומליה של האצבעות. היד נשלטת ע"י מיקרו בקר- ארדואינו, המקבל אות מחיישני המגע המצויים ביד ושולח פקודות לשני מנועים האחראים על הזזת האצבעות. בנוסף, קיים מנגנון המולבש על ידו של המשתמש ומתריע לו על חוזק האחיזה. היד הודפסה במדפסת תלת ממד וכל חלקיה הוזמנו במחיר ידידותי למשתמש. מטרת הפרויקט הינה לאפשר פתרון נוח וזול לילדים הזקוקים לפרוטזה ברחבי העולם, ובמסגרת פרויקט הגמר עבדנו על המשך תהליך הפיתוח.

Robotic hand allows grasp of small and large objects and is intended for children who are finger amputees or were born with anomalies of the fingers. The hand is controlled by a microcontroller- Arduino, that receives a signal from FSR sensors in the hand and sends commands to two motors that are responsible of moving the fingers. In addition, a mechanism, worn by the user, alerts him of the strength of the grip. The hand was printed by a three-dimensional printer and all the parts were ordered at a user- friendly price. The main goal of this project is to provide a convenient and inexpensive solution for those requiring the prosthesis worldwide.



יד פניאומטית לקו-בוט (רובוט שיתופי)**Pneumatic Soft Co-bot Hand**

אורן וייס, ארז נחמה, עידן בראונשטיין

מנחה: פרופ' אלון וולף

בפרויקט זה עיצבנו ויצרנו יד רכה פניאומטית, המודפסת בתלת-ממד משני חומרים שונים, ויישמנו אותה על הרובוט Baxter באמצעות ROS (Robot operating system) כפלטפורמה ראשית. אלגוריתם רשת עצבית, הכתוב בשפת התכנות Python, שימש לתכנות הרובוט. בתחום החומרה, לוח Arduino Leonardo עם סעפת פניאומטית שימשו כדי לשלוט על כל אצבעות היד ביחד ולחוד. התרומה שלנו תהיה לימוד הרובוט לזהות את מיקום האדם שעומד לידו, ולזהות אם ניתן לקחת אובייקט מידי או להעביר אל ידיו של האדם מבלי להפיל את האובייקט. Baxter והיד מקושרים על ידי תחנת בסיס אחת, כאשר כל המשתנים הקשורים כמו מהירות התנועה, מיקומי המפרקים, חישובי הקינמטיקה ההפוכה, הקישוריות עם Arduino, עיבוד התמונה, ועוד, מתפקדים באמצעות פלטפורמת ROS.



In this project we designed and assembled a pneumatic soft hand, printed in 3D from two different materials, and implemented it on the Baxter robot by using ROS (Robot operating system) as the main platform. Neural Network algorithm was used to program the robot. The algorithm is written in Python programming language. On the hardware side, Arduino Leonardo Board with pneumatic manifold was used to control each of the hand fingers separately and together. Our contribution will be making the Robot detect the location of the human who stands next to it and detect whether it can take an object from his hand or pass the object to him without dropping the object. Baxter and the hand are connected by one base station, while all the related variables as; movement's velocity, joint locations, inverse kinematics calculations, connectivity with Arduino, image processing and others, are functioned by the ROS platform.

מידול ובקרה של Self Balancing Robot בעזרת בקר ארדואינו

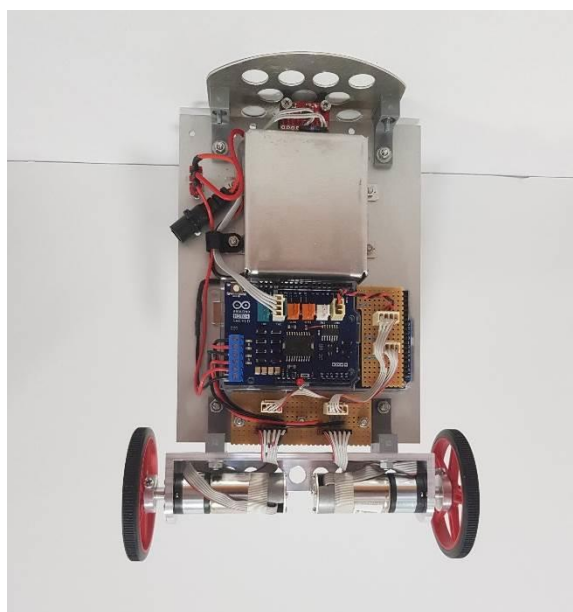
Modeling and controlling of a Self Balancing Robot with an Arduino controller

עדי פייביש וגל ספיר

מנחה: מר' רומן גודין

פרויקט זה עוסק בתכנון, מידול ומימוש של Self Balancing Robot. החוג הסגור של המערכת מבוסס על לוח ארדואינו אשר מקבל מדידות מחיישן IMU ואינקודרים אינקרמנטליים ומעביר אותם למנועי ה-DC. מטרת מערכת הבקרה שלנו היא לשמור את הרובוט הדו גלגלי בעמדה אנכית בזמן שהוא זז.

The project involves designing, modeling and controlling a self balancing robot. The closed loop control system is based on an Arduino board. It receives measurements from an IMU sensor and incremental encoders, and then transmits the control signals to DC motors. The goal of our control system is to keep the two wheel robot in a vertical position while it moves.



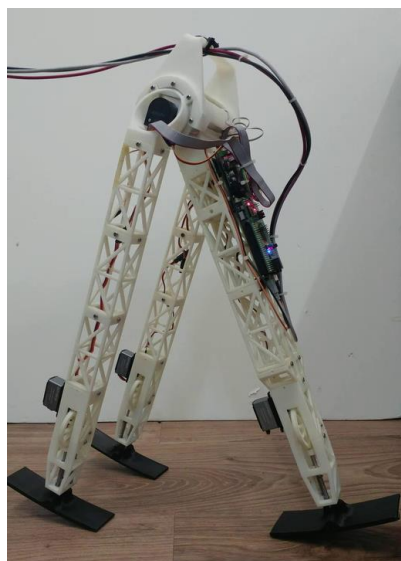
מערכת שליטה ובקרה ברובוט דו-רגלי

Control of Compass Biped Robot

נדב אנגל, גל ברקאי

מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב

בפרויקט זה נכתבה תשתית קוד שמאפשרת לרובוט דו-רגלי ללא ברכיים ללכת תוך שימוש במנגנון CPG, בקרת חוג פתוח או חוג סגור בעל משוב מינימאלי. המערכת, שמומשה על מיקרו מעבד מסוג STM32 Discovery, כוללת שליטה על מנועים חשמליים ומנועי Servo בעזרת חוגי בקרה שונים, וכן קריאה, אגירה ושליחה של מדידים שונים למחשב לצורך פיענוח תוצאות הניסויים.



נבנו שני ממשקי משתמש נפרדים, אחד המיועד לבדיקת חומרת הרובוט – ממשק המאפשר הפעלה וקריאה של כל אחד מאלמנטי הרובוט בנפרד צורך בידוד תקלות פוטנציאליות, והשני ממשק שליטה המאפשר שינוי פרמטרי הניסוי ע"י המשתמש ושליחתם לרובוט, קריאת נתוני החיישנים ושרטוטם בזמן אמת למבצע הניסוי. כמו כן, הן תשתית הקוד והן ממשקי המשתמש תוכננו בצורה מודולרית, כך שניתן יהיה לעדכן אותם בקלות בעבור ניסויים חדשים ושיפורים עתידיים במערכת הניסוי הקיימת.

In this project a software framework for knee-less compass biped walking robot was written, which enables it to walk using open loop or minimal feedback control, using a CPG mechanism. The system, which was implemented using an STM32 Discovery micro-processor, includes control of DC and servo motors using different control loops, as well as reading and transmitting sensor data back to the user.

Two different user interfaces were built, one for debugging the hardware – a GUI which allows for independent actuation of the different robot elements to isolate potential problems – and one for experimental control, which allows the user to change the different parameters, as well as draw the sensor responses in real time. Both the GUIs and the software interface were designed to be modular, such that they will be easily adjusted for new experiments and changes in the robot design.

בקרת רפלקסים לרובוט דו-רגלי

Compass-Biped Reflex Control

רן זהר, אנטון אבסטריוך

מנחה : מר' ישראל שלהיים

בפרויקט נחקרו שיטות שונות לאלגוריתם בקרה בחוג סגור מבוסס רפלקסים לרובוט דו רגלי (Compass biped). הפרויקט מתמקד במימוש תקשורת של חיישן IMU בפרוטוקול תקשורת I2C ו-UART ובקריאת חיישני תאוצה וגירוסקופים בזמן אמת. באמצעות מדדים אלה פותחו אלגוריתמים שמטרתם לתת פקודה מתאימה למנועי ה-Servo לקיצור הרגליים בזמן ההליכה. זאת על מנת לאפשר הליכה אשר מבוקרת בחוג סגור.

The project researches methods for “Reflex Based Control” algorithms to enable closed loop control for Compass Biped robot. The project focuses on communicating with an IMU sensor using UART and I2C communication protocol and real time measurement of 3-axis accelerometers and gyroscopes. Using these signals few algorithms were created to activate Servo motors to shorten and lengthen the legs while walking. This will enable a closed-loop controlled walking.

בקרה וייצוב של מטוטלת הפוכה

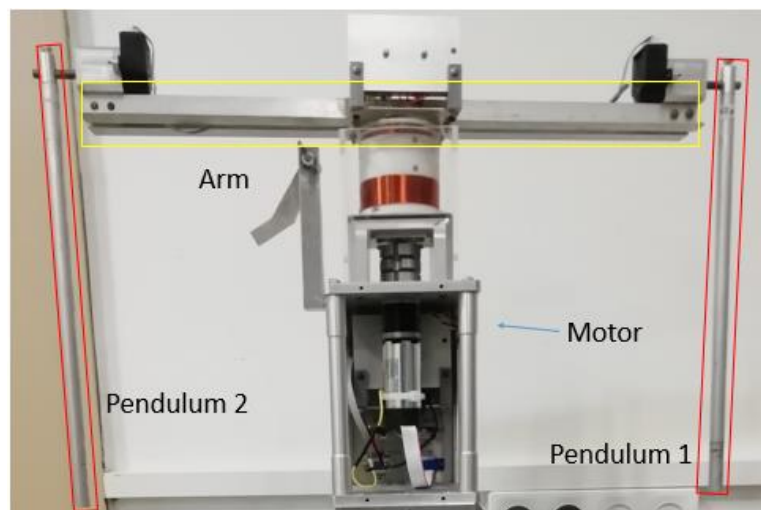
Control and stabilization of inverted pendulum

אביאל יצחק

מנחה: פרופ' ליאוניד מירקין ומר' איליה שמיס

מטרת הפרויקט הינה מידול ובקרה של מטוטלת הפוכה. המערכת, מוצגת באיור מטה, מסוג "pendulum Furuta" כאשר שני מטוטלות מחוברות בקצותיו השונים של זרוע אופקית. המערכת מופעלת על ידי מנוע DC, אשר מתח משמש בתור האות בקרה שלה. ישנם 3 אנקודרים אשר מודדים את הזוויות, אחת בציר המנוע והשניים האחרות בציר המטוטלות. הפרויקט מורכב מהשלבים הבאים: מידול, כולל בנייה של המודל הלא ליניארי המלא של כול המערכת (סדר 6) והלינאריזציה שלו סביב נקודות שיווי המשקל; זיהוי של המערכת, כאשר מודל ליניארי של התהליך במצב בו המטוטלות "כלפי מטה" מזוהה מתוך ניסויים של המערכת בחוג סגור. ואז מודל של התהליך במצב בו מטוטלת אחת "כלפי מעלה" מחולץ מהמערכת המזוהה; תכן של בקר על מנת לייצב את המטוטלת ההפוכה תחת אילוצים על הזרוע; יישום הבקר על מערכת המעבדה.

The project is aimed at modeling and control of a laboratory inverted pendulum experiment. The experiment, presented in Figure below, comprises a Furuta pendulum setup with two pendulums mounted at each end of the horizontal arm. The system is actuated by a DC motor, whose armature voltage serves the control input. There are 3 encoding sensors measuring angles, one at the motor axis and the other two at pendulums' axes. The project involves the following stages: modeling, including the building of a full, nonlinear, model of the whole process (6-order) and its linearization around equilibria points; system identification, where a linear model of the process with the pendulums in the "down" position is identified from simple closed-loop experiments and a model with one pendulum in its "up" position is extrapolated from the identified model; controller design to stabilize the inverted pendulum under tracking requirements on the system arms; implementing the designed controller on the laboratory experiment.



ייצוב אופניים באמצעות גלגל תנופה**Bicycle Stabilization using Reaction Wheel**

לינוי כהן ויאיר בן שוען

מנחה: ד"ר מקסים קריסטלני

ייצוב אופניים הינו המוטיבציה המשמשת לפרויקט זה, אנו מתמקדים בעיקר במצב בו האופניים הינן סטטיות, כך שייצוב האופניים באמצעות ניהוג הכידון אינו אפשרי. במקרה זה, ניתן למדל את האופניים כמטוטלת הפוכה, לשם כך שתי הגישות העיקריות לייצוב האופניים יכולות להתבצע באמצעות גיירו או באמצעות גלגל תנופה. במסגרת פרויקט זה, נחקור את הגישה השנייה. מטרות הפרויקט הינן לתכנן מכניזם של ייצוב באמצעות גלגל תנופה ולתכנן בקר לייצוב המערכת. בעיקר, נתמקד בשאלה "עיצוב מכני לטובת בקרה". אנו שואפים לחקור את הפרמטרים של המטוטלת ושל גלגל התנופה כך שיסייעו בבקרה על המערכת.

This project is motivated by the problem of bicycle stabilization. We focus mainly on the situation when the bicycle is standing and thus stabilization by steering is not feasible. In this case, the bicycle can be modeled as an inverted pendulum and the two main approaches to its stabilization are using a gyro and using a reaction wheel. In this project, we explore the second option. The goals of the project are to design the reaction wheel stabilization mechanism and to design a controller that stabilizes the system. In particular, we are concerned with the issue of "design for control". Namely, we wish to explore how to choose the parameters of the pendulum and the reaction wheel to facilitate further control of the system.

אפיון מתכות זוכרות צורה בגזירה

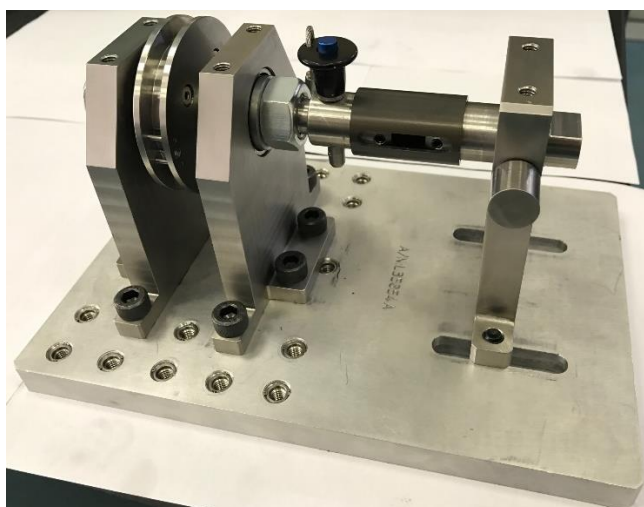
Characterization of Stress-Induced Martensitic Transformation in SMA Under Shear Stress

אורי ברק

מנחה: ד"ר רועי פדן

לאקטואטורים מבוססי מתכת זוכרת צורה (SMA – Shape Memory Alloy) ישנם שימושים רבים במגוון תעשיות. כדי להפיק את המיטב מתכונות החומר הייחודיות להם יש לאפיינם בצורה מדויקת ככל הניתן. עבודה זאת עוסקת באפיון SMA סופראלסטי (מנתך טרנרי NiTiCo) תחת מאמץ גזירה הנובע מפיתול. הפעלת מאמץ באופן פעולה זה מאפשרת הגעה לעיבור עד 6% הנובע ממעברי פאזה מוצק-מוצק (שינוי במבנה תא היחידה) כשלאחר הסרת העומס החומר חוזר למצבו המקורי ללא מעוות שיורי ניכר. לצורך ביצוע אפיון תכונות החומר בפיתול תוכנן מתקן ייעודי המתבסס על מכונת מתיחה ונבנה מודל אנליטי המתבסס על גישת הרצף ותאורית חוזק של מכניקת חומרים, תוך שימוש בהנחות המתאימות להתנהגות החומר.

SMA (Shape Memory Alloy) based actuators are being widely used in industry. In order to achieve optimal utilization, it is required to characterize its unique behavior. This work focuses on characterization of Super-elastic SMA (Made of NiTiCo alloy) under shear stress induced by torsion. It is possible to achieve strain of up to 6% by applying torsional stress as a result of solid-solid phase transformation. Upon stress unloading full recovery is achieved with minimal remnant strain. A designated, compatible test-frame was designed to fit the existing set-up which includes a tension test-frame and linear force load-cell. An analytical model was formulated based on continuum mechanics, alongside pseudo-plastic behavior assumptions.



פותרן לזרימה דחיסה בשיטת Lattice Boltzmann Method

Lattice Boltzmann Method Solver for Compressible Flows

איליה קיסליצין

מנחה: פרופ' סטיבן פרנקל

שיטת Lattice Boltzmann Method (LBM) הינה גישה נומרית אלטרנטיבית בזרימה חישובית. הפופולריות של השיטה צמחה בקצב אדיר בעשור האחרון, אבל הוגבלה למעשה לזרימות איטיות ולמינריות. הכללה של השיטה לזרימות מהירות, דחיסות וטורבולנטיות הינה תחום מחקר פעיל, ונושא המיקוד של פרויקט הזה.

The Lattice Boltzmann Method (LBM) is an alternative numerical approach for computational fluid dynamics (CFD). It's popularity has grown tremendously over the past decade but has been primarily limited to low speed laminar flows. Extensions of the method for high-speed, compressible turbulent flows are an active area of research and the focus of this project.

אופטימיזציה טופולוגית מוכוונת הדפסה 3D במתכות

Topology Optimization of 3D Printed Metal Parts

לירן מוצניק ואריאל סגל

מנחות: פרופ' ענת פישר וגב' רונית שניאור

לאופטימיזציה טופולוגית יש תפקיד משמעותי בתהליך התכנון של רכיבים הנדרשים לעמוד בתנאי משקל, וחוזק, בעיקר עם התפתחות הטכנולוגיה של ההדפסה התלת ממדית והאפשרות לייצר גיאומטריות תלת ממדיות מורכבות. ייצור בהדפסה תלת ממדית של מתכת כגון טיטניום הינו יקר ולכן שיקול של עלות חומר הגלם מקבל משקל רב בתהליך האופטימיזציה. הסרת נפח ללא פגיעה בתכונות החלק ובפונקציונאליות שלו עשויה לחסוך בצורה משמעותית את עלות הייצור. בעבודה זו מוצע תהליך יעיל לאופטימיזציה טופולוגית לחלקים מתכתיים המיועדים לייצור בטכנולוגיה של הדפסה תלת ממדית. אנו מציגים שיטה וייצוג גיאומטרי יעילים להסרת החומר תוך ניתוח תהליך ההדפסה התלת ממדית ומגבלותיו לשם קבלת ייצור אופטימלי.

Topology Optimization has an important role in the process of mechanical design of parts which should withstand loads and have weight limitation. Due to the developing technology of 3D printing which allows to manufacture complex geometries, this role is more essential. 3D printing of a metal such as Titanium could be very expensive, and therefore the cost of the material which is used should be considered in the optimization process. Removing unnecessary volume of the part, without changing its properties and functionality could reduce the cost of the manufacturing tremendously. In this project, an efficient process of Topology Optimization for 3D printed metal parts is proposed. We demonstrate an effective method and the geometric representation of material removal while analyzing the process of 3D printing and its limitations for an optimal manufacturing.

שיחזור משטחי Bezier מענן נקודות סרוק של גדם אמה עבור מערכת תיב"מ

Reconstruction of Bezier surfaces from a point cloud of a forearm stump for a CAD system

אלון ספינר, ים בן-נתן

מנחים: פרופ' ענת פישר, פרופ' אלון וולף, גב' רונית שניאור

נכון להיום, תכנון של פרוטזה דורשת מדידות ידניות של הגדם על-ידי טכנאי. מטרת הפרויקט הינה לשפר את תהליך המדידה של הגדם בעזרת תהליך חדש המבוסס על סריקת הגדם באמצעות מצלמה תלת ממדית ויישום שיטה המתאימה את ענן הנקודות הסרוק לרשת משטחים המיועדת למערכת תיב"מ מסחרית. מודל התיב"מ יאפשר לטכנאי לקחת מידות תכן רלוונטיות במהירות ודיוק גבוה, ואף יהווה בסיס לשיטות מתקדמות יותר לתכנון פרוטזות. בחרנו לבצע התאמה למשטחים חופשיים פרמטרים המייצגים משטחים קמורים פשוטים בצורה מדויקת, ויאפשרו בעתיד אנליזה נרחבת של משטחים העשויים מרקמות. הפרויקט יהווה תרומה לפעילות של ארגון E-Nable, ארגון ללא כוונת רווח אשר מייצר פרוטזות לאנשים במדינות מתפתחות. השיטה שתפותח במסגרת הפרויקט תוכל להשתלב בתהליך אוטומטי ליצירת פרוטזת יד מסריקה תלת ממדית.

Currently, creating prosthesis is an expensive process which requires manual measurements of a stump by a technician. This project aims to improve this process by proposing a new method to calculate these measurements by using a 3D scanned stump. The immediate output of a 3D camera is a point cloud which will be fitted to a mesh. Uploading the mesh to a commercial CAD system will enable the technician to measure relevant distances faster, with reduced error, and in a known environment. We have chosen to represent the stump using the representation of parametric surfaces because of their ability to represent convex shapes accurately. Moreover, to enable geometric operations and tissue analysis that are more straightforward for such shapes that are represented by parametric surfaces. The developed method will be contributed to the E-Nable organization, a nonprofit organization that manufactures fitted prostheses for people from developing countries. The proposed method will be integrated into an automated pipeline that creates forearm prosthesis from a 3D scanned stump.



Figure – Illustration of the process: from point cloud to CAD model

אופטימיזציה של מידול משאבה צנטריפוגלית באמצעות תיב"ס

Optimization of Centrifugal Pumps Modeling Based on CAD

קארין בנימין

מנחה: פרופ' אמריטוס דן אדלר

בעיות הנדסיות רבות, ובפרט בעיות בתחום תכן טורבו משאבות מכילות מספר אתגרים, הן מתחום המדע והן מתחום ההנדסה, אשר מקשים על המתכן להגיע אל הפתרון ההנדסי המיטבי. מטרתנו היא לפתור באופן יעיל בעיות בשלב התכן של משאבה צנטריפוגלית, כשבמקביל אין פתרון חד ערכי לבעיה נתונה עקב חוסר במודלים או משוואות המגדירות אותה. בפרויקט זה כתבתי תוכנת מחשב שהקלט שלה הם פרמטרים בסיסיים שמגדירים משאבה והפלט שלה יהיה הפתרון הטוב ביותר על פי קריטריונים מוגדרים מראש (בדיר"כ כלכליים) לאחר סינון ועיבוד התוצאות של כלל המשאבות המתאימות לבעיה.

Many of engineering problems, especially turbo design problems, include a variety of challenges, scientifically and engineering-wise, which makes it difficult for the designer to reach the best engineering solution. We aim to effectively solve problems in the design of a centrifugal pump. Currently, there is no single solution to the given problem due to lack of models or equations that define it. In this project I wrote a computer program whose inputs are basic parameters that define a pump and its output will be the optimized solution according to predefined criteria (usually economical) after filtering and processing the results of all the appropriate pumps for the problem.

נעילת תדר הלייזר על פי תופעת פיזור ברילואן מאולץ

Laser locking on Brillouin scattering

איתי היימס

מנחה : פרופ' טל כרמון

מטרת הפרויקט היא לבצע עליה של תדר הלייזר על פיזור הברילואן המאולץ הנגרם מצימוד לייזר לרזונטור. היתרון של פעולה זאת על פני נעילת לייזר הוא על תדר הרזוננס הוא ברמת הדיוק של הנעילה והרגישות לרעשים והפרעות היכולים להפריע למערכת. פיזור הברילואן המאולץ הינו תופעה לא לינארית הנגרמת מכך שלייזר העובר ברזונטור יותר גל אקוסטי עקב שינוי בצפיפות החומר כתלות באמפליטודת השדה, כלומר צפיפות החומר ואיתו אינדקס השבירה משתנה כאשר הלייזר עובר בחומר ובכך נוצר גל אקוסטי בחומר. כידוע כאשר האור עובר מתווך אחד לאחר חלק מהאור מוחזר אחורה ולכן הגל האקוסטי גורם לנפיצה אחורה של הלייזר, נפיצה זו מוזזת ב11 גיגה הרץ מתדר הלייזר הנכנס. על מנת לבצע את הנעילה יש להשתמש בשיטת ,, בשיטת זה נעילת התדר מתבצעת על ידי פונקציית שגיאה מיוחדת המאפשרת להינעל על קצה הרזוננס באופן מדויק על ידי כך שבנקודה זו פונקציית השגיאה התאפסת אך הנגזרת שלה לא.

Brillouin scattering is a nonlinear effect which originated from the interaction between an electromagnetic wave and a density wave (photon-phonon scattering). Thermal motions of atoms in a material create acoustic vibrations, which lead to density variations and scattering of the incident light. The goal is to lock the Laser to the resonance frequency ω_0 . This accomplished using the Pound-Drever-Hall Method is using a unique error signal. This error signal has the desired properties and thus it can be used in a feedback loop to lock the laser frequency at ω_0 . Motivation: The Lorentzian width of the stimulated Brillouin scattering is narrower than the resonance; therefore locking the laser wavelength by it will be more accurate and sensitive to interference.



שבירת סימטריה ממשטח דיפוזיבי יחיד (פיזור אנאיזוטרופי)

Symmetry braking by a single diffused surface

שגיא פרנקל ושי פרטוק

מנחה: פרופ' רוטשילד כרמל

מיצוי הפוטון הוא צורך בסיסי במערכות אופטיות רבות. בתאורה, מוליכים למחצה ומערכות אנרגיה חדשניות, קריטריון יבלונובויץ קובע גבול תרמודינמי עליון של $1/n^2$ עבור מיצוי פוטון מתוך תווך. ידוע כי משטח דיפוזיבי מסוגל להגיע לקריטריון יבלונובויץ בתווך שקוף אידיאלי וניתן להניח כי מייצר פיזור איזוטרופי. בפרויקט זה אנו רוצים להראות כי משטח יחיד דיפוזיבי המאופיין בחתך פיזור דו-כיווני אחיד מייצר פיזור אנאיזוטרופי חזק. נרצה למצוא כי פיזור אנאיזוטרופי פרופורציונלי ל- n^2 . אפקט זה הוא תוצאה של שבירת הסימטריה הטבועה בדיפוזר מצד אחד. אנו נמצאים בתהליכי עבודה אשר תוצאותיה יכולות לסייע למקסם את יעילות האנרגיה במוליכים-למחצה ומערכות אנרגיה סולאריות מבוססות חומרים לומינסנטיים.

Photon extraction is a fundamental need in many optical systems. In lightning, semiconductors and novel energy systems, Yablonovich criteria set an upper thermodynamic limit of $1/n^2$ for photon extraction from a slab media. Diffused surface is known to reach the Yablonovich criteria in an ideal transparent media and is assumed to generate isotropic scattering. Here we want to show that a single diffused surface characterized by a uniform bi-directional scattering cross-section generates a strong anisotropic scattering. We aim to find that the anisotropy scattering is proportional to n^2 . This non-intuitive effect is a result of the inherent symmetry braking of a single side diffuser. We are at work in progress which it's results can help in maximizing the energy efficiency in bi-facial lightning, semiconductors, and luminescence based solar energy systems.

יישום משאבת חום מקור-מים במערכת מיזוג אוויר**Water-Source Heat Pump Application for an Air-Conditioning System**

גיא קריגר

מנחה: פרופ' אמריטוס גרשון גרוסמן

בפרויקט זה ישמש הרעיון של בניית אי מלאכותי בים התיכון, מול חופי עזה, כדי לבחון את הפוטנציאל של תכנון מערכת מיזוג אוויר המבוססת על משאבת חום מקור-מים. משאבת חום מקור-מים היא משאבת חום שבה החום נפלט אל גוף מים – במקום אל האוויר כפי שנעשה ברוב מערכות המיזוג. לפי ההערכות הראשוניות של הפרויקט היציבות התרמית היחסית של מי הים, כלומר הפרש טמפרטורות קטן יותר בין מערך המעבה ומערך המאייד, יכול להביא לשיפורים מסדר גודל של 30% במקדם היעילות (COP), ולכן בצריכת האנרגיה. בנוסף, חסכון משמעותי בצריכת האנרגיה נובע מכך שמעבה מקורר מים אינו מצריך מאווררים.

בפרויקט יוצג מבנה משרדים שעשוי להיבנות על האי וכולל גם מטבח וחדר אוכל; יחושב עומס הקירור עבור מבנה זה שהוא מסדר גודל של 1MW; ותתוכנן מערכת המיזוג על מרכיביה העיקריים. מרכיבים אלה כוללים את מחזור הקירור של הקרר – מערך העיבוי, מערך הדחיסה, המצנן (chiller), וכו'; מערכת הובלת מי-קרור – החלפת חום בין המצנן למי הקירור, הובלת מי הקירור לחלקי המבנה, יחידות הקצה (יחידות מפוח נחשון), וכו'; ומערכת אספקת אוויר צח.

This project will use an idea of building an artificial island in the Mediterranean Sea, across from the Gaza coastline, to examine the potential of an air-conditioning system based on a water-source heat pump. A water-source heat pump is a heat pump where the disposed heat is exchanged with a body of water rather than with the air as in most A/C systems. According to this project's preliminary estimates, the relative stability of the sea temperatures, i.e. the smaller temperature difference between the evaporator and the condenser, can lead to improvements of around 30% in the Coefficient of Performance (COP), and therefore in energy consumption. In addition, significant savings derive from the condenser being water-cooled and therefore not needing fans.

This project will present an office building that could be built on the island and includes also a kitchen and a dining room; The cooling load, in the order of 1MW, will be calculated; and the major components of the A/C system will be designed. These include the refrigerant's refrigeration cycle – condenser apparatus, compression apparatus, chiller, etc.; chilled water distribution system – heat exchange through the chiller, water distribution, fan-coil units, etc.; and a Dedicated Outside Air System.

מיזוג אוויר וקוגנרציה עם גז טבעי

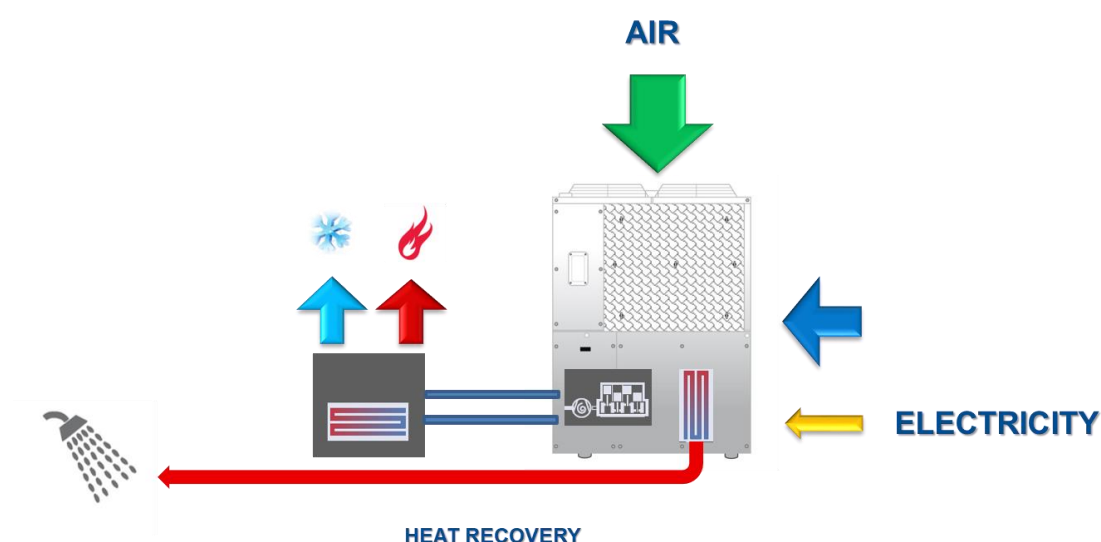
Air Conditioning and Cogeneration with Natural Gas

אופיר יוליש

מנחה: מר' אריק רינג

במהלך פרויקט זה תתוכנן מערכת מיזוג אוויר בעלת קוגנרציה. קוגנרציה היא בעצם שימוש במנוע חום על מנת לייצר גם חשמל וגם חום שימושי. במקרה הזה, קוגנרציה זו תתבטא בחימום המים עבור החלל המטופל ביחד עם מיזוגו. החלל המטופל הינו אולם במדרשה הממוקמת בחמד. המערכת בה נשתמש בפרויקט היא מערכת הפועלת על גז טבעי (שלא מזהם וזול יחסית), המצליחה לנצל את האנרגיה השורית מתהליך המיזוג ולהגדיל את נצילות התהליך. המערכת המיועדת לשימוש בפרויקט זה היא מערכת GEHP – Gas Engine Heat Pump. מערכת זו היא מערכת הפועלת על מנועי גז (מסוגלת לעבוד על שני סוגי גזים שונים) ובעלות היכולת לספק מיזוג אוויר ביחד עם מים חמים.

During this project I will plan an air conditioning system with cogeneration. Cogeneration is using a heat engine in order to create both electricity and useful heat. In this case, the cogeneration will be heating the water for the treated place as well as air conditioning it. The system that will be used in this project is GEHP – Gas Engine Heat Pump by AISIN Company of the TOYOTA group. This system operates on gas engine (can operate with two different gas types), and can supply air conditioning along with heating water.



קירור מהיר של נוזלים באמצעות מחליפי חום

Quick Cooling of Liquids by Heat Exchangers

דין בן יצחק

מנחה: מר' בוריס לאש

פרויקט מחקר זה עוסק בתכנון מחליף חום נוח לנשיאה שיקרר בקבוק שתייה בזמן קצר. הנוזל יתקרר מטמפרטורת החדר אל טמפרטורה הנמוכה מעשר מעלות צלזיוס תוך פחות משתי דקות. קירור המשקה יתבצע בעזרת זרימת אוויר דרך המתקן המתוכנן ובאמצעות Forced Draft Fan. המתקן המתוכנן הינו קטן מספיק כדי להיכנס למקרר סטנדרטי, וגם נייד כדי להתאים לשימוש בשטח. בנוסף, המתקן תוכנן לאחר מחקר שכבות הגבול, תכונות מעבר חום של אלמנטים שונים, התחשבות בתופעות עירבוב ואנליזות CFD.

This research project deals with the design of a portable heat exchanger that will cool a bottle with drinking liquids in a short time. The liquid will cool from room temperature to a temperature that is less than 10 Celsius Degrees in less than two minutes. The cooling of the liquid will occur by air flow through the device and with a Forced Draft Fan. The device is small enough to fit in a standard refrigerator and also portable for outdoor usage. Additionally, the device was designed after research about boundary layers, heat transfer attributes of different elements, intermixing phenomenon & CFD analysis.

מתקן אגירה והמרת אנרגיה לתחנות כוח תרמו-סולאריות, מבוסס אגירת אנרגיית חום ללא שינוי פאזה באבן חול

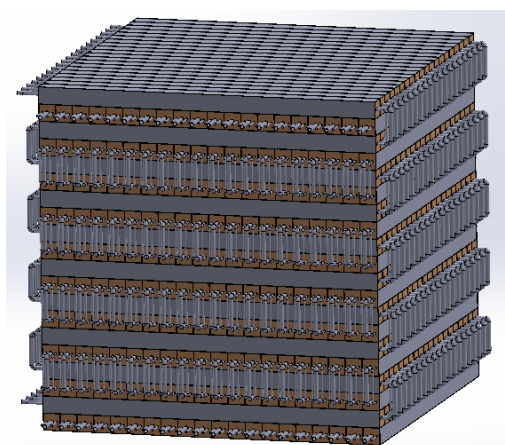
Hot thermal storage (HTS) and heat exchange system for solar thermal power plants, Based on sensible energy storage in sandstone

אילנה רובינסקי

מנחה: מר' בוריס לאש

אגירת אנרגיה הינה קריטית לפיתוח טכנולוגיות אנרגיה מתחדשת בעתיד, שכן כמעט כל סוגי האנרגיות המתחדשות מאופיין במשטר לא סדיר ולא רציף בזמינות ובעוצמה שלו. מאגר תרמי מהווה טכנולוגיה שיכולה לספק פתרון מעשי עבור מתקנים בסדר גודל מסחרי, בעיקר עבור תחנות כוח תרמו-סולאריות. בפרויקט זה הוצע מתקן אגירה והמרת אנרגיה מבוסס על אגירת אנרגיית חום במוצקים, עם התמקדות באבן חול. לאבנים יש זמינות גבוהה, מחירים נמוכים ועמידות גבוהה למחזורי תרמיים. בנוסף, הנפח שמכיל את האנרגיה במוצק קטן משמעותית מנפחי נוזל או גז. לצורך כך, נבנה מודל המתקן ונערכה אנליזת זרימה ומעבר חום, גם באופן אנליטי וגם בתוכנת אלמנטים סופיים. בנוסף התבצע חישוב עלויות, על מנת להבטיח המערכת שתוכננה בפרויקט תוכל להוות פתרון ישים אך גם כלכלי עבור תחנות כוח תרמו-סולאריות.

Energy storage is critical to the development of renewable energy technologies in the future, since almost every type of renewable energy is irregular and intermittent regarding its availability and magnitude. Among various energy storage approaches, thermal storage is one of the most promising large-scale energy storage technologies. In this project, a sensible heat thermal storage system was designed and examined by analytical and CFD methods. This project focused on the use of common rocks as a storage medium. Using crushed rocks can help to reduce storage size, reduce project costs and allow high system durability with much less maintenance needed over the years. The storage system designed in the project can be a cost-effective solution for the irregularity of power supply by solar power plants.



קירור בינים באמצעות אידוי מים במדחס טורבינת גז**Intercooling by water evaporation in gas turbine compressor**

ראובן פלדמן

מנחה: מר' בוריס לאש

בפעולת הטורבינה אוויר נדחס ע"י מדחס לתא שריפה שם הוא מתערבב עם דלק ונשרף. מהבעירה מתקבלת האנרגיה המניעה את הטורבינה. מדחס האוויר צורך חלק מאנרגיית הטורבינה, שנגרעת מהאנרגיה המסופקת לצרכן. הגדלת יעילות פעולת הדחיסה, תותיר בידי הצרכן יותר אנרגיה, ותגדיל את ניצולת הטורבינה. ניתוח פעולת המדחס מגלה שחלק מצריכת האנרגיה שלו מופנית לחימום האוויר הנדחס, ואינו תורם יותר לפעולת הטורבינה (תהליך דחיסה איזנטרופי). מטרת העבודה היא לקרב את תהליך הדחיסה האיזנטרופי לאיזותרמי ולהרוויח את הפרש האנרגיה לטובת הצרכן, שבטורבינות לייצור חשמל יכול להסתכם לכמות אנרגיה משמעותית. שיטת הקירור שנבחרה בעבודה זו היא הזרקת מים לשלבי המדחס השונים, שם הם יתפזרו לטיפות ויתאיידו, כשהם צורכים אנרגיה מהאוויר לשם כך ומקררים אותו. במהלך העבודה נבדק הרווח האנרגטי כפונקציה של מספר נקודות ההזרקה וכמות המים הנדרשת. החלק השני של העבודה התמקד במימוש מעשי של הסכמה. חישוב קוטר טיפות המים הנדרש על מנת שהאידוי יסתיים בזמן הרצוי. ומציאת קוטר הנחירים והפרש הלחצים הנדרש ליצירת טיפות מים אלו.

In turbine work air is compress by an air compressor to the burning chamber, where it mixes with fuel and burn. The energy that drive the turbine is received from this burning. The air compressor consumes part of the turbine energy, which detract from the energy that are supplied to the customer. Increasing the compression efficiency will leave more energy for the customer, and thus enlarge the turbine efficiency. Analysis of the compressor work reveal that part of its energy consumption is going to heating the air, and does not help to the turbine work (isentropic process). The purpose of this work to bring the compression process closer to isothermal, and earn this energy difference for the customer, in the case of electricity production turbine it can be a significant amount of energy. The method of cooling that were chosen was injecting water to different stages of the compressor. where it will be split into droplets. These droplets will be vaporizing, taking energy from the air and cool it down. In the first part of the work, the energy benefit as function of the injection stag and water amount were calculated. The second part of the work was focused on the implementation of the method. First computing the diameter of the droplet that is needed in order for the evaporation to end at the desire time, and then calculate the orifice diameter and pressure different that are needed for achieving that droplet size.

תחנת כוח סולארית עם מתקן אגירה מבוסס תרמי

Solar Power Plant with Oil Based Thermal Storage Facility

יובל כהן וטל רובינשטיין

מנחה: מר' בוריס לאש

מטרת פרויקט זה הינה לתכנן מתקן אגירה מבוסס אנרגיה תרמית עבור תחנת כוח סולרית. מתקן האגירה כולל מספר מכלי אגירה אשר עושים שימוש בשמן תרמי מסוג Therminol VP-1 כמדיום אגירה נוזלי. מתקן אגירה זה מתוכנן לפעול עבור תחנת כוח סולרית מסוג שוקת פרבולית (Parabolic Trough) המייצרת הספק מקסימלי של 200 MW. במהלך היום, קיטור בלחץ גבוה מיוצר ישירות ע"י אנרגיה סולארית, בעוד במהלך שעות הערב והלילה החום לייצור הקיטור מועבר מהשמן התרמי במאגר האנרגיה. מאגר אנרגיית החום נטען במהלך היום כאשר האנרגיה הסולארית זמינה. במהלך שעות הערב והלילה מאגר האנרגיה פורק שמן תרמי חם למחולל קיטור בקצב מספק ליצירת הספק התואם לדרישות בשעות שיא הביקוש המופיעות בעקומות העומס. משך הטעינה והפריקה נקבע בהתבסס על זמינות האנרגיה הסולארית במהלך היום, שיקולים כלכליים עבור קיבולת המאגר החם וכן דרישות ההספק המתאימות לשעות השיא. הפרויקט כולל גם השוואת ביצועים בין השמן התרמי לבין מים כזורמי מעבר חום (Heat Transfer Fluid) במערכת.

The objective of this project is to design a thermal energy storage system for a solar power plant. The thermal energy storage system includes several storage tanks which uses Therminol VP-1 thermal oil as a liquid storage medium. The storage system was designed for a parabolic trough solar power plant, producing up to 200 MW power. During the day, high pressure superheated steam is generated directly by solar energy, while during the evening and night hours, the heat for steam production is delivered by thermal oil from the energy storage. Thermal energy storage is charged during the day when solar energy is available. During the evening and night hours, hot thermal oil is discharged to generate steam at the sufficient rate for power production according to off-hours demand for power, specified in the load charts. The durations of charge and discharge modes of operation are specified based on solar power availability during the day, economic considerations for hot oil storage capacity and demand for power chart at peak hours. The project also includes a performance comparison between thermal oil and water as heat transfer fluids in the system.

תכן של מערכת לאגירת אנרגיה תרמית בעזרת מלח מותך עבור מגדל שמש סולארי

Design of Thermal Energy Storage for Concentrated Solar Power plant based on Molten Salt heat transfer fluid

מקסים סקריניצנקו, אלכסי שומסקי

מנחה: מר' בוריס לאש

המטרה המרכזית של הפרויקט הינה תכן של מערכת אגירה לאנרגיה סולרית עבור מגדל שמש סולארי (Concentrated Solar Power tower) ע"י שימוש במלח מותך ע"מ לייצר חשמל בשעות הערב. לפרויקט שני מרכזי שיווי משקל עיקריים – חישובים תרמודינמיים של מערכת כולה וחלקיה, ותכן יותר פרטני של קולט השמש (Receiver) כולל מיצוי פרמטרים שונים ע"מ להגיע לזמן תפוקת חשמל מרבית, תוך כדי התחשבות באילוצים הגאומטריים של המתקנים הקיימים. בנוסף נרצה להציג את הסכימה הכללית של המערכת המוצעת כולל תכן של צנרת, מכלים ובחירת משאבות. נתייחס גם למישור הרווחי של המערכת – נתחשב במגמות הצריכה ובתעריפי החשמל בשעות הייצור שעומדות לרשותנו. בסופו של הפרויקט נדאג גם לחשב את הכדאיות הכללית של המתקן כולו. לפי תוצאות עדכניות המערכת תייצר חשמל במשך 4 שעות בעוצמה של 250 מגוואט. צעד הבא של הפרויקט הוא תכן מחליף החום וחישוב עלויות.

The aim of this project is to provide the plan and design of energy storage system for Concentrated Solar Power (CSP) plant using the molten salt in order to produce electricity during the hours of the day when the solar energy is not available. The main part of the project was thermodynamic analysis of the system, and design of heat receiver in the tower in order to get the maximum storage time, where the difficulties were caused by limited space in the tower. Moreover, the scheme of the plant and its main parts such as tubes, pipes, pumps and tanks were designed, and the most profitable working hours were considered. As a result, the storage time of 4 hours with turbine's power output of 250 [MW] was achieved. The next step of the project is to finish design of 'salt-water' heat exchanger, and to provide the cost and profit information of the plant.



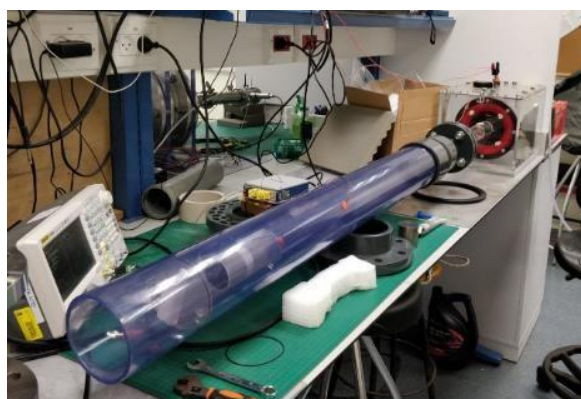
מקרר גל מתקדם תרמואקוסטי

Traveling wave thermoacoustic refrigerator

דור בלומפלד, נתן בלנק

מנחה: פרופ' גיא רמון

האפקט התרמואקוסטי הוא אפקט המוכר מזה מאות שנים. גלי קול באוויר מובילים לתנודות בלחץ, שמובילות גם לתנודות בטמפרטורה. על ידי הצמדת הגז למוצק בעל גרדיינט טמפרטורה ניתן לייצר פאזה בין הטמפרטורה ללחץ, וכך גם פאזה בין התנודות בלחץ לתנודות בנפח. באמצעות הפאזה הזאת ניתן להגביר את גל הקול ולהפיק עבודה. לחלופין, ניתן לצרוך עבודה ולהגדיל בצורה זו את הפרש הטמפרטורה. במסגרת הפרויקט בנינו מקרר תרמואקוסטי המתבסס על גל קול מתקדם. גל הקול מיוצר על ידי רמקול, ובאמצעותו אנו מייצרים הפרש טמפרטורות משמעותי (מגיע לכמה עשרות מעלות) על חלק שייצרנו. בהמשך הפרויקט נבחן את האפשרות לשפר את ביצועי המקרר באמצעות הוספת מעבר מסה (אדי מים)



The thermoacoustic effect is a long-known effect. Sound Waves induce pressure fluctuations in the air, which in turn induce temperature fluctuations. By introducing a solid with a temperature gradient into the gas, we can change the phase between temperature and pressure, and thus change the phase between specific volume and pressure, this can lead to net work performed by the gas, and thus the generation of acoustic power. Alternatively, it can be used to consume acoustic power and enhance the temperature difference. For our project, we designed and constructed a thermoacoustic refrigerator based on an acoustic traveling wave. The sound wave is generated using a loudspeaker, and induces a temperature difference of more than 20 degrees on a constructed "regenerator" for the rest of the future we will check the option of increasing efficiency using mass transfer effects into the refrigerator. (i.e. introducing water vapor transfer to increase energetic flux).

תכן משאבת מים צנטריפוגלית

Centrifugal Water Pump design

יניר חוטה

מנחה : פרופ' אמריטוס דן אדלר

פרויקט זה הינו תכנון משאבת מים צנטריפוגלית, בהתאם למפרט דרישות נתון. עיקר התכן הינו בניית כלי אופטימיזציה בתוכנת MATLAB המבוסס על התיאוריה הנלמדת בקורס "תכן טורבו מכונות 1". באמצעות האלגוריתם הממוחשב נבנה מאגר גדול של משאבות אופטימליות. את מאגר המשאבות מסננים תחילה על סמך מספר נתונים קריטיים כגון ממדי המשאבה, אופי המשאבה והתאמת המשאבה לדרישות. כמו כן נוספים שיקולים הנדסיים נוספים כמו כדאיות כלכלית, יעילות המשאבה, ועוד. לאחר בחירת המשאבה המועדפת מבוצעת סקירה הנדסית שלה ושרטוט מכאני.

This project is a centrifugal pump design, according to a given requirements specification. Most of the design is the construction of an optimization MATLAB tool based on the theory taught in the course "Design of Turbo Machinery 1". Using this algorithm, a large database of optimal pumps was built. This database was first filtered based on a number of critical criteria such as pump dimensions, pump characteristics, and pump adjustment requirements. Additional engineering considerations were added, such as economic feasibility, pump efficiency, and more. After selecting the preferred pump, an engineering review and a mechanical drawing were performed.

ניטור מצב בריאותי של נהג ללא מגע**Non-Contact Monitoring of Driver's Health***איגור ליפמן, שבע-מעין קוטנו**מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב*

כיום, נהיגה במצב עירנות מוגבלת של הנהג עקב גורמים כגון עייפות או השפעת אלכוהול מהווים גורם שכיח לתאונות דרכים. קיים צורך במערכת לניטור עירנות הנהג בזמן אמת ובאופן בלתי פולשני. לפיכך, מטרת המערכת היא לזהות ירידת עירנות הנהג ומצב עייפות על-ידי בחינת שינויים בפרמטרים פיזיולוגיים – אלקטרוקרדיוגרמה (אק"ג) וקצב מצמוץ העיניים – וזאת באמצעות חישה ללא-מגע. לשם כך, נבנה חיישן אק"ג ללא מגע בעל אלקטרודות לניטור הפעילות החשמלית של הלב, המשתלבות במושב הנהג ומהוות קבל יחד עם גב הנהג. האותות נקלטים מוגברים על-ידי מעגל חשמלי מתאים ומומרים לעיבוד דיגיטלי. לצורך עקיבה אחר קצב מצמוץ העיניים, נבחרה שיטת זיהוי-פנים המיושמת באמצעות מצלמת וידאו פשוטה וזמינה, ואלגוריתם מתאים אשר מעבד באופן רציף את צילום פני הנהג, ומבודד מתוך התמונה את עיניו וקובע האם הן פתוחות או סגורות, ובכך מודד מרווחי זמן בין מצמוצי עיניים עוקבים ומתריע במידה והם מצביעים על עייפות.

Nowadays, driving under limited alertness due to factors such as drowsiness or alcohol consumption constitute a major contributing cause of road accidents. There exists a need for a system to monitor driver's alertness in real time and using non-invasive methods. Therefore, the system's goal is to detect decreased alertness of the driver and a subsequent state of drowsiness by examining physiological parameters – Electrocardiogram (ECG) and eye blinking rate – and for it to be done via non-contact sensing. To achieve this, an ECG sensor was constructed with electrodes which integrate into the driver's seat and utilizes the driver's back as a capacitor where the clothing and skin act as dielectric layers. The analog signals received are amplified by an appropriate electric circuit and are converted for digital processing. In order to track the eye blinking rate, a face-recognition method was chosen. It is implemented using a simple video camera that has a corresponding algorithm which continuously processes an image of the driver's face isolating the driver's eyes from the image and determining whether the eyes are open or closed, thus calculating the time interval between eye blinks. The driver is alerted when drowsiness is confirmed.

ממשקי מח - מחשב לשיקום**Brain Computer Interface: Vibro-Tactile project**

אילן אוסקולסקי, יעל שינברגר

מנחים: מר' רומן שמסוטדינוב ופרופ' מרים זקסנהויז

ממשקי מוח-מחשב לא פולשניים (BRAIN COMPUTER INTERFACE-BCI) מספקים טכנולוגיה מבטיחה לסיוע לחולי LIS להחזרת יכולות תקשורת. בעיות עיניים שכיחות בחולי LIS, ולכן BCI מבוסס על גירויים חזותיים לא יעיל במקרה זה. כדי להתגבר על בעיה זו, נעשו מאמצים לפתח BCI על בסיס מערכות חישה אלטרנטיביות כגון BCI שמיעתי ומגע. אחת משתי השיטות הפופולריות לBCI היא פוטנציאלים מעוררים במצב מתמיד, אשר מבוססת על הצגה מחזורית של גירוי. גירויים אלה מעוררים תגובה מתמדת בפעילות המוחית בתדירות זהה לתדירות הגירויים באזורים רלוונטיים. בפרויקט, תכננו מערכת ליצירת גירויי מגע מחזוריים: מערכת רוטטים המתממשקים לאצבע וממשק משתמש המאפשר בחירת תדרים ותפעול המערכת.

Brain- Computer Interface provides helpful technology for LIS patients in retrieving of communication abilities. Eyes issues are very common with LIS patients. Therefore, BCI based on visual stimulations is ineffective. To overcome these problems, many efforts have been invested for finding an alternative, sensation BCI, based on hearing and tactile. One of the two most popular methods for BCI is steady state evoked potentials, which is based on periodic stimulation. Those stimulations evoke steady state response in the brain, in the same frequency as the periodic stimulations. In our project, we designed a system that generates the periodic tactile stimulations. The system includes vibrators, jigs to connect the vibrators to the fingers and user interface to control the frequencies.

ממשק מוח מכונה מבוסס גירוי טקטילי

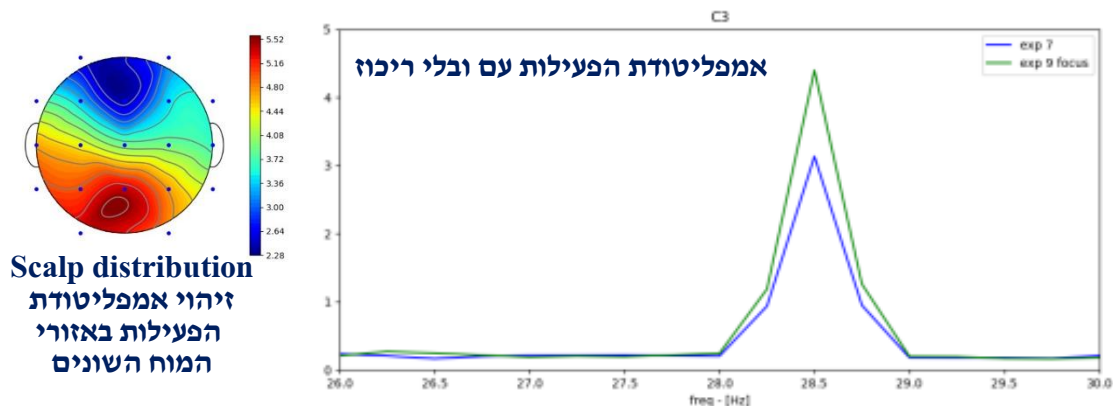
Vibro Tactile Brain Computer Interface

יובל שומר ואודליה מבורך

מנחה: פרופ' מרים זקסנהויז

מטרת הפרויקט היא לפתח ממשק תקשורת מוח-מחשב (Brain-computer interface, BCI) מבוסס גירוי חושי (טקטילי) למשותקים. העיקרון המנחה הוא שהפעלת רטט בתדר מסוים על הגוף מובילה לפעולה אלקטרומגנטית באותו התדר במוח, ובאמפליטודה שתלויה במידת הריכוז באזור בו מופעל הרטט. אפשר לזהות את התדר של הפעילות המוחית במדידות EEG על הקרקפת מעל האזור המוחי שמעבד מידע מחיישני מגע בגוף. ע"י זיהוי שינוי האמפליטודה ניתן להסיק באיזה אזור התרכז המשתמש. בפרויקט זה נתמקד ביצירת ממשק תקשורת בינארי ע"י הפעלת רטט בתדירויות שונות על שתי ידיו של המשתמש. המשתמש יבטא את התשובה ע"י ריכוז ביד המתאימה וכך תתאפשר תקשורת עם אנשים משותקים.

The goal of this project is to develop a Stimulation Based Communication system using Brain-Computer Interface (BCI) method. The guiding principle is that a vibrating stimulation at a certain frequency on some area of the body leads to electromagnetic activity at the same frequency in the brain, with amplitude that depends on the level of concentration. By identifying changes in the amplitude of the activity it is possible to determine the area in which the subject is concentrating. Using a system that operates on this principle and by vibrating at different frequencies on both hands of a subject, a question-based communication interface with two possible answers can be created. The subject will answer the questions solely by concentration and thus this system will enable communication with a person completely lacking any physical abilities.



תכן גיאומטרי לגוף כלי שיט יעיל והערכת גרר-הספק- נצילות תחבורה

Geometric Design of an Efficient Vessel Hull and the Assessment of Drag-Power-Transportation Efficiency

דניאל גיל רודאן

מנחה: פרופ'ח נתאי דרימר

נצילות תחבורה הינו מדד המכמת יעילות אנרגטית עבור שינוע משקל כלשהו באמצעות כלי תחבורה. חלק א של פרויקט זה עוסק בהגדרה של נצילות תחבורה בכלי שיט וסקר קונספטים של כלי שיט קיימים בהיבט של נצילות תחבורה. בחלק ב בוצע תכן גיאומטרי של כלי שיט יעיל מסוג "Cutter Boat" בתוכנה ייעודית לתכן כליי שיט במשטחים – MultiSurf. התכן בוצע לדרישות מוגדרות וכולל: תכן גיאומטרי ראשוני, אנליזות הידרוסטטיות, הערכת גרר-הספק -נצילות תחבורה; תוך ביצוע איטרציות (ספירלת תכן) על כל השלבים לשיפור נצילות התחבורה.

Transportation efficiency is a measure of energy efficiency for conveying any load by means of any vehicle. Part A of this project deals with a definition of the term as used for marine vessels and a survey of concepts of marine crafts in the aspect of transportation efficiency. Part B presents a geometric design of an efficient vessel of the type "Cutter Boat", using the designated software for hull design by rational surfaces - MultiSurf. The design was carried out according to specified requirements, and includes: preliminary geometric design, hydrostatic analysis, assessment of power, drag, transportation efficiency; while iterating (design spiral) these stages for improving the transportation efficiency.

פיתוח מדגים הנדסי עבור מיכל להודפים נוזליים מסוג דיאפרגמה לחלל

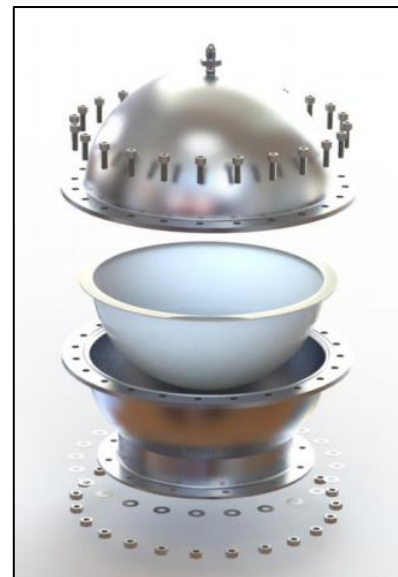
Spacecraft Diaphragm Type Propellant Tank Engineering Model (EM) component development

עידן עזר

מנחה: מר' דב חזן

עם עליית המודעות העולמית ל"אנרגיה ירוקה", התעורר הצורך להציג פתרון אלטרנטיבי בתחום הנעת לוויינים באמצעות דו-הודף. תקציר זה מציג פיתוח מדגים הנדסי של מיכל מסוג דיאפרגמה עבור מי חמצן כהודף. פתרון זה נשען על מבנה של מכלים אחרים הנמצאים בשימוש בהנעה רקטית (דוגמת מכלי הידרזין), תוך התחשבות בנושא תאימות החומרים. המדגים ההנדסי עליו אנו עובדים הוא חלק מתוכנית "צמצום סיכונים ואי ודאויות", כלומר, המיכל המוטס שיתוכנן בהמשך הפרויקט ישתמש בתוצאות שהתקבלו עבור המדגים הנוכחי. לכן, אמנם המיכל אותו תכננו אינו מיועד להוציא משימות בחלל לפועל, אך תפקידו הוא למזער את הסיכונים בדרך ליעד. השלב הנוכחי של הפרויקט, הוא של הפעלת הוראות העבודה שהוכנו להכללת המיכל, לניסויי דליפה ראשונית ולחץ הוכחה, דליפה פנימית וחיצונית, ובדיקת יעילות וקצב ריקון המיכל.

With the world's growing requirement for "Green Energy" it has become necessary to present a "Green Propulsion" alternative for bi-propellant satellite propulsion. This abstract presents an effort in this direction through development of a diaphragm type hydrogen-peroxide propellant tank. This solution uses the common structure of propellant tanks (e.g. of monopropellant hydrazine), and adapts it by considering material compatibility. The EM (engineering model) we are currently working on is part of a plan to reduce risks and uncertainties. This means that the flight model that will be designed later will be based on the results of the present development plan. Although our model is not the one that is destined to execute missions in space, its importance is to minimize the risks that are taken throughout the system development process. Current stage includes employing work instructions prepared for integration and for testing, including initial leak and proof pressure test, external and internal leak, as well as evacuation efficiency and rate tests.



פיתוח מדגים הנדסי עבור שסתום סלנואידי לבקרת זרימת מחמצן

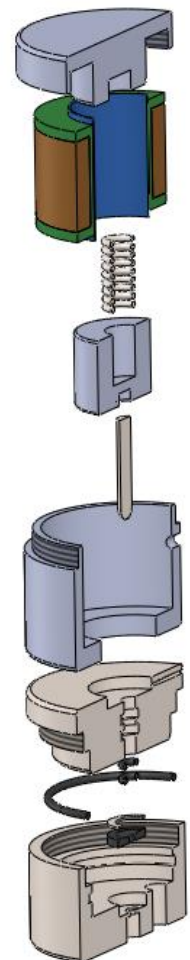
Oxidizer Solenoid Type Flow Control Valve Engineering Model Development

טום פורמן ודמיטרי גופמן

מנחה: מר' דב חזן

הפרוייקט עוסק בפיתוח מדגים הנדסי של שסתום בקרת זרימה עבור מחמצן H_2O_2 (מי-חמצן, מימן על-חמצני) בריכוז גבוה. השסתום מיועד להיות משולב בתוך מערכת הנעת חלל "ירוקה" (מופחתת סיכונים), היפרגולית מסוג דו-הודף. המערכת מבוססת על מימן על-חמצני כמחמצן ודלק ג'ל מבוסס קרוסין, המפותחת בטכניון על ידי NewRocket. נדרשת תאימות למימן על-חמצני ועמידה בתנאי שיגור וחלל. תהליך הפיתוח כלל בתוכו שימוש בתקנים ובדרישות, כמקובל בתעשיית האווירונאוטיקה וחלל. התכן של המדגים ההנדסי מבוסס על מנגון מפעיל סלנואידי שתואר על ידי B. J. Lim et al. (2013).

A spacecraft solenoid type H_2O_2 oxidizer flow control valve (FCV) engineering model (EM) is developed. The FCV will be integrated as part of a hypergolic bi-propellant "green" (reduced hazards) space propulsion system with concentrated hydrogen peroxide oxidizer and kerosene based gel fuel, being developed at the Technion by NewRocket. The oxidizer FCV must be compatible with Hydrogen Peroxide (H_2O_2), and with space and launch environments. The development process incorporated Aerospace standards such as MIL-STD-1522, MIL-STD-1521, MIL-STD-490, MIL-STD-1540, MIL-STD-810, NASA-STD-8739.3 and MIL-PRF-16005F. The EM design is based on a solenoid actuating mechanism described in "Design verification of Solenoid Operated Valve for Industrial Applications" by B. J. Lim et al., Paper 1005, 22nd Int'l Conf. Nucl. En. for New Europe, Bled, Slovenia, 9-12 Sep. 2013.



שסתום מפחית לחץ דו דרגתי

Two Stages Pressure Reducing Valve

יאיר שאטו ויעקב מסלה

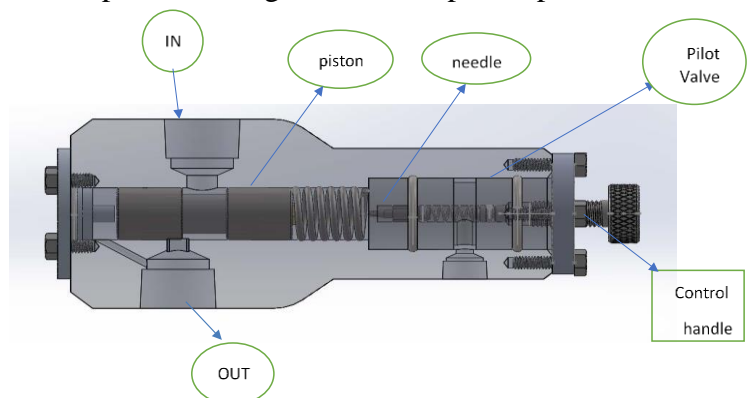
מנחה: ד"ר אבינועם לבני

שסתום זה התקן אשר משמש לוויסות הזרימה של הנוזל. בפרויקט זה תכננו שסתום מפחית לחץ אשר מקבל לחץ של בין $100-200$ [bar] ונדרש ממנו להפחית את הלחץ ביציאה עד ל- $30-50$ [bar] בספיקה של 60 ליטר לדקה. לחץ הכניסה מאוזן ואינו מפעיל כל כח צירי על בוכנת ההספק. במרכז בוכנת ההספק קדח צירי ובו צמצם. דרגת הפיקוד הינה מחט הנפעלת נגד פתח בקוטר קטן ועמוסת קפיץ שניתן לשנות את כח הלחיצה בו ע"י ידית.

אופן הפעולה: הלחץ ביציאה מועבר אל צד שמאל של בוכנת ההספק. כל עוד לחץ היציאה נמוך מהלחץ הפותח את דרגת הפיקוד הלחצים משני מידי בוכנת ההספק שווים. ופתח היציאה פתוח. כאשר הלחץ עובר סף מסוים הנקבע ע"י קפיץ הפיקוד, נוזל עובר דרך הצמצם בבוכנת ההספק יוצר הפרש לחצים עליה והיא מתחילה לסגור את פתח היציאה. במצב שיווי משקל פתח היציאה נוצר בשטח חתך הגורם להפרש הלחצים בין לחץ הכניסה ללחץ היציאה הנדרש.

Valve is a device which is used to regulate the flow of liquids. In this project, we designed a valve that reduces pressure from $100-200$ [bar] to pressures of up to $30-50$ [bar] at its exit. The inlet-pressure does not apply axial forces on the piston-power. At the center of piston-power there are drilling axes and a shutter. The level of command is a needle, operated against a little diameter opening and loaded-spring, which can change the pressure force by a handle.

System operation: the pressure at the exit transfers to the left-side of piston-power as long as the exit pressure is less than the pressure, which opens level of command. Pressure at piston-power are equal. The exit-opening is opened when the pressure is near a critical value, determined by a settling spring. Liquid that passes through shutter of piston-power causes pressure differences on it and it starts to close the exit opening. In equilibrium, the exit opening is created at a cross-sectional area, which causes pressure differences between the required in-let and out-let pressures.



תכן מערכות הידראוליות

Hydraulic Systems Design

אריאל חסון ונג'יב מרזוק

מנחה: ד"ר אבינועם ליבני

בחלק הראשון של הפרויקט תכננו משאבת גלגלי שיניים. משאבות אלה מהוות מרכיב חשוב בהידראוליקת לחץ גבוה בצידוד אוטומטיבי וחקלאי במתקני ייצור שונים. הן זולות בהרבה ממשאבות בוכנות או כנפיים וביצועיהן סבירים. שימושן העיקרי הוא לסיכוך חלקי מכונות והעברת נוזלים או בתור משאבות שמן במנועים. בחלק השני תכננו מעלית הידראולית להסעה של עד ארבעה אנשים בבניין של שלוש קומות. לאחר סקר ספרות שערכנו, החלטנו על מבנה שבו המעלית מונעת בעזרת כבלים ושני צילינדרים.

In the first part of the project, we designed an External Gear Pump. These pumps are widely used in High Pressure Hydraulics in the agriculture and car industries. They are much cheaper than piston pumps or wing pumps and their performance is fair. Their main uses are in lubricating machines parts and fluids transference or as oil pumps in motors. In the second part of the project, we designed a hydraulic elevator for transportation of maximum four people in a building of three floors. After a literature review, we decided to design the elevator with cables and two cylinders.

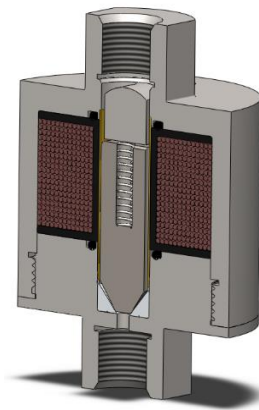
שסתום בקרת זרימה לדלק ג'לי

Gelled Fuel Flow Control Valve

אלון קרן ותומר בריקמן

מנחה: מר' דב חזן

שסתום בקרת הזרימה תוכנן במסגרת פיתוח מערכת הנעת חלל רקטית אשר עושה שימוש בהודפים שאינם רעילים. השסתום מבקר את זרימת הדלק אל תא הבעירה באמצעות סולנואיד, תוך התמודדות עם דרישות זרימה ותכן מורכבות. ראשית, הזורם העובר בשסתום הינו זורם לא ניוטוני (צמיגותו לא ליניארית ביחס לקצב הגזירה) והוא מתאפיין בפאזת ג'ל וחלקיקי מוצק. על השסתום לעמוד באתגרי אטימה ולפעול בתנאי קיצון, כגון תאוצות גבוהות וטווח טמפרטורות רחב. על השסתום לעמוד בתקני תעופה מחמירים ולעבור בדיקות קבלה, העמסה ותקינות. במהלך הפרויקט נותחו הכוחות הפועלים על ליבת השסתום, בוצעו חישובי זרימה ואנליזות מגנטיות ובוצעו אופטימיזציות לקבלת כוח האטימה הדרוש בקפיץ, לצד הכוח המגנטי שיאפשר את פתיחת השסתום כנגד לחץ ההפעלה.



The flow control valve has been designed as part of a rocket propulsion system which uses non-toxic propellants. The valve controls the flow of the fuel into the combustion chamber using a solenoid, while dealing with complex flow and design requirements. First, the fluid flowing through the valve is non-Newtonian (its viscosity is not linear with the shear rate) and is characterized with gel phase and solid particles. The valve must withstand sealing challenges and operate under extreme conditions such as high acceleration and wide temperature range. The valve must comply with strict aerospace standards and undergo acceptance, loading and health tests. In this project, the forces operating on the core of the valve were analyzed. Flow calculations and magnetic analyzes were carried out and optimizations were made to obtain the sealing force required in the spring, alongside the magnetic force that would enable the valve opening against the operating pressure.

סעפת יניקה - פרויקט פורמולה טכניון 2019

Intake Manifold - 2019 Technion Formula Student Project

יונה קור

מנחה: ד"ר לאוניד טרטקובסקי

פרויקט זה נעשה במסגרת פרויקט הפורמולה בטכניון. סעפת היניקה אחראית על הכנסת תערובת דלק-אוויר לצילינדר במנוע. זרימת האוויר בסעפת היניקה נשלטת על ידי הפרשי לחצים בחלקיה השונים - לחץ האוויר בסביבה גבוה ובתוך הסעפת הלחץ נמוך, זאת כתוצאה מתת הלחץ הנוצר בעת פעימת היניקה. סעפת היניקה מורכבת מריסטרקטור, תיבת אוויר וראנר. כאשר האוויר זורם בראנר לכיוון הצילינדר, דלק מוזרק לתוכו ליצירת תערובת הדלק-אוויר הדרושה לבעירה. בכדי לקבוע את גיאומטריית סעפת היניקה נעשו סימולציות CFD, שבאמצעותם בצורה איטרטיבית נמצאה הגיאומטריה שמבטיחה זרימה אידיאלית בסעפת היניקה. בוצעו אנליזות CFD במצב מתמיד ב-3D, ובמצב לא מתמיד ב-2D. בנוסף, בכדי לוודא כי סעפת היניקה עומדת בכל העומסים הפועלים עליה בעת נסיעת הרכב בוצעו אנליזות חוזק. הריסטרקטור יוצר מסיבי קרבון בתהליך ריבוד, בעוד תיבת האוויר והראנר הודפסו מניילון 12.



The intake manifold was designed and manufactured as a part of the Technion Formula Student Project. The intake manifold is responsible for supplying cylinder with the air-fuel mixture. During the intake stroke the engine's piston moves downward, this causes a partial vacuum, and because of the pressure difference from the surrounding atmospheric pressure, air rushes into the intake manifold.

The intake manifold is comprised of a restrictor, plenum and runner. When air flows through the runner towards the cylinder, fuel is injected to create the air-fuel mixture required for combustion. In order to determine the intake manifold's geometry CFD simulations were done in an iterative process - these resulted in finding the geometry that creates ideal air flow in the intake manifold. To guarantee the intake manifold can withstand the forces and stresses it experiences while the vehicle is driving, strength analyses were done. The Restrictor was manufactured with carbon fiber layering, while the plenum and runner were 3D printed from Nylon 12.

תכנון מארז סוללות לרכב מירוצ חשמלי אוטונומי

Accumulator for an Electric Autonomous Vehicle

נir בן יוסף ואנסטסיה טולקצ'וב

מנחה: מר' רומן שמוסטדינוב

הצוות תכנן מארז סוללות לרכב מירוצ חשמלי אוטונומי תוך עמידה בדרישות תקנון נוקשה ודרישות צוות הנדסת מערכת. האתגר העיקרי מול ניצב הצוות הוא לימוד ויישום של התיאוריה העומדת מאחורי תכנון המארז: סידור פנימי של תאי הסוללה, קירור המארז וחיבור לבקרי המנוע.

The team designed an accumulator for an electric autonomous race car under the demands of a strict ruleset and the demands set by the system engineering team. The main challenge the team face was learning and applying the theory behind accumulator design: arranging the cells within the accumulator, cooling it and connecting to the controllers of the motors.

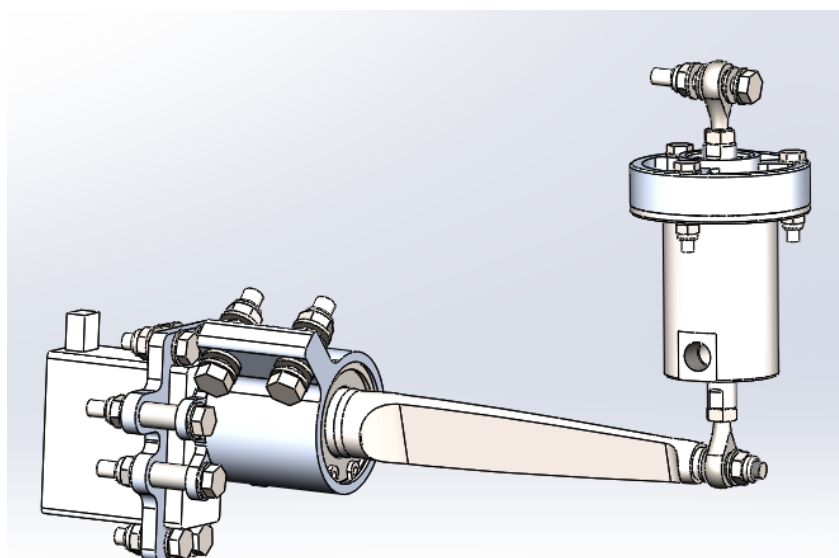
פיתוח מערכת אנטי-רול אקטיבית והידראולית, פרויקט פורמולה 2019**Active and Hydraulic Anti-Roll Development, Formula Technion 2019**

עוז סעדה

מנחה: מר' דוד נמרי

מערכת האנטי-רול הינה חלק ממכלול המתלים ותפקידה להוסיף קשיחות לגלגול הרכב (Roll). קשיחות המערכת משפיעה על פילוג המשקלים שמועברים אל ארבעת הגלגלים בעת פניה, ולכן משפיעה באופן ישיר על דינמיקת הרכב; נטייה להיגוי-יתר או לתת-היגוי. השנה פיתחנו מערכת אנטי-רול הידראולית לעומת מכאנית בשנים הקודמות. המערכת מורכבת משלוש בוכנות ונוזל במערכת סגורה, וכוללת להב אקטיבית בעלת מומנט אינרציה משתנה הנשלט באמצעות מנוע Servo. המנוע מבוקר על-ידי חיישנים ואקטואטורים, וזאת כדי לקבל קשיחות אידיאלית לגלגול הרכב עבור תנאי דרך שונים המאפיינים מסלולי מרוץ, ובכך להשיג אחיזת כביש והיגוי מיטבי.

The Anti-Roll system is a part of the suspension assembly, it adds roll stiffness to the vehicle. The stiffness of the system affects the weight transfer across the four wheels during turns, therefore influencing the dynamics of the vehicle directly; the tendency to oversteer or understeer. This year we developed a hydraulic versus mechanical anti-roll system in previous years. The system consists of three pistons and fluid in a closed system and includes an active blade with varying moment of inertia which is controlled by a servo. The servo is controlled by sensors and actuators to obtain ideal stiffness to roll for different road conditions which are common for racetracks, thereby achieving road holding and optimal steering.



One of the pistons is connected to the active blade which is controlled by a servo

מערכת סובבת למניעת החלקות של רכב אוטונומי בזמן פניה

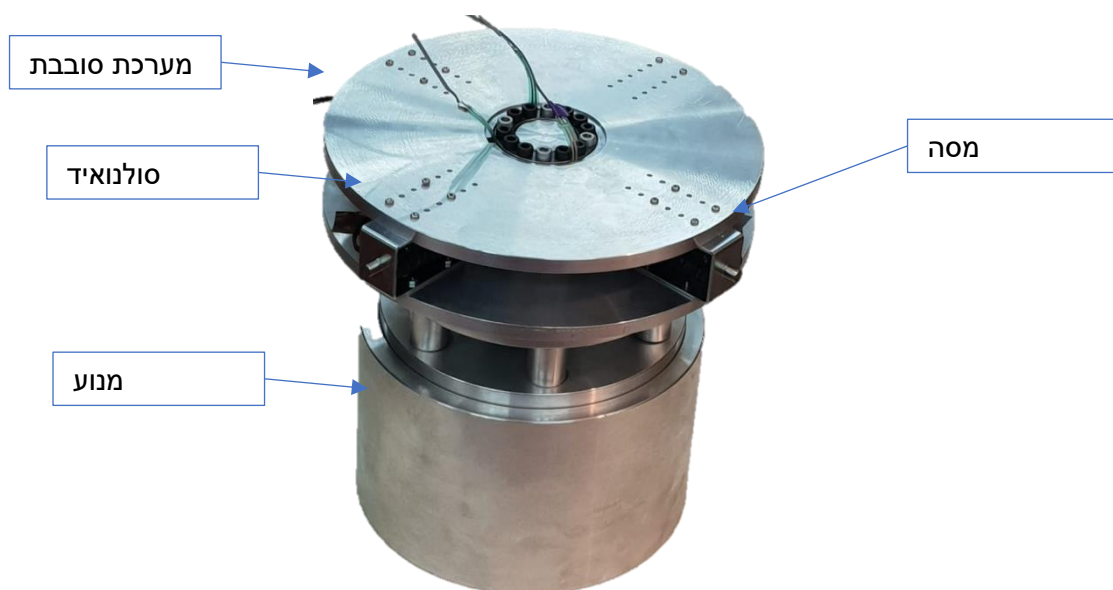
Rotational anti-slip system for autonomous car

אורן אלמקיס וליאור אבל

מנחה: פרופ' אילון רימון

בזמן ביצוע פניה פועלים על רכב כוחות צנטריפוגליים, כאשר נרצה לבצע פניה במהירות כוחות אלו יגרמו להחלקה של הרכב. מטרתנו היא להפעיל כוחות שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם שימנעו את ההחלקה. בחרנו לבצע זאת ע"י מערכת סובבת אשר יוצאת מאיזון במכוון ובכך מתנגדת לכוחות הצנטריפוגליים. המערכת מורכבת מ-4 סולנואידים כאשר הזווית ביניהם היא 90° ובקצה שלהם יש מסה. המערכת כולה מסתובבת ובמהלך סיבובה המסות נכנסות ויוצאות כך שתמיד קיימות שתי מסות שההיטל של הכוחות שהן יוצרות מופנה למרכז מעגל הסיבוב ובכך הוא מבטל את הכוח הצנטריפוגלי.

A circular motion causes centrifugal forces. For a turning vehicle, these forces will eventually cause it to slip. The purpose of our project is to design a system which will cause equal and opposite forces to cancel out the centrifugal forces on a turning vehicle. We chose to do this by designing a rotating mechanism which purposely exits equilibrium in order to defy the centrifugal forces. The mechanism is comprised of 4 solenoids with a 90° between each pair, and a mass at the end of each one. While rotating, the position of the masses in reference to the center will determine the forces acting of the vehicle in order to cancel out the centrifugal forces.



תכנון ובקרה של מערכת הנעה חשמלית לרכב פורמולה

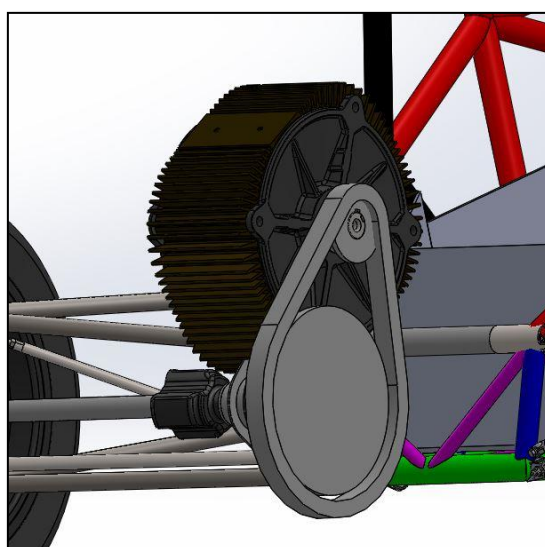
Design and Control of an Electric Powertrain for a Formula Vehicle

נועם ברקוביץ' ושיר חן

מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב

המערכת אחראית על הנעת רכב הפורמולה החשמלי-אוטונומי הראשון שתוכנן בטכניון. נעשה שימוש בשני מנועי Zero Z-Force מדגם 75-5 בעלי הספק מקסימלי של 31KW כל אחד ומומנט מקסימלי של 120Nm. כל מנוע אחראי להניע גלגל אחורי אחר. העברת הכוח נעשית דרך מנגנון שרשרת בעל יחס תמסורת 1:3 שנבחר על מנת להגיע למהירות המקסימלית הנדרשת במומנט גבוה. כל מנוע מבוקר באמצעות בקר Sevcon מדגם Gen 4 Size 4 המקבל מתח נומינלי של 110VDC ממערך הסוללות ומספק למנוע זרם חליפין תלת-פאזי. הבקר מתוכנת לשנות את התדירות והאמפליטודה של הזרם בהתאם לדרישות המהירות והמומנט המסופקות על ידי המערכת האוטונומית. תחום האחריות של הפרויקט כלל את כל התכן החשמלי והמכני הנדרש.

The system is responsible for the power transmission of the first electric and autonomous formula vehicle ever designed in the Technion. We used two Zero Z-Force type 75-5 motors with a maximal peak power of 31KW each and 120Nm of maximal torque. Each motor drives a different rear wheel. The power transmission is done through a chain drive with 1:3 gear ratio selected to reach the maximal velocity requirement with high torque. Each motor is controlled by a Sevcon Gen 4 Size 4 driver which receives 110VDC nominal voltage from the vehicle's high voltage accumulator and outputs 3-phased AC current to the motor. The driver is programed to change the frequency and amplitude of the output current based on the autonomous system velocity and torque requirements. The project's area of responsibility included both the electrical and mechanical required design.



תכן ובקרה של מערכת DRS ובקרה של ARB**Design and control of DRS system, Control of ARB**

אורי ברקן וחגי בן לולו.

מנחה: רומן שמסטודינוב

מערכת DRS מורידה ומעלה את הגרר ברכב הפורמולה באמצעות שליטה על האוריינטציה של הכנפיים האחוריות של הרכב. המערכת הינה מערכת פנימית בתוך הכנף המבוססת על פעולת מנוע DC אחד וחיבור חיצוני של שתי הכנפיים ע"י מוטות קשיחים. השליטה על המערכת מתבססת על מחשב הרכב וקריאות מחיישני הרכב אשר מנתחים מצבים בהם ישנו צורך להגדיל את גרר או להוריד את הגרר על הרכב. בקרת מערכת ה-ARB אשר מקשיחה את המתלים של הרכב בזמן ביצוע פנייה ע"מ למנוע החלקה של הרכב. המערכת מנטרת באמצעות חיישני הרכב מצב של פנייה ומחשבת את כמות התיקון שצריך לתת לרכב כדי למנוע מצבים של החלקה.

DRS system change the drag force on the Formula vehicle, by controlling the orientation of the rear wings. The system is an internal system, located inside the wing and operated by one DC motor, and an external connection of the two wings with rigid rods. Control of the system is based on the car computer and get calls from the sensors of the vehicle, that analyze situations in which we want to increase or reduce the drag force on the vehicle. Control for the ARB system that harden the suspension of the vehicle while turning to prevent the vehicle from being slip. The system detects with the vehicle sensors a mode of contact and calculates the amount of repair that should be given to the vehicle in order to prevent slippage conditions.

פורמולה טכניון 2019 – אקטואציה ההיגוי

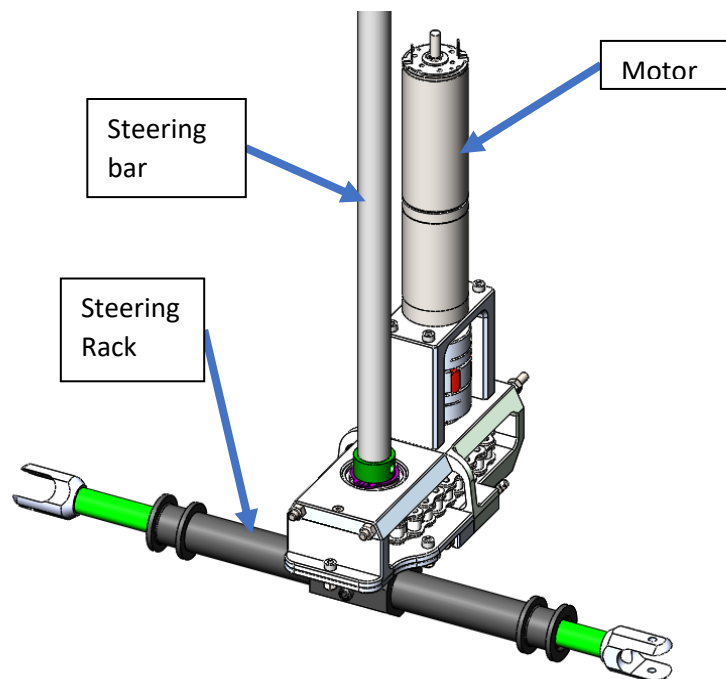
Autonomous Formula Student Project – Steering Actuation

רפאל בן חמו

מנחה : ד"ר נפתלי סלע

הוא זה חלק מפרויקט הפורמולה האוטונומי של שנת 2019. מטרת הפרויקט היא לבצע תהליך תכן מלא של מערכת אקטואציה לצורך היגוי אוטונומי של רכב הפורמולה. בפרויקט גובשו דרישות התכן ומתוכן נבחנו קונספטים שונים כשלבסוף הוחלט על מערכת מבוססת שרשרת. מערכת זו מעבירה הינע ממנוע חשמלי אל ציר המסרק וממנו לגלגלים. תכן זה מאפשר מעבר בין היגוי ידני רגיל ושליטה בהיגוי דרך מתן פקודות לבקר המנוע.

This project is part of the Electric Autonomous Formula Technion SAE project. The goal is to design a transmission between the motor that actuates the steering of the car. After evaluating every option available, the team chose to create a system based on a chain drive transmission attached to the steering rack and its bar (which is connected to the wheel), allowing the team to easily switch between the manual mode and automatic mode of the car.



סביבת נהג לרכב פורמולה

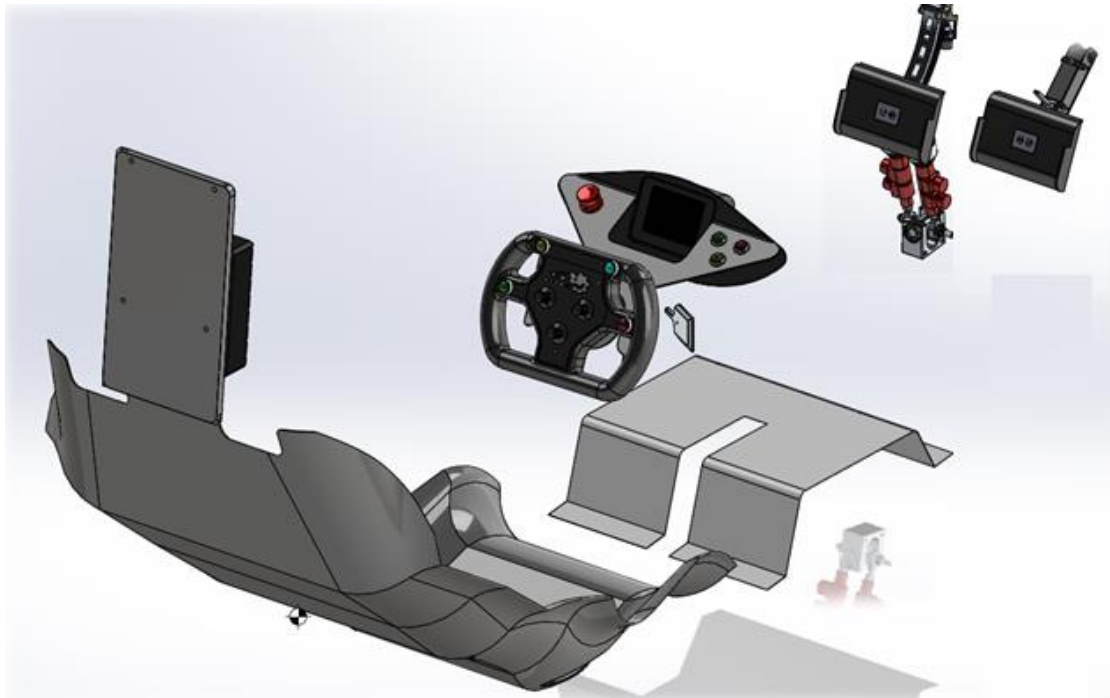
Driver Interface for a Formula Vehicle

אלי גישבולינר וג'אוווד שופונייה

מנחה: מר' דוד נמרי

הצוות תכנן סביבת נהג לרכב הפורמולה של הטכניון תוך עמידה בדרישות תקנון נוקשה ודרישות צוות הנדסת מערכת. האתגר העיקרי מולו ניצב הצוות הוא עלייה של מקדמי הבטחון במכלולים תוך שיפור הנוחות לנהג והורדה נוספת של משקל. המערכת כוללת כיסא, הגה, לוח מחוונים, ידית מצמד ודוושות. התוצר הסופי הוא סביבת נהג נוחה ובעלת המסה הנמוכה ביותר בפרויקט עד כה.

The team planned the Driver Interface for the Technion's formula vehicle under the demands of a strict ruleset and the demands of the System Engineering team. The main challenge the team faces was to increase the safety coefficient while also making the sub-systems more comfortable and further decreasing the weight. The Driver Interface system contains a seat, steering wheel, dashboard, clutch control and pedals. The final products is a comfortable system that is also the lightest in the history of the project.



התאמות שילדה לרכב פורמולה חשמלי-אוטונומי

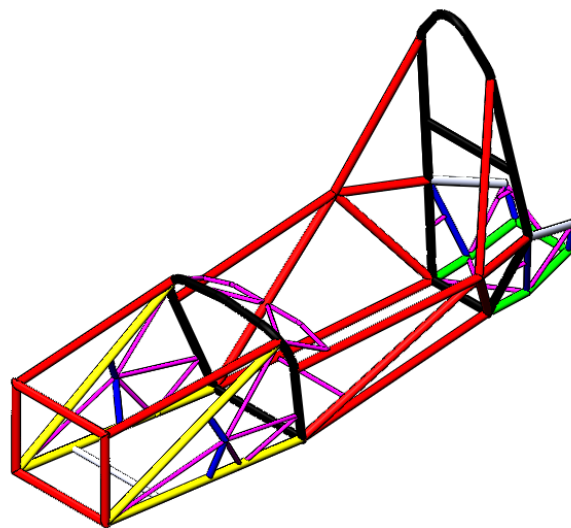
Chassis adaptations for autonomous-electrical formula car

רועי נחליאלי

מנחה: ד"ר נפתלי סלע

בפרויקט הפורמולה החשמלי-אוטונומי נבחר להתבסס על שלדת רכב הבעירה של שנת 2019. בגלל השנוי בצרכי התכן בין הרכבים, נעשו במסגרת פרויקט זה התאמות למודל השילדה כאשר העקרונות המובילים הם: שמירה על מרכז מסה נמוך וממורכז, פשטות תכנונית ויצורית, אמינות גבוהה ומשקל נמוך. במסגרת התאמות אלה, הוגבהה הקשת המרכזית, הוגבה "אף" הרכב, הוחלפו מוטות לבעלי עובי גדול יותר והוסרו מוטות לא רלוונטים. כמו כן, הוספו רכיבי חיבור, ברקטים, ומוטות שונים הנחוצים פונקציונאלית. רכיבים בעלי פוטנציאל כשל נבדקו חישובית ו/או אנליטית. המודל הסופי עתיד להיבנות במהלך קיץ 2019.

In the autonomous-electrical formula project of 2019 it was chosen to rely on the combustion team car chassis. Due to differences in mechanical design requirements, adaptations were made as part of this project with much attention to the principles of: keeping center of mass low and centered, simplicity of design and production, high reliability and low weight. These adaptations include: extension of the main hoop, minor extension of the nose, replacement of thinner tubes with thicker tubes and removal of unnecessary tube. Furthermore, linking components, Brackets, were added as well as other functional necessary tubes. Components with probability to fail were checked by calculations and/or simulations. The final model is about to be built during 2019 summer.



מערכת העברת הילוכים

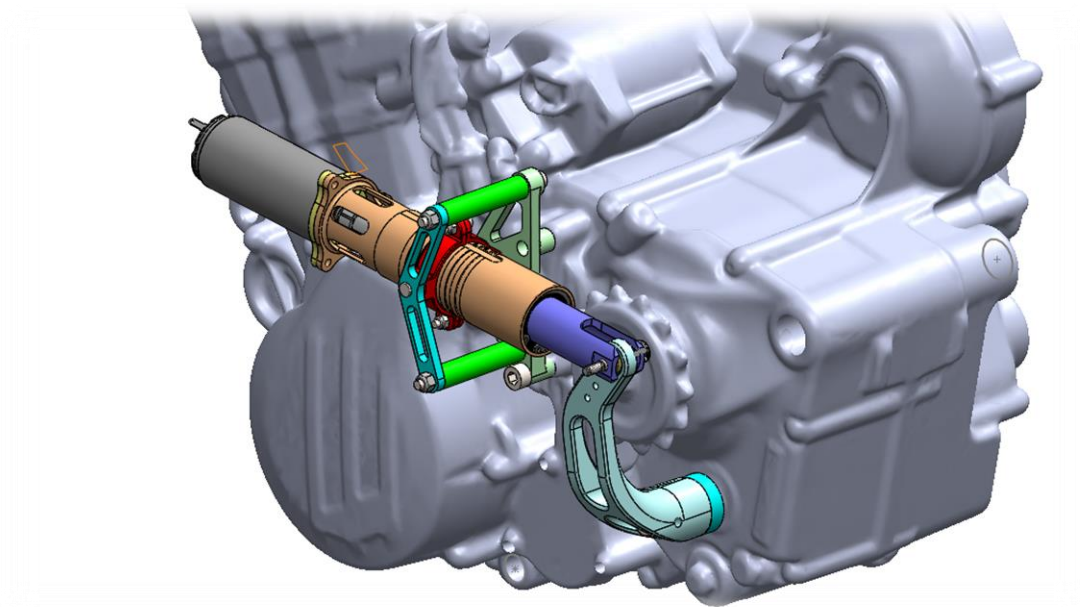
Gear Shifting system

סלמאן עבדאללה

מנחה: ד"ר נפתלי סלע

פרויקט זה הינו חלק מקבוצת הפורמולה בטכניון 2019. לצורך העברת הילוכים נדרש לתכנן מנגנון מבוסס מנוע חשמלי ובורג הנעה הנשלט ע"י כפתורים על ההגה. כמסקנות משנים קודמות, הוחלט השנה לעבור למנוע בעל הספק גדול יותר ותכנון חדש של מיקום המערכת ברכב כולל תכן מחדש של המנגנון.

This project is part of the Formula Technion SAE project. This system enables the driver to control gear selection by installed buttons on the steering wheel. The system is of the linear actuator type, incorporating a DC motor and lead screw. This year, the system was redesigned, and a more powerful motor was used, in a new installation setup.



אקטואציה אוטונומית לבלמים

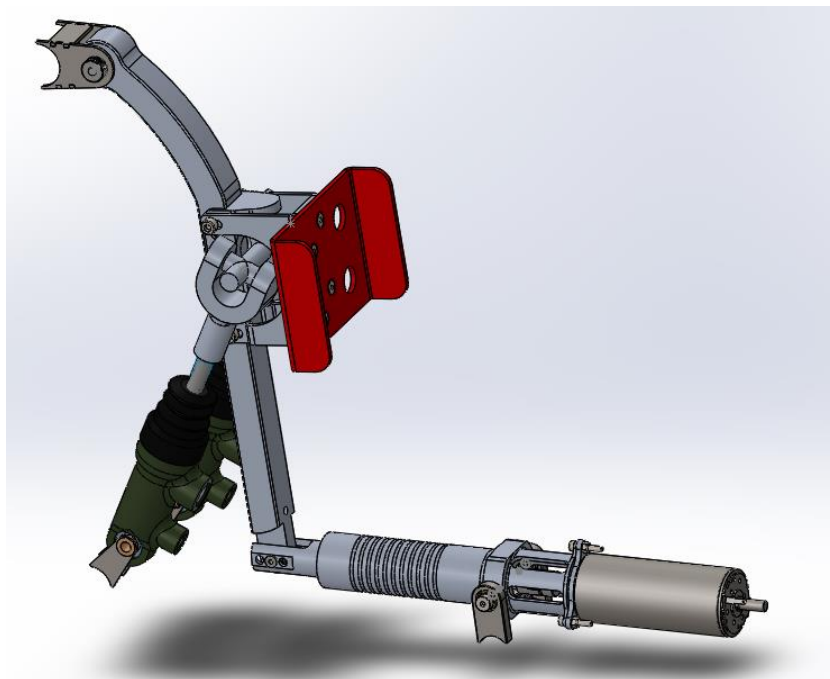
Brake Actuation System

טל גילי

מנחה: ד"ר נפתלי סלע

הקבוצה תיכננה מערכת אקטואציה אוטונומית לבלמים של רכב הפורמולה שיצא להתחרות ב-2020, בכדי להתאים את מערכת הבלימה הקיימת מרכב 2018 לרכב החדש כך שהיא תוכל לבלום באופן אוטונומי. המערכת תוכננה בהתאם לחוקי התחרות FSD. האקטואטור מבוסס על בורג הנעה מיניאטורי, המניע את האום בעזרת מנוע חשמלי.

The team designed a Brake Actuation System for the 2020 Formula Race Car, in order to fit the existing system from the 2018 Formula car so it will brake fully autonomously, in service brake mode. The system was designed according to the FSD rules. The actuator is based on a miniature ball screw, that moves a nut with the help of an electric motor.



תכנון מנגנון הרמה הידראולי במלגזה

Forklift Hydraulic Lifting Mechanism Design

ודים אנדרייב, תהילה אברה

מנחה: ד"ר אבינעם לבני

מלגזה הינה כלי רכב ממונע המשמש להעמסת, הרמת ותובלת מטען למרחקים קצרים באמצעות זרועות פלדה המוכנסות מתחת למטען. המלגזה הינו ציוד הכרחי בתעשייה ובמסחר ונעשה בו שימוש בהיקף רחב לשם תפעול שוטף של מפעלי ייצור, סדנאות עבודה ומחסנים. במסגרת פרויקט זה נדרשנו לתכנן מנגנון הרמה הידראולי אשר יהיה מסוגל להרים מטענים כבדים (עד 2 טון) לגובה של עד 6.5 מטרים בפרויקט זה ניצבנו בפני אתגר לא פשוט והוא תכנון תורן שמצד אחד יהיה מסוגל להרים משא כבד לגובה ללא קריסה ומצד שני יהיה מסוגל להתקפל על מנת שיוכל לעבור בדלתות ומעברים סטנדרטיים.

A forklift is a powered industrial truck used to lift and move materials over short distances using a fork made of steel. Forklifts are an indispensable equipment in manufacturing and warehousing. In this project we were required to design a hydraulic lifting mechanism for a heavyweight forklift. The mechanism was designed to lift weights up to 6.5 meters high. The main challenge was to design a mast that, on one hand could lift heavy loads to the specified height, and on the other hand could be moved inside standard passages.

הליכון ממונע**Motorized Rollator**

אילן גולן ומשה גינזבורג

מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב

מטרת הפרויקט היא יצירה של הליכון ממונע, אשר יאפשר למשתמש להתנייד בקלות רבה יותר בהשוואה להליכון רגיל. כך אדם הנעזר בו על מנת להתנייד יוכל להתהלך אתו באותה קלות במגוון מצבים למשל, בעליות או כאשר יש עליו משקל נוסף. על מנת לתרגם את רצון המשתמש לפעולת המנוע, תכננו את ידיות ההליכון כך שמוטמעים בהן חיישני כוח. האות מהחיישנים מוגבר ולאחר מכן מעובר למיקרו-מעבד. המתח המוזן למנועים הוא יחסי לאות המתקבל מחיישני הכוח. בנוסף, מהירות ההליכון מחושב מאנקודרים המותקנים על המנועים. הפרויקט עוסק בתחומים רבים: תכן משלים ושיפור מוצר קיים (ידיות משולבות חיישנים, קופסת אלקטרוניקה, חיבור מנועים לעגלה וכו'), דינמיקה, מכטרוניקה, תכן לייצור ותכנות אלגוריתמיקה.

The objective of our project is to create a motorized rollator which will enhance its user's mobility. The motorization allows the user to carry objects or walk uphill without having to invest more power. To translate the user's will in to motor movement, we designed handles with integrated load cells. The signal from the load cells is amplified and read by a microprocessor. The voltage level applied to the motors is relative to the signal received from the load cells. In addition, the velocity is attained by encoders installed on the motors. The work on the project involved many fields of knowledge. Enhancing and completing an existing design (integrating load cells, electronic box, etc.) dynamics, mechatronics, design for production, programing and algorithms.

הליכון ממונע באמצעות חיישנים – ההליכון הכחול

A rollator motorized by sensors – The blue rollator

יאיר סטולרו ואריאל אמת

מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב

הצורך בהליכונים, מקלות הליכה וכסאות גלגלים תמיד היה ותמיד יהיה, ומטרתנו כמהנדסים היא לשפר ולעיל כמה שניתן את איכות חייהם של מבוגרים ומוגבלי הליכה. הפרויקט עוסק בשיפור הליכון הקיים בשוק – Drive 726BL – ע"י הוספת שני מנועים לגלגליו האחוריים ותפעולם ע"י חיישנים ומיקרומעבד. המטרה היא להקל על המשתמש כך שכאשר הוא יפעיל כוח כדי להתקדם, ההליכון ישלים את תנועתו, ויכסה את כל האפשרויות: הליכה קדימה, הליכה אחורה וסיבובים. ההליכון יחוש את כוונתו של המשתמש בצורה מדויקת ובהתאם לכך יפעיל את המנועים במהירויות המתאימות. הפרויקט מקיף נושאים רבים כגון: תכן הידיות בהן משולבים החיישנים, בקרת משוב על יחידת ההנעה, סגירת מעגלים עם מגברים, חיישנים, דרייברים, מנועים ועוד רכיבים חשמליים.

There has always been a need of rollators, canes and wheelchairs and our aim as engineers is to improve and upgrade the quality of life of the elderly and/or disabled people. This project deals with improving/upgrading an existent rollator - Drive 726BL – by adding two engines to its rear wheels and activating them by sensors and a microprocessor. The purpose of this mechanism is to make walking much easier so that when the user applies force, the rollator will complete his/her motion. The idea is that this mechanism will enable any possible motion/movement: walking forward, backward, and turning around. Thanks to load cells built into the handles, the rollator will sense the direction in which the user wants to move, and hence will complete the action. The project involves quite a few issues. For example, design of handles which incorporates the load cells, feedback control of the ignition unit, circuit closure with amplifiers, drivers, engines etc.

גלגלון- התקן עזר הליכה

Rollacane- Walking aid device

מנה חן, סראו אלטה, אבו אחמד לין

מנחה: מר' כפיר כהן

מטרת הפרויקט הינה מציאת פתרון חדשני למקל הליכה, שיעניק תנועה חלקה ובטוחה ללא צורך בהרמת המקל, ויענה על צרכי קהילת המבוגרים בעולם ובארץ במיוחד. דרישות המוצר כללו אפשרות גלגול ובלימה תוך שימוש במנגנונים מכניים בלבד.

נבחרו שני מנגנונים המאפשרים התאמה מרבית להרגלי המשתמש: הישענות ולחיצה על כפתור.

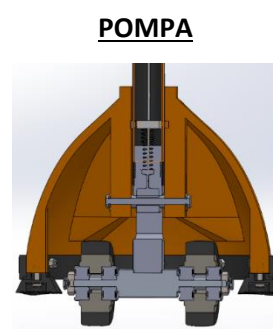
- מנגנון הפעלת המשקל (LEONARDO) כולל רצועת בלימה היורדת אל הקרקע בעת הישענות. המנגנון כולל רצועת בלימה ושלושה גלגלים (הגלגל האחורי מחובר לטובלן קפיצי).
- מנגנון הלחיצה (POMPA) מאפשר בלימה על ידי הורדת בית גלגלים אל הקרקע באמצעות כבל בודן. בית הגלגלים כולל שתי רפידות ורצועה באמצעותן מתרחשת הבלימה.

The aim of this project is to invent a novel walking aid solution, which will address the senior community's needs worldwide, and provide smoother usage without the need to lift it off the ground. The chosen solution is a walking aid device that includes both wheeling and breaking mechanisms.

We chose two solutions that allow maximal comfort for the user: Applying weight or pressing a button.

- The weight mechanism (LEONARDO) contains breaking strips, which contact the ground following weight application, and 3 wheels (back wheel connected to a plunger).

- The pressing mechanism (POMPA) includes a breaking strip and 2 breaking pads. The breaking pads are lifted/pressed by the button (using Bowden cable).



תא המדמה ירידת לחץ מהירה

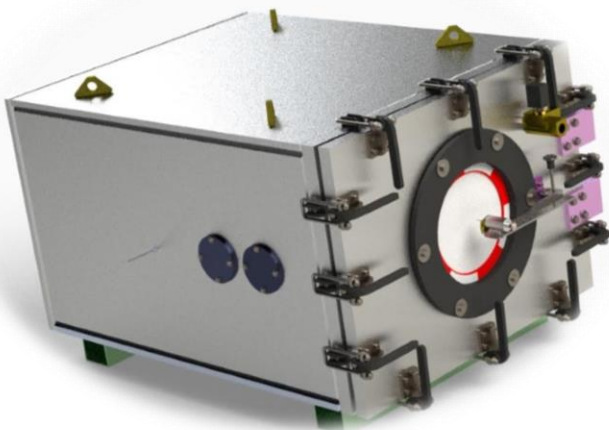
Pressure vessel to simulate a rapid decompression

עדן כהן וארז ברקי

מנחה: ד"ר יהודה רוזנברג

מטרת הפרויקט הינה תכנון, פיתוח וייצור תא המדמה ירידת לחץ מהירה עבור בדיקות גובה **Rapid and Explosive Decompression** למוצרים / רכיבים שונים. התא מיועד לשימוש במעבדת תנאי סביבה ברפאל כאשר במהלך הבדיקה נדרש לוודא כי לא נכשל עקב שינוי מהיר של רמת הלחץ סביבו וכן שומר על תיפקודו הפונקציונלי בזמן הבדיקה ולאחריה.

במהלך הבדיקה, התא הנ"ל מוכנס לתוך תא גובה גדול יותר הקיים במעבדה, שואבים את האוויר משני התאים ע"י מערכת הוואקום של התא החיצוני עד לתת לחץ של 750 מיליבר. ברגע זה, סוגרים את הברז החשמלי המשמש כפתח להשוואת הלחצים ההתחלתית ושואבים את האוויר מהתא החיצוני עד ללחץ של כ- 70 מיליבר. כעת קיים הפרש לחצים בין התא החיצוני לפנימי. באמצעות ניקוב ממברנה, או פתיחת ברז חשמלי, מתבצעת השוואת לחצים מהירה לתת לחץ של כ- 180 מיליבר. מהירות השוואת הלחצים נמצאת בטווח של 0.1-15 שניות וניתנת לשליטה ע"י בחירת הפתח בגודל המתאים לזמן הדרוש.



The goal of the project is to design, develop and manufacture a pressure vessel to simulate rapid and explosive decompression tests for various products. The vessel is intended for use in the Environmental Testing Laboratory at Rafael.

During the test, the vessel is inserted into a larger vacuum chamber in the laboratory. The

air is vacuumed from the two chambers to pressure level of 750 millibars. At that moment, an electric valve is closed and the air is vacuumed from the external vessel only to pressure level of 70 millibars. There exist a pressure difference between the two vessels. After puncturing a membrane - the pressure in the internal chamber will drop rapidly to 180 millibars. The pressure equalization speed is required to be in the range of 0.1-15 seconds. The timing is achieved by changing the membrane size.

מנגנון הרכבת ספוג

PVA Mounting Mechanism

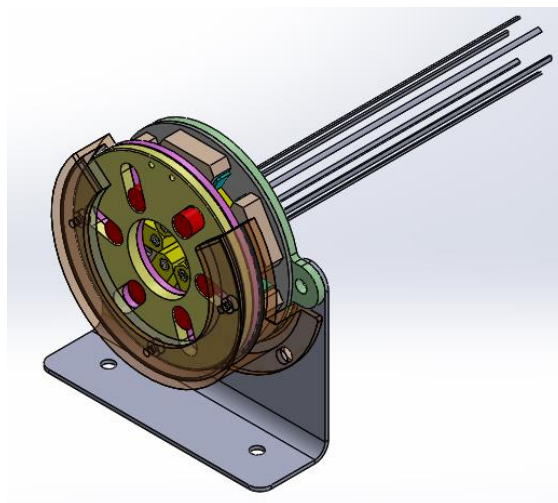
וסים נבואני, לביב מזאריב

מנחה: מר' גיורא גורלי

הפרויקט עוסק בתכנון מנגנון מיכני להרכבת ספוג מחומר PVA על רגלי רובוט לניקוי בריכות שחייה, הקוטר הפנימי של הספוג קטן מהקוטר החיצוני של הרגל ולכן נדרש להרחיב את הספוג כדי לבצע את פעולת "ההלבשה" תוך שמירה על צורת הספוג והימנעות מנקעים ועיוותים שיכולים לפגוע בתכונותיו הפנימיות של החומר מה שישפיע על יכולת ספיגת המים. המנגנון שפותח מבצע את פעולת הפתיחה והסגירה ע"י הפעלת כוח בכיוון האופקי על דיסקה בעלת חריצים המאלצים תנועה רדיאלית של מוטות המשמשים להרחבת הספוג לקוטר הרצוי המאפשר השחלת רגלית הרובוט דרכו.

The project involves designing a mechanical mechanism for assembling a PVA sponge on the legs of a swimming pools cleaning robot. The inner diameter of the sponge is smaller than the outer diameter of the leg. Therefore, it is necessary to expand the sponge to perform the "heddling" function while maintaining the sponge form and avoiding the dislocations and deformities of the material that will affect the ability to absorb water.

The developed mechanism performs the opening and closing operation by applying force in the horizontal direction to a disc with grooves that forces radial movement of the rods which used to extend the sponge to the desired diameter, enabling the insertion of the robot leg through it.



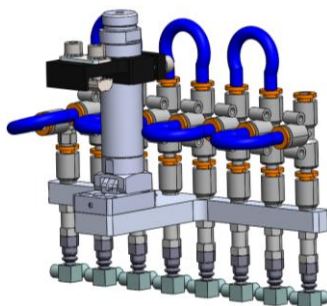
שיפור תהליך הסימון במכונת הלייזר Improved Laser Marking Process

עמית אדלר, שחר עמרה ועומרי זפריני

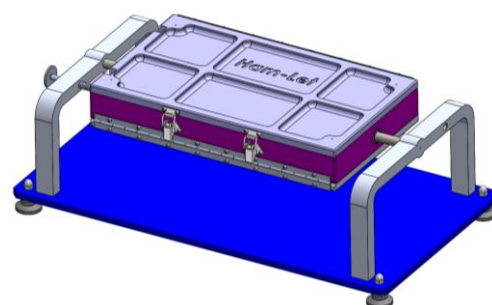
מנחה: מר' דובי צוק

פרויקט זה עוסק בשיפור תחנת סימון במכונת הלייזר הקיימת במפעל המ-לט לייצור רכיבי צנרת מדויקים. כיום, עובד מוסמך מעביר ידנית רכיבים המגיעים במגש שינוע מפלסטיק אל מגש ייעודי לסימון לייזר במכונה, ולאחר ביצוע הסימון הרכיבים מועברים ידנית ממגש הסימון למגש שטיפת הפריטים. המכונה מסוגלת לסמן 100 רכיבים ב-25 שניות בלבד, אולם זמן אדם להזנה ופריקה הינו 125 שניות. היעד הוא לקצר את זמן עבודת האדם בצורה משמעותית. הפתרון שלנו מבוסס על שני מנגנונים לשני המעברים השונים- מעבר "A" הוא מנגנון היפוך מכני למגשים פלסטיים ומגשי סימון ייעודיים חדשים. מעבר "B" הינו זרוע רובוטית מצוידת בפיות וואקום ל-8 פריטים בכל תפיסה ובמנגנון לשינוי כיוון הרכיבים ב-90° כפי שנחוץ לתהליך השטיפה בתבניות שטיפה חדשות. תכולת העבודה כוללת תכן המתקנים והאוטומציה, ניסויי היתכנות, ייצור חלקים ורכש רכיבים, ואינטגרציה כוללת עם התחנה הקיימת ובדיקות קבלה.

This project cares with improvement of Laser Engraving Machine (LEM) for marking precise piping components in *HAM-LET* industries. The current process needs a qualified employ to convey the components to the machine by using plastic trays. Then he manually transfers the component to the LEM trays and finally manually placing in degreasing trays. The current machine time for Engraving of 100 components is 25 seconds only but the manually transfers takes 125 seconds. The main project target is a significant shortage of the transfer cycle time. The improved transfer "A" is based on turning over the plastic trays, new LEM trays and turn over jig. The improved transfer "B" is based on Robotic Arm (RA) equipped with 8 vacuum fingers for 8 components and 90° turn over mechanism for placing the components to new degreasing trays in a proper position. The statement pf work contains design of the jigs and automation process, validation experiments, parts purchasing and manufacturing and finally integration with current LEM and conducting acceptance tests.



"B" מעבר



"A" מעבר

מכונה לליטוש משטח פני הדבקה של מנסרות אופטיות מלבניות

Surface polishing machine for rectangular optical prisms

גיא גיטליס, מאור הפוטה ואביב נחמיאס

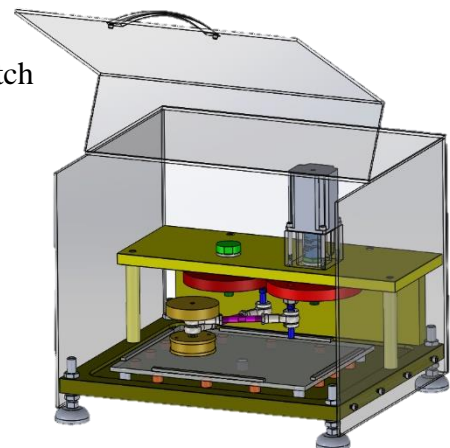
מנחה: מר' שלמה נזר

סיון טכנולוגיות מיוחדות הינה חברה שמתמחה בייצור לייזרים בהספק גבוה. כדי ליצור קרן לייזר איכותית נדרש לשלב בין מספר מקורות אור ע"י שימוש במספר עדשות קטנות ומראות. עדשות אלו המודבקות על מנסרות זכוכית שאותן דופנים אל מכשיר הלייזר. לחברת סיון הייתה דרישה למכונה אשר תגביר את רמת החספוס של פאות המנסרות האופטיות המלבניות, תוך שמירה על מישוריותן וניצבותן כך שבסיום תהליך העבודה יתקבל משטח הדבקה אופטימאלי בעל תבנית חספוס אקראית. כדי לענות על דרישות אלה תכננו, הוצאנו לייצור והרכבנו מכונה המבוססת על מכניזם ארבעה מוטות באמצעות מנוע יחיד. מכניזם זה מכתיב תבנית תנועה של שמיניות משתנות אשר יוצרות את תבנית החספוס האקראית. המערכת מלטשת בו זמנית מספר רב של מנסרות תוך שמירה על הדיוק וקצב הליטוש הנדרש. המכונה מסוגלת לשנות את מהירות הליטוש וכן להתאים לגודל המנסרות וכמות מנסרות משתנים.

Civan Advanced Technologies LTD is a company that specializes in high powered lasers. In order to create a high-powered quality laser combining several light sources is needed, that is done by using a few small lenses and mirrors. These lenses are glued to glass parallelograms that are attached to the laser device.

Civan required a machine that would increase the surface roughness of planes on the parallelogram while maintaining their flatness and perpendicularity so that in the end of the process an optimal gluing surface will result.

To answer these requirements we designed, manufactured and assembled a machine based on a four-bar mechanism. This mechanism dictates a gradually changing figure eight motion that results in the desired random roughness pattern. The system polishes several parallelograms simultaneously while maintaining the accuracy and required amount. The machine can change the polishing speed and match the different size and number of parallelograms.



מרכיב נועלים לפיות ניקוי

Suction Nozzle Saddle Tool

ספי גרינבלט, מיכאל גולדמן, טל מלין

מנחה: מר' אברהם גרינבלט

במהלך הרכבת מסנן מין מסוג "אומגה" בקו הייצור נדרש להרכיב כ-300 פיות יניקה ביום (בקצב של הרכבת פיה בדקה). הפעולה מצריכה הפעלת כח רב ועל כן נדרשנו לתכנן ולייצר כלי אשר יבצע את פעולת הנעילה באופן מהיר, אמין ובטיחות, תוך התחשבות בשיקולי הנדסת אנוש ונוחיות המפעיל וללא שינוי או פגיעה במסנן הקיים.

האתגר העיקרי בפרויקט היה יציאת מכשיר המספק כח רב, קל משקל וקצב עבודה גבוה, נוח לתפעול ונייד.

The assembly of the Omega Filtering Pipe on the production line demands the connection of approximately 300 suction components per day, at a rate of one suction nozzle per minute. This connection requires an efficient tool which can supply a large force. We were tasked with designing a tool which works quickly, reliably and safely, while taking into consideration the accepted engineering practices and not damaging the existing components. Our main challenge was maximizing the output force and working speed, while minimizing the mass of our tool and its robustness in order to maintain the mobility of the tool.



Suction Nozzle Saddle Tool

קומפרסור אוויר מבוסס על BELLOW

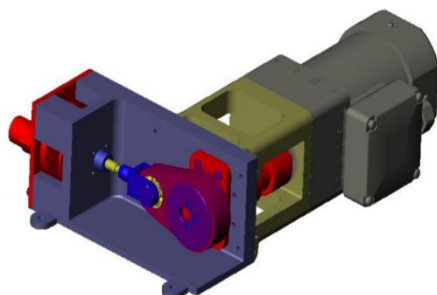
Air compressor based on Bellow

אופק ברנד, אחמד אבו שחאדה, טמסגן אנדשאו

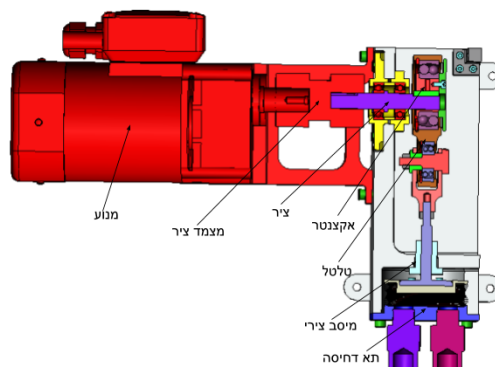
מנחה: ד"ר צבי הרש פרוכטר

בפרויקט זה קיימת ההזדמנות להרחיב את פתרונות הדחיסה הקיימים ולהביא לידי ביטוי רכיב הנדסי ייחודי, התקן Bellow אשר פותח ויוצר ע"י חברת Mewasa. התקן ה-Bellow במדחסים מביא יתרונות רבים בכך שנדרשים חלקים מועטים יותר ליצירת פעולת הדחיסה. בהתקן זה לא תידרש התחזוקה האופיינית שיש ברוב ההתקנים כמו שימון והחלפת אטמים הנשחקים עקב תנועת הבוכנה. כמו כן, הודות למבנה האטום של ה-Bellow יהיה ניתן לספק גז אשר לא יהיה "מזוהם" מהסביבה בה המדחס נימצא, או

ההפך- לספק גז רעיל שלא יזהם את הסביבה (בניגוד למדחס בוכנה אשר חושף את דופן הצילינדר בכל דחיסה). בעזרת אנליזות מאמצים ותרמודינמיות תוכנן מנגנון המורכב מטלטל וגל ארכובה המונע בעזרת מנוע חשמלי אשר דוחס את ה-Bellow, בפתרון זה יש מעט חלקים וגם הם חלקי מדף ובכך הפתרון שתוכנן שומר על אמינות ותחזוקה זולים.



This project has the opportunity to extend the existing conventional compression solutions and this solution is based on bellow, a unique engineering component that is developed and manufactured by Mewasa company which use a welded metal below technology as a compressing chamber. It has many advantages comparing with the common solutions. This product is suitable for use in extreme environments with zero leakage, zero contamination, high reliability, no need replacement of gaskets that are eroded by the piston moment and long life required. The dynamic part of the mechanisms such as, connecting rod and crankshaft are driven by electric motor to compress the bellow and those parts have been designed with thermodynamic and mechanical stress analysis, above all, this solution has a few parts which are easily accessible at the market thus the designed solution preserve high reliability and low maintenance cost.



לקראת רעיון חדש לשריון וספיגת אנרגיה נוזלי

Towards a new concept for liquid armor and energy mitigator

שלום רובין

מנחים : פרופ' דניאל ריטל וד"ר יונתן רוטבאום

בעת מכה חזקה, התפוצצות או התנגשות קשה בין גופים, כמות משמעותית מהאנרגיה שמועברת לגוף הנפגע היא באמצעות גלי מאמצים אלסטיים. מאחר והמכה היא מכה קהה, אין בהכרח עדות ויזואליות לפציעות או שטפי דם, אך הנזק שעלול להיגרם לאיבר הפנימי, יכול להיות משמעותי. תופעה זו נהפכה לבעיה ראשית של ספורט המגע בעולם, לדוגמא פוטבול אמריקאי, אגרוף או MMA, כאשר ציוד ההגנה הקיים, מונע בעיקר חדירה ישירה. כיום עיקר השיטות לספיגת אנרגיה במיגון מתבסס גל ספוגים נקבוביים, חומרים ויסקו-אלסטיים או מיקרו-מבנים שסופגים אנרגיה בעת דפורמציה או קריסה מקומית. עבודה זו מנסה לשלב בין שני טכניקות שונות: מצד אחד שימוש בחומרים מתעבי גזירה אשר מתקשחים בעת פגיעה ויכולים למנוע חדירה פיזית. מצד שנית גיל המבצע קפיאה הפוכה, אשר יוכל להנחית משמעותית את כמות האנרגיה המועברת לגוף המוגן. אני מקווים כי השילוב יתווה את הדרך ליצירת שריון נוזלי.

Upon impact, detonation or hard collision between bodies, a significant amount of energy is transferred to the impacted body by means of elastic stress waves. Since the impact is blunt, there was no visual evidence for injury or hematoma, but the effect to the internal organs can be severe. This phenomenon become a major problem in contact sports such as American football, Boxing or MMA, where the protection gear, prevents only direct rigid contact. Nowadays, most of the technique to attenuate stress waves, based on porous media, visco-elastic materials, and plastic deforming and collapsing microstructures. This work attempts to combine two materials for improved performance: first, shear thickening liquid which can harden upon strong impact, can be used to prevent penetration. On the other hand, inverse freezing gels can mitigate large amount of energy. We hope that the combination will set a path towards a new concept of liquid armor

טלסקופ חלל סגמנטי

Segmented Space Telescope

מיכאל קפלון

מנחים: פרופ' לאוניד מירקין, פרופ' ארז ריבק, מרטין לוי

מטרת הפרויקט היא לתכנן מערכת בקרה עבור ארבע סגמנטים של מראה אשר בלתי תלויים מכנית. תנועת כל סגמנט נשלטת על ידי שלוש מנועים פיזו-אלקטריים לשליטה עדינה, ומנוע בורגי לינארי המאונך למסך מצלמה לשליטה גסה. במנוע הגס ישנה מערכת סרבו מובנית. אות המשוב מתקבל מעיבוד התמונות המתקבלות מהמצלמה. מטרת הבקרה הן להביא את התמונות המוחזרות על ידי במראות לתאום בפאזה ובמיקום, ולהביא אותן לפוקוס על מסך המצלמה. התהליך מתבצע בשלושה שלבים שני שלבים בתהליך מתבצעים עבור כל סגמנט בנפרד, והשלב שלישי עובד עם כל הסגמנטים בו זמנית. תחילה, אנו מפעילים את המנוע הגס על מנת להביא את הסגמנט כמה שיותר קרוב לנקודת הפוקוס ובטווח המנועים העדינים ממיקום המטרה. שנית, משוב בקרה עדין 3×2 עבור המנועים הפיזו-אלקטריים אשר מביאים את התמונה של הסגמנט למיקום הקרטזי הרצוי על מסך המצלמה. זה נעשה על ידי שליטה על ההטייה והמרחק של הסגמנט יחסית למסך. לבסוף, נעשה שימוש בשיטת "Simulated Annealing" כדי לתאם בין כל הסגמנטים מעבר ליכולות המודל הלינארי. שיטה זו נעשתה לפני תחילת פרויקט זה, אך פעלה באופן איטי במיוחד עם הסתברות לא זניחה לכשלון. מטרת הפרויקט היא להראות שעל ידי שימוש במשוב פנימי ניתן לגרום למערכת לפעול באופן מהיר ורובוסטי יותר.

This project aims at designing a control system for four mechanically uncoupled mirror segments in the Space interferometry laboratory. Each segment is actuated by 3 fine piezo-electric motors, moving three ends of a mirror, and one coarse screw actuator moving the whole mirror perpendicular to the screen. The coarse actuator has a build-in servo mechanism. The feedback signal is obtained from processing the images on the screen, read by a camera. The control goals are to bring images reflected by the mirrors to phase and position alignments and to bring them to focus on a camera screen. Two stages of the design are carried out on each segment separately, with a third stage where the segments align simultaneously. First, we activate the coarse actuator to bring each segment closer to the focus point and within the range of the fine control. Second, fine 3×2 control loops for piezo-actuators of each mirror are designed to position the image at a required point on the screen in the Cartesian coordinates. This is done via aligning segment's tilt and distance in relation to the screen. Finally, the so-called "Simulated Annealing" algorithm is used to bring the segments to an alignment beyond the capabilities of a linear model. This "Simulated Annealing" method was implemented prior to this project, but happened to operate immensely slow and with a non-negligible probability of failure. Project's hope is to demonstrate that the use of internal "servo" loops is capable of rendering the scheme faster and more robust.

סימולציית רובוט דו-רגלי הולך

Walking Bipedal Robot Simulation

נדב אייל, טארק כנפיס

מנחים: פרופ' מרים זקסנהויז ומר' ישראל שלהיים

אנו מקדמים הטמעה ושימוש של מנוע פיזיקאלי בשם MuJoCo במעבדת הרובוטיקה של הפקולטה להנדסת מכונות. מטרת הפרויקט היא לבנות סימולציה לרובוט הולך דו-רגלי אשר תדמה בקירוב מירבי את התנועה הדינמית של הרובוט על מנת ליעל פיתוח של בקרי תנועה דינמיים. במסגרת הפרויקט ביצענו עבור המעבדה סקר ספרות על מגוון סימולטורים, ניסויי מידול, בניית מודל הרובוט בסימולטור, התאמת ממשק המשתמש של הסימולטור לצרכי המעבדה ובניית מדריך שימוש בסימולטור עבור יתר חברי צוות המעבדה.

We promote the implementation and use of a physical engine named MuJoCo in the Robotics Laboratory of the Faculty of Mechanical Engineering. The project goal is modeling a dynamical walking bipedal robot and supplying a simulator that closely mimics the actual hardware in order to increase efficiency in controller development.

As part of the project, we performed a literature survey on simulators, modeling experiments, building the robot model in the simulator, re-building the user interface of the simulator for the laboratory needs and building a 'simulator manual' for the rest of the laboratory team.

MyFive - פיתוח יד רובוטית מודפסת – תכנון ופרמטריזציה**MyFive - 3D printed robotic hand – Design and parametrization**

יובל נחשון ויפתח נפתלי

מנחה: פרופ' אלון וולף

הפרוטזה "myFive" מודפסת במדפסת תלת מימד, והיא יד תותבת מיו-אלקטריק, אשר מיועדת לקטועי יד שידם נקטעה או לא התפתחה מתחת למרפק. הפרוטזה נשלטת ע"י חיבור חיצוני של חיישני אי-אמ-גיי הנמצאים על הגדם. עיבוד המידע ותרגומו לתנועה מתבצע על הלוח החשמלי, והתנועה מתבצעת באמצעות מיקרו מנועים. מצורף ממשק גרפי למשתמש המאפשר לאמן ולנתח את התנועות המשמשות להזזת התותבת. המטרה הסופית של הפרויקט היא לפתוח את מקור העבודה שלנו, וכך קטועי ידיים ברחבי העולם יוכלו לגשת לטכנולוגיה זו.

בפרויקט שלנו, נדרשנו לבצע מספר שינויי תכן מרכזיים: תכנון מיקום המנועים ושינוי סוג המנוע כך שיתאימו למגוון רחב של גדלי יד, פתרון תקלות תכן במודל הקיים ובנוסף תכנון מודל נוסף בכדי להגדיל את סוגי אפשרויות משתמש הקצה. בנוסף ביצענו מודל הדפסה אשר מטרתו להקל על משתמשי הקצה בעת הדפסת מודל היד תוך התחשבות באוריינטציה המיטבית לכל חלק. מכיוון שחלקי היד השונים נבנו בצורה פרמטרית, כלומר ניתן לשנות את מידות החלקים, בנינו ממשק משתמש שמקל על תהליך שינויי המידות. ממשק זה מאפשר למשתמשי הקצה לשנות את מידות החלקים השונים ולהדפיס אותם במספר דקות.

The myFive Prosthetic Hand is a 3D printed, myoelectric, robotic prosthetic hand. It is designed to provide a solution for amputees with a below-the-elbow amputation. Our prosthetic is designed to be parametric simple to use. The myFive is controlled with surface EMG sensors placed on the residual limb. Data processing is handled onboard and motion is performed with micromotors. A companion graphical user interface allows the user to train and analyze the motions used to move the prosthetic. The end goal of this project is to open-source our work so that amputees around the world can access this technology.

While working on MyFive project we did major design changes: New design for the motor's while changing their location and changing motor type for enlarging the hand sizes available. In addition, we created 3D printing model in order to help costumers while printing the My five hand. Since the hand's parts are built in a parametric way, meaning the parts dimensions can be changed, we programmed a Graphical User Interface to make the process easy. With this GUI, the costumers can change and print the different parts in a few minutes.

MyFive - פיתוח יד רובוטית מודפסת – קוד בקר**MyFive 3D printed robotic hand – Arduino controller code**

ליאור מדלל

מנחה: פרופ' אלון וולף

תכנון ויישום של תוכנת בקר מסוג ארדואינו, עבור פרויקט היד הרובוטית המודפסת – myFive. התוכנה מאפשרת כיוול ושימוש בחיישני EMG לצורך מדידת פעילות שרירים בזרוע. תהליך הכיוול מייצר נתונים סטטיסטיים של פעילות השרירים, המאפיינים כל מצבים מוגדרים מראש של היד. בשלב הריצה, אופנים שונים של פעילות השרירים גוררת את הפעלת המנועים, בהתאם לבצוע בכיוול. הפעלת מנוע (אם נדרש) מתבצעת עד שמתרחשת עליה בזרם החשמלי ברכיב המניע, המלמדת על עלייה בהתנגדות מכנית לתזוזת המפרק. נבנו מעגלי בדיקות המאפשרים בדיקת התוכנה ללא שימוש במנועים או חיישנים ובכך להקל על תהליך תכן התוכנה.

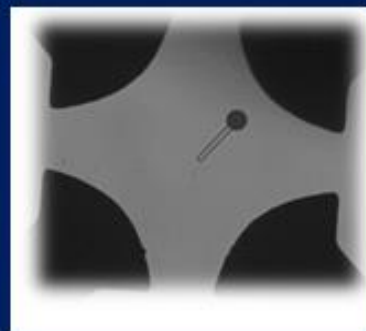
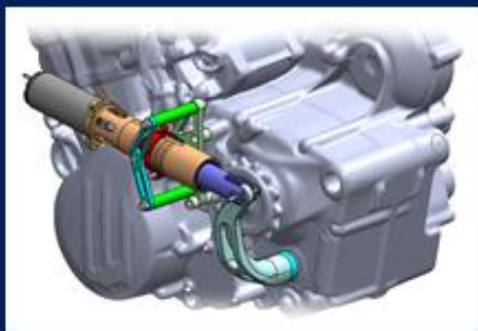
Design and implementation of Arduino controller code, for the 3D printed robotic hand project – myFive. The software features calibration and use of EMG sensors, to measure muscle activity in the arm. The calibration process creates statistical parameters for predefined hand positions. During the run-time phase, different modes of muscle activity will run the motors to the corresponding, predefined position as calibrated. The motors rotate, if needed to, until a spike in electrical current is detected in the motor drivers, which signals an increase in the mechanical resistance to the joint movement. Debugging circuits were assembled to enable software and hardware testing without the use of actual motors or EMG sensors, which greatly promoted to the software design process.

Accumulator for an Electric Autonomous Vehicle	83
Active and Hydraulic Anti-Roll Development, Formula Technion 2019	84
Rotational anti-slip system for autonomous car	85
Design and Control of an Electric Powertrain for a Formula Vehicle	86
Design and control of DRS system, Control of ARB	87
Autonomous Formula Student Project – Steering Actuation	88
Driver Interface for a Formula Vehicle	89
Chassis adaptations for autonomous-electrical formula car	90
Gear Shifting system	91
Brake Actuation System	92
Forklift Hydraulic Lifting Mechanism Design	93
Motorized Rollator	94
A rollator motorized by sensors – The blue rollator	95
Rollacane- Walking aid device	96
Pressure vessel to simulate a rapid decompression	97
PVA Mounting Mechanism	98
Improved Laser Marking Process	99
Surface polishing machine for rectangular optical prisms	100
Suction Nozzle Saddle Tool	101
Air compressor based on Bellow	102
Towards a new concept for liquid armor and energy mitigator	103
Segmented Space Telescope	104
Walking Bipedal Robot Simulation	105
MyFive - 3D printed robotic hand – Design and parametrization	106
MyFive 3D printed robotic hand – Arduino controller code	107

Modal Approach for Structural Health Monitoring	43
Model and Control of Bicycle using front wheel steering	44
Elastic based drive system	45
Harvesting Biomechanical Energy Using Carbon Nanotubes	46
Telecare Robot Autonomous Navigation	47
Robotic Scarecrow	48
Dynamic Pressure Measuring In-Shoe	49
A Low Cost Robotic Prosthetic Hand for Children who are Finger Amputees or were Born with Anomalies of the Fingers	50
Pneumatic Soft Co-bot Hand	51
Modeling and controlling of a Self Balancing Robot with an Arduino controller	52
Control of Compass Biped Robot	53
Compass-Biped Reflex Control	54
Control and stabilization of inverted pendulum	55
Bicycle Stabilization using Reaction Wheel	56
Characterization of Stress-Induced Martensitic Transformation in SMA Under Shear Stress	57
Lattice Boltzmann Method Solver for Compressible Flows	58
Topology Optimization of 3D Printed Metal Parts	59
Reconstruction of Bezier surfaces from a point cloud of a forearm stump for a CAD system	60
Optimization of Centrifugal Pumps Modeling Based on CAD	61
Laser locking on Brillouin scattering	62
Symmetry braking by a single diffused surface	63
Water-Source Heat Pump Application for an Air-Conditioning System	64
Air Conditioning and Cogeneration with Natural Gas	65
Quick Cooling of Liquids by Heat Exchangers	66
Hot thermal storage (HTS) and heat exchange system for solar thermal power plants, Based on sensible energy storage in sandstone	67
Intercooling by water evaporation in gas turbine compressor	68
Solar Power Plant with Oil Based Thermal Storage Facility	69
Design of Thermal Energy Storage for Concentrated Solar Power plant based on Molten Salt heat transfer fluid	70
Traveling wave thermoacoustic refrigerator	71
Centrifugal Water Pump design	72
Non-Contact Monitoring of Driver's Health?	73
Brain Computer Interface: Vibro-Tactile project	74
Vibro Tactile Brain Computer Interface	75
Geometric Design of an Efficient Vessel Hull and the Assessment of Drag-Power-Transportation Efficiency	76
Spacecraft Diaphragm Type Propellant Tank Engineering Model (EM) component development	77
Oxidizer Solenoid Type Flow Control Valve Engineering Model Development	78
Two Stages Pressure Reducing Valve	79
Hydraulic Systems Design	80
Gelled Fuel Flow Control Valve	81
Intake Manifold - 2019 Technion Formula Student Project	82

List of Projects

Modeling flexible structures governed by the wave equation	5
Dynamic homogenization of composite and locally resonant thin plates	6
Quartz as a material for micro-actuators	7
Aluminum Nitride (AlN) as a material for micro-actuators	8
A Novel Stress Sensing Method Using a Magnetostrictive Composite Material	9
Analysis of Transverse-mode oscillations of Nickel nanowires in molecular dynamics simulations	10
Slender beam undergoing large deformations due to compression and torsion	11
Implementation and Verification of a Dynamic Failure and Damage Model in a Commercial Finite-Element Software	12
Finding the roughness toughness correlation	13
Mechanical properties of zirconium and titanium	14
Effects of LTD on Zirconia Dental implants	15
Preliminary Modelling of Adaptive Bone Remodeling	16
In-situ mechanical testing on Mg alloys	17
Detaching Hyperelastic Matrix from Spherical Particle in Finite Elements Study	18
Stability of Mechanical Systems	19
Constitutive modeling of methyl cellulose hydrogel under static load	20
An Info-Gap Approach to Design for Fatigue	21
Intracavity spectrally Interleaved Metasurface	22
Coupling Light to a Levitating Microdroplet	23
Fourier Interferometer	24
Optoacoustic imaging system	25
Numerical Simulation of Liquid Sloshing in a Container Exposed to Horizontal Excitation	26
Experimental study of morphing wing skin	27
Analysis of a Shape Morphing Wing	28
Formulation of the governing equations of motion for fluids containing a dilute suspension of bi-stable particles	29
Deposition of drug carrier particles in deformable and endothelialized artery models under pulsatile blood flow	30
Dielectrophoresis of engineered particles	31
Development of an external phase-shifting tunable mechanism in a miniature PT cryocooler	32
Conversion of a jet engine combustor from jet fuel (kerosene) to natural gas (methane)	33
Wells Turbine Performance Improvement using Plasma-based Actuators	34
Vertical Axis Wind Pump for Water Desalination	35
Agricultural Desalination using Capacitive Deionization	36
Water Softening using Capacitive Deionization	37
Corrosion in Zinc-Bromine redox flow batteries	38
Real Time Analysis and Classification of Error Related Potentials from E.E.G signals	39
Magnetic Resonance sensor for monitoring skin oxygen levels	40
Validation of hydro-elastic model for offshore aquaculture systems	41
Control system optimization for a robotic below-the-elbow prosthetic-hand	42



Abstracts Booklet

Research, Engineering and Innovative Design Projects

Faculty of Mechanical
Engineering, Technion

Academic Year 2018/9

