

חברת תקצירים
פרוייקטי גמר
2020 2021

תכן מוצר חדש
מחקריים
הנדסיים

דבר דיקן הפקולטה פרופ' אולג גנדלמן

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

אני מלא הערכה לפעילות בפרוייקטים. 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 הפרוייקט 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 הפרוייקטים הפך כבר למסורת ולאירוע מרכזי בפקולטה כולה. השנה לא התקיים האירוע במתכונת הרגילה עקב אילוצי הקורונה, ונקווה בכל זאת שההישגים של הסטודנטים ימשכו תשומת לב וייצרו תהודה ראויה.

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

בברכה,
פרופ' אולג גנדלמן

דיקן הפקולטה להנדסת מכונות

תוכן העניינים

פרוייקטי גמר תכן מוצר חדש

- 6.....ראדום זול ופשוט להרכבה.....
- 7.....מתקן ליצירת הלמים פירוטכנים.....
- 8.....אפיון מערכת פרויקט דגל מגמת אנרגיה.....
- 9.....מערכת שאיבה ותמסורת פרויקט דגל מגמת אנרגיה.....
- 11.....מערכת הציר ובסיס הטורבינה - פרויקט דגל מגמת אנרגיה.....
- 12.....סייען למציל בחוף הים.....

פרוייקטי גמר מחקריים

- 14.....יציבות תנודות עצמיות של מטוטלת כפולה המשלבת גלגל אינרציה.....
- 15.....יצור רכיבים אופטיים דיפרקטיים על ידי עיוות שכבת נזל דקה בעזרת האפקט התרמוקפילרי.....
- 16.....קירור שבב אלקטרוני על ידי נזל הזורם במצע עם מיקרו-תעלות מוטמעות.....
- 17.....אופני הברחה של מערכת דינמית בעלת שני דרגות חופש מבור פוטנציאל.....
- 18.....מביו-קומפטיבילי לדחייה ביולוגית: השפעות מכאנו-כימיות של פני השטח על כשל שתלים דנטליים.....
- 19....."מאמצים" - חקר פיזור המאמצים בחזה נשי כתלות בגודל שלו.....
- 20.....קרוס-סליפ ומכניזמים תלויי זווית הטרחה.....
- 21.....חישוב תכונות תרמודינמיות ותנאי יציבות של נזל בלחץ שלילי, קצב היווצרות בועות וגדילתן.....
- 22.....ביופסיה של תאי סרטן על ידי הברשה ולכידה אלקטרוסטטית.....
- 23.....Fretting in elastic-plastic spherical contact.....
- 24.....בקרת זרימה אקוסטית על פרופילים בעלי זרימה מנותקת אגרסיבית.....
- 25.....פרוטזת כף יד בהדפסת תלת-מימד משולבת חיישנים ופידבק.....
- 26.....גזירה סטטית ודינמית מקומית במתכות : החוליה החסרה.....
שיכוך תנודות באמצעות העברת אנרגיה בין מודים
- 27.....במתנד בעל 3 דרגות חופש תחת אילוץ גאומטרי.....
- 28.....שחזור פרמטרים אופטיים של רקמות עמוקות באמצעות מדידות שטף.....
- 29.....תאוריית סוללות זרימה.....
- 30.....בקרת גוף קשיח של רחפן.....
- 31.....ההתנהגות המכנית של שרשרת קפיצים בי סטביליים על מצע אלסטי.....
- 32.....חקר של תופעות חימום בשכבות נזל דקות מתמצקות.....
- 33.....השפעת גודל הגרעין על רגישות לחרץ במתכות דו-פאזיות.....
- 34.....תכנון מתקן למנהרת רוח אשר יאפשר לתת מכת רוח מתפרצת לא קבועה בזמן.....
- 35.....מחקר בטורבינות רוח קטנות עם סולידיות גבוהה בעלי ציר אנכי.....
- 36.....מיפוי וניטור של זיהום אוויר באמצעות מערכות רובוטיות.....
- 37.....מהוד רציף מכוון.....
מיקרו מנוע אשר מונע מגנטית וחשמלית בתמיסות מוליכות:
- 38.....אפקטי הנעה סינרגטית ונשיאת מטען.....
- 39.....סיב אופטי במעטפת פלזמה.....
- 40.....לכידה אלקטרוסטטית של תאי סרטן על ידי מערכת סיבי פולימרים.....
- 41.....תכנון וייצור מיני-בקבוקים המשמשים לצימוד אור לפלסמה.....
- 42.....מיפוי מודים בשרשרת של מיקרו-מהודים אופטיים מצומדים.....
- 43.....פיתוח יד רובוטית מודפסת - MyFive.....
- 44.....גלי SAW i Lamb במבנים מרוכבים של סיליקון וליתיום ניוביט.....
- 45.....בדיקת אפקטים של קצב סיבוב על מערכת אנאיזוטרופית בעלת שתי דרגות חופש.....
- 46.....שיפור יכולת הצימוד לרזונטורים ע"י טיפול בחום.....
- 47.....ניתוח ביומכני השוואתי בין עזרים להליכה ללא דריכה על כף הרגל.....
- 48.....מנגנון העברת אנרגיה בין מודים במערכת תונדת בעלת שתי דרגות חופש בעזרת אי-לינאריות חלקה.....

49	תרמיליזציה של פוטונים במהוד סגור.....
50	תכן בקר טייס אוטומטי במישור העילרוד עם נרמול בתדר.....
51	אנאליזת פער ידע של הבטיחות של מערכת מתלים לרכב.....
52	אפיון ע"י ניסויים של בועות אוויר בג'ל מתיל-צלולוז במהלך גל הים.....
53	שיפור יעילות לכידת אירוסולים באמצעות סיבים תונדים.....
54	אקטיבציה של הים ממוקד בזמן ובמרחב תחת אילוצים פיסיקליים באמצעות שיטת היפוך זמן.....
55	סיווג מצבים בתהליך הרכבה של גופים קשיחים וגמישים באמצעות שיטות למידה עמוקה בסביבה תלת מימדית.....
56	פיתוח מערכת ניסוי למדידת צימוד אלקטרו-מכאני במטא חומרים.....

פרוייקטי גמר הנדסיים

58	הרכבה ובקרה של זרוע באמצעות שלד חיצוני רובוטי אקטיבי עבור סיוע לבעלי מוגבלות מוטורית.....
59	יציבות תנודות עצמיות של גוף תמיר מעוגן המשלב מתנד עקבה וגלגל תנופה בזרימה אחידה.....
60	אפיון חזותי של פעולת מגביל זרימה מסוג - Cavitating Venturi.....
61	Simulation and Stability Analysis of Single-phase Natural Circulation Loop in Small Modular Reactor.....
62	אנליזה של מגביל זרימה מסוג Cavitating Venturi.....
63	שתל דנטלי כמערכת הובלת תרופות מקומית.....
64	אופטימיזציה טופולוגית של השתלות עצם ליצור ביו-מכאני.....
65	תכן מנגנון השקת סירה מירכתי אנייה.....
66	תכן ראשוני משופר לכלי שיט מטיפוס Semi-SWATH.....
67	ביצוע בדיקות עבור דגם הנדסי של מיכל ללוויין בעל דיאפרגמה.....
68	תכנון בקר סרוו להיגוי הגלגל הקידמי של אופניים אוטונומיים.....
69	תכן הנדסי למתקן ניסוי מחקרי FLD לבחינת תכונות מרחביות של חומר משולב מערכת DIC.....
70	"JumperBot": רובוט קפיצי מבוסס רטט.....
71	תוכנה לחקירת והדמיית יציבות וגלגול של אונייה בתנאי סביבה שונים.....
72	עיצוב ובניית כנף וסמוכת הכנף - פרויקט דגל מגמת אנרגיה.....
73	פיתוח מתקן חינוכי לחקר ההשפעה של הפרעות כניסה על ביצועי מנועי סילון קטנים.....
74	תכן מערכת הזנת ביומסה לריאקטור גזיפיקציה.....
75	הפעלה חשמלית בודדת לפרוטות יד המודפסת בתלת מימד.....
76	רפידת חיישני לחץ לניטור מרכז הלחץ בכף הרגל בזמן הליכה.....
77	מערכת מבוססת ארדואינו לניטור ובדיקת תקינות חיישנים ותתי מערכות עבור רכב הפורמולה.....
78	תכנון מערכת בקרה לצורך ייצוב רובוט דו גלגלי.....
79	התאמת מערכת סילוק חום למנוע תרמואקוסטי.....
80	פיתוח מתקן להנעת צינור במרחב באופן אוטונומי לשם הדבקת מחברים רפואיים לקצותיו.....
81	תכן של מכניזם להדגמה של סיבוב גוף דו-מפרקי חופשי תוך שימור תנע זוויתי.....
82	אופטימיזציה של רמקול עבור מקרר תרמו אקוסטי.....



פרוייקטי גמר **תכן מוצר חדש**

2020 2021

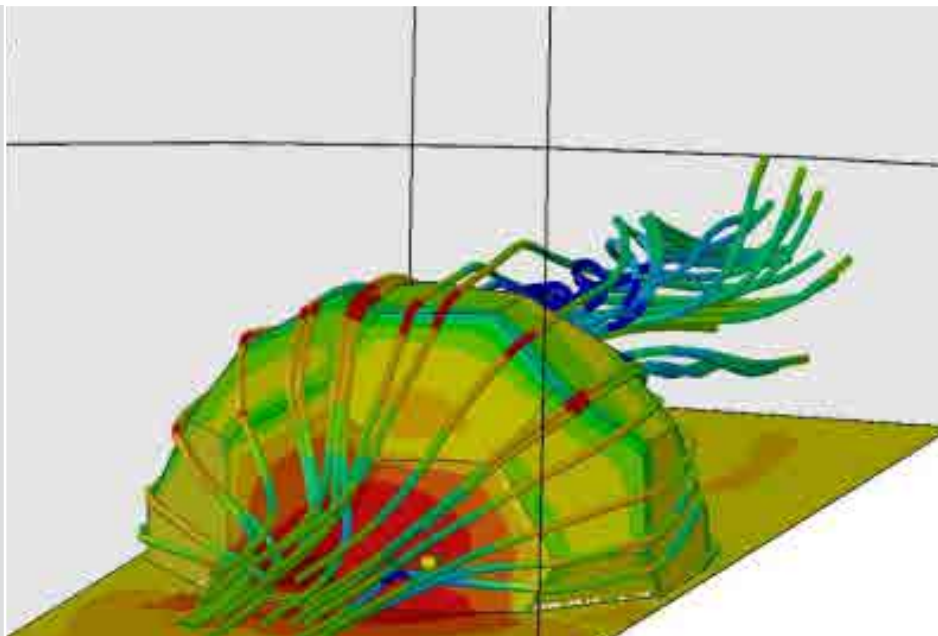
ראדום זול ופשוט להרכבה

A Simple And Easy To Assemble Radome

גל גולדנברג, נדב אשכנזי ורידאן סויד | המנחה: מר גיורא גורלי

The purpose of the project is to design a simple and easy to assemble radome that will allow an unskilled work team, or one who has undergone only basic training, to assemble or disassemble the radome in a period of no more than six hours, while providing an appropriate response to environmental conditions, safety, budgeting and performance.

מטרת הפרויקט הנה תכנון ראדום פשוט וקל להרכבה שיאפשר לצוות עבודה שאינו מיומן, או שעבר הכשרה בסיסית בלבד, להרכיב או לפרק את הראדום בפרק זמן שלא עולה על שש שעות. כל זאת תוך מתן מענה הולם לתנאי הסביבה, בטיחות, תקצוב וביצועיות.



מתקן ליצירת הלמים פירוטכניים

Development of a pyrotechnic shock test facility

אלכסיי גליבצ'נקו, קטרינה פקרסקי, ארז גרשון | המנחה: מר דובי צוק

In order to test the effects of the pyrotechnic shock on certain parts, Rafael's environmental engineering team found that a pyrotechnic shock can be stimulated by firing on an anvil by a nail gun. Manual operation of the gun turned out to be unsafe

therefore the experiment was stopped.

The project team developed and manufactured a device that enables remote control firing by using the same nail gun in a way that will be safe for the user.

על מנת לבדוק את השפעות הלם פירוטכני על חלקים מסוימים, צוות הנדסת הסביבה ברפאל מצא כי ניתן להפיק הלם מנקישה של פטיש אקדח מסמרים, זאת על מנת לדמות את ההלם. עד כה הניסוי התבצע על ידי ירי ידני כאשר אקדח המסמרים מוצמד למשטח ואדם ה עומד קרוב למשטח העבודה. הניסוי הופסק מטעמי בטיחות מכיוון שבמהלך מתן הירי בסדן נוצר מצב בו שבבים עפים מהסדן ופוגעים באדם המבצע את הירי. צוות הפרוייקט פיתח וייצר מתקן המאפשר ירי מרחוק על ידי שימוש באותו אקדח המסמרים בצורה אשר תהיה בטיחותית למשתמש.



מתקן דפינה וירי
Jig and firing device

אקדח מסמרים
Nail Gun

סדן
Anvil

משטח עבודה
Working Plate

אפיון מערכת פרוייקט דגל מגמת אנרגיה

System characterization energy flagship project

מנחה: פרופ' דוד גרינבלט | עמית פטרוניוס, נועם לוי

System characterization is of critical importance for performance verification and validation of the vertical wind turbine for water desalination, and it encompasses the ability to collect data of the different stages for process control purposes. Our role was to define and develop sensor suite that would collect data influencing system performance and analysing them. Some of the collected data included pressure, flow rates, revolutions per minute (RPM), wind velocity and water salinity. Turbine system design includes relevant sensor search, selection and modification to fit required usage performance and budget wise as well as firmware and software coding that translate sensors output to system updates. The software enables data analysis and summary presented to the user and saving of the data for future research and performance activities. Sensor suite interfaces the turbine system in several points and our role included designing different fittings for assembly onto it .

אפיון המערכת הינו כלי חשוב ומרכזי לצורך הערכת ביצועים של טורבינת רוח אנכית המתפילה מים, ומהווה כלי לאיסוף נתונים לצורך בקרת תהליכים המתרחשים בחלקיה השונים של הטורבינה. תפקידנו לתכנן מערכת חיישנים שתאסוף נתונים המשפיעים על ביצועי המערכת כגון לחצים, ספיקות, סל"ד, מהירות רוח ומליחות. תכנון המערכת משלב מחקר בנושא חיישנים, התאמתם ובחירתם לצרכי המערכת במסגרת תקציב, וכן כתיבת תוכנה הממירה את פלטי החיישנים למידע עדכני אודות המערכת . התוכנה מאפשרת ריכוז מידע והצגתו למשתמש וכן מבצעת שמירה של הנתונים לצורך מחקר עתידי וחקר ביצועים. מערכת החיישנים מתממשקת לטורבינה בנקודות שונות ולכן תפקידנו כלל תכנון מחברים והתקנים שונים לצורך הרכבת המערכת.

מערכת שאיבה ותמסורת פרויקט דגל מגמת אנרגיה

Pump and transmission system Energy flagship project

מנחה: פרופ' דוד גרינבלט | אביחי לאל, עידן בגריש

The pumping and transmission system is an integral part of the design and construction of a vertical wind turbine (VAWT), (in harnessing the wind power and converting it into a desalination system that aims to provide clean drinking water.

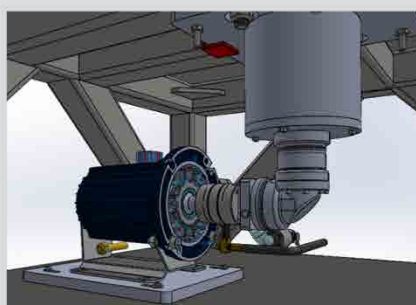
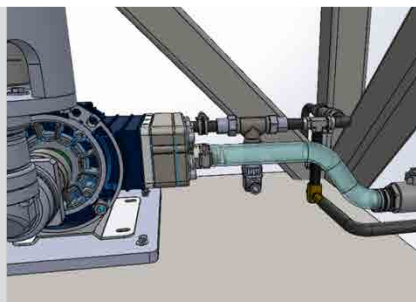
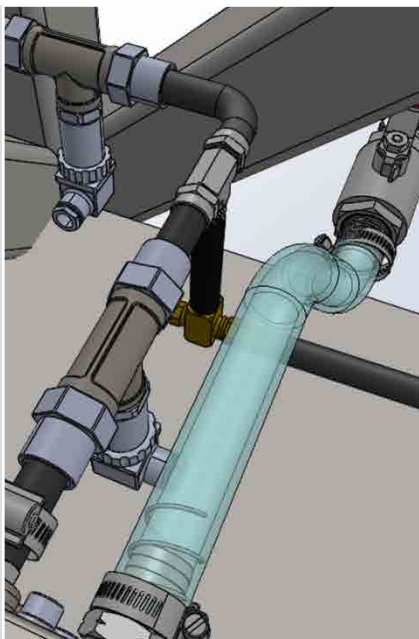
Our job is to plan and ensure that the power obtained from the wind energy) in a varying range of speeds (passes ideally and with minimal losses to the desalination system while maintaining and meeting the requirements of environmental conditions, mechanical interfaces, safety and restrictions of other flagship project groups.

We were required to research, test and design a system that includes a pump and transmission that will conform to the parameters and values obtained for a wide range of external conditions) wind speed, environmental conditions) while meeting the requirements and limitations of the desalination system.

מערכת השאיבה והתמסורת הינה חלק אינטגרלי בתכנון ובניית טורבינת רוח אנכית (VAWT), ברתימת כח הרוח והמרתו להפעלת מערכת התפלה אשר מטרתה לספק מים נקיים לשתייה.

תפקידנו לתכנן ולוודא שההספק המתקבל מאנרגיית הרוח (בטווח משתנה של מהירויות) עובר בצורה אידאלית ובמינימום הפסדים למערכת ההתפלה תוך שמירה ועמידה בדרישות של תנאי סביבה, ממשקים מכניים, בטיחות והגבלות של שאר קבוצות פרויקט הדגל.

במסגרת הפרויקט נדרשנו לחקור, לבדוק ולתכנן מערכת הכוללת משאבה ותמסורת אשר יתאימו לפרמטרים ולערכים המתקבלים עבור מגוון רחב של תנאים חיצוניים (מהירות רוח, תנאי סביבה) תוך עמידה בדרישות ומגבלות מערכת ההתפלה.

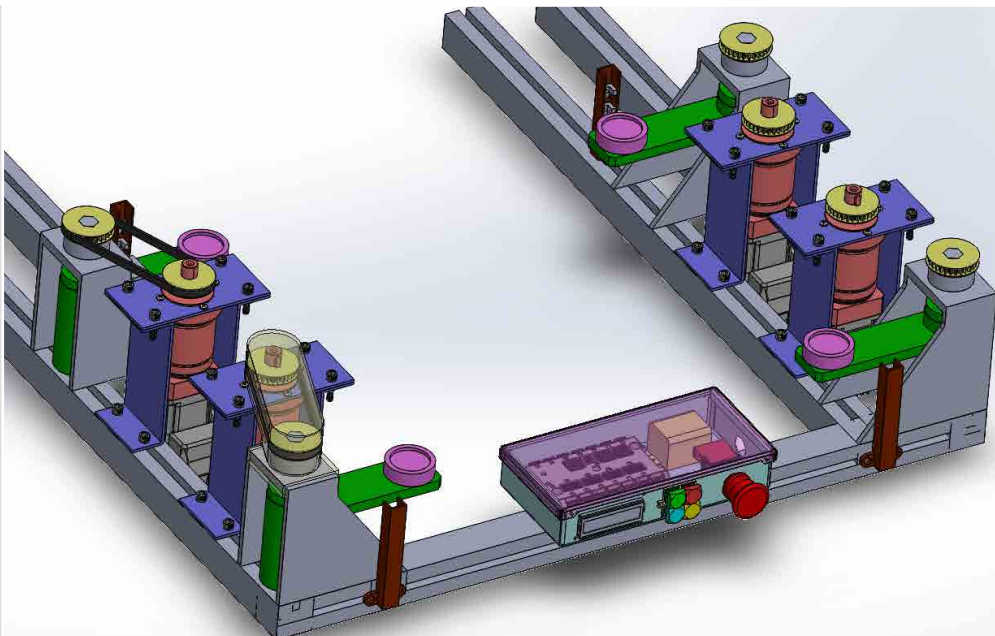


Hydraulic Lift Automation

David Dayan, Loc Nguyen & Hieu Dinh Trong | Mentor: Shlomo Nezer, Supervisor: Alon BenMoshe

VHL vehicles, which carry wafers throughout the facilities of Intel to facilitate manufacturing, require regular maintenance. To perform maintenance on the vehicles, they are brought to a maintenance station in a cart. Then, they are lifted from the cart by the pistons on the station. The pistons are raised by turning the bolts on them manually.

Unfortunately, one engineer has been hit by a slipped wrench during maintenance, which raised the issue about safety. Our task was to automate the process through additive design. We attempted to complete our task by designing a set of motors which changes the height of each piston through a control system with sensor inputs.



מערכת הציר ובסיס הטורבינה - פרויקט דגל מגמת אנרגיה

Axle and support – Energy flagship project

יהודה וינשטיין, שגיא גנץ | מנחה: פרופ' דוד גרינבלט

As part of the energy flagship project, our group focused on the main axle system and the base of the turbine. Our target is to design a main axle and a stable base that are required to withstand all the static and cyclic forces that the turbine will experience while ensuring its continuous work for many years. The importance of the axle system and the base of the turbine is high since they are the structural center of the turbine and in addition are the main mechanism for transferring power from the turbine blades to the transmission system. Another function of the turbine base is a solution for packaging the components of the various systems that make up the turbine. As part of the project, we were required to investigate and find many mechanical solutions to ensure compliance with very high safety factors for main shaft fatigue, to prevent the turbine from overturning and for interfaces with the various systems in the turbine to ensure proper and safe operation. The design of the system was accompanied by an orderly engineering process to ensure compliance with the system requirements, high reliability over many years and convenient maintenance.

במסגרת פרויקט הדגל של מגמת האנרגיה, קבוצתנו התמקדה במערכת הציר ובסיס הטורבינה. תפקדינו לתכנן ציר ראשי ובסיס יציב אשר נדרשים לעמוד במשטר הכוחות הסטטיים והמחזוריים שאותם הטורבינה תחוה תוך כדי הבטחת עבודתה הרציפה למשך שנים רבות. החשיבות של מערכת הציר ובסיס הטורבינה גבוהה מעצם היותם מרכזו המבני של הטורבינה ובנוסף הינם המנגנון הראשי להעברת הכוח מכנפי הטורבינה אל מערכת התמסורת. תפקיד נוסף של בסיס הטורבינה הוא פתרון לזיווד של רכיבי המערכות השונות שמורכבות בטורבינה. במסגרת הפרויקט נדרשנו לחקור ולמצוא פתרונות מכניים רבים בכדי להבטיח עמידה במקדמי ביטחון גבוהים מאוד להתעייפות הציר הראשי, למניעת התהפכות של הטורבינה ולממשקים עם המערכות השונות בטורבינה וזאת על מנת להבטיח את אופן הפעולה התקין והבטיחותי של המערכת. תכנון המערכת היה מלווה בתהליך הנדסי סדור על מנת להבטיח עמידה בדרישות המערכת, אמינות גבוהה לאורך שנים רבות ותחזוקתיות נוחה.



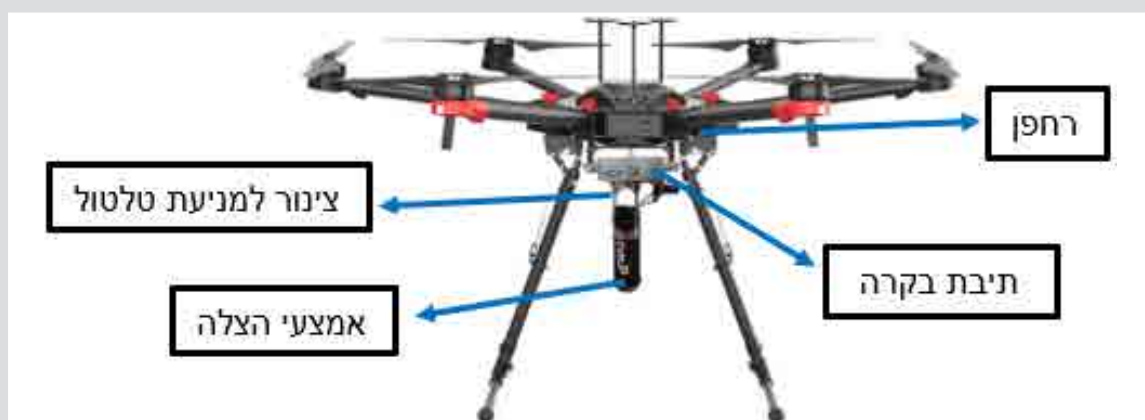
סייען למציל בחוף הים

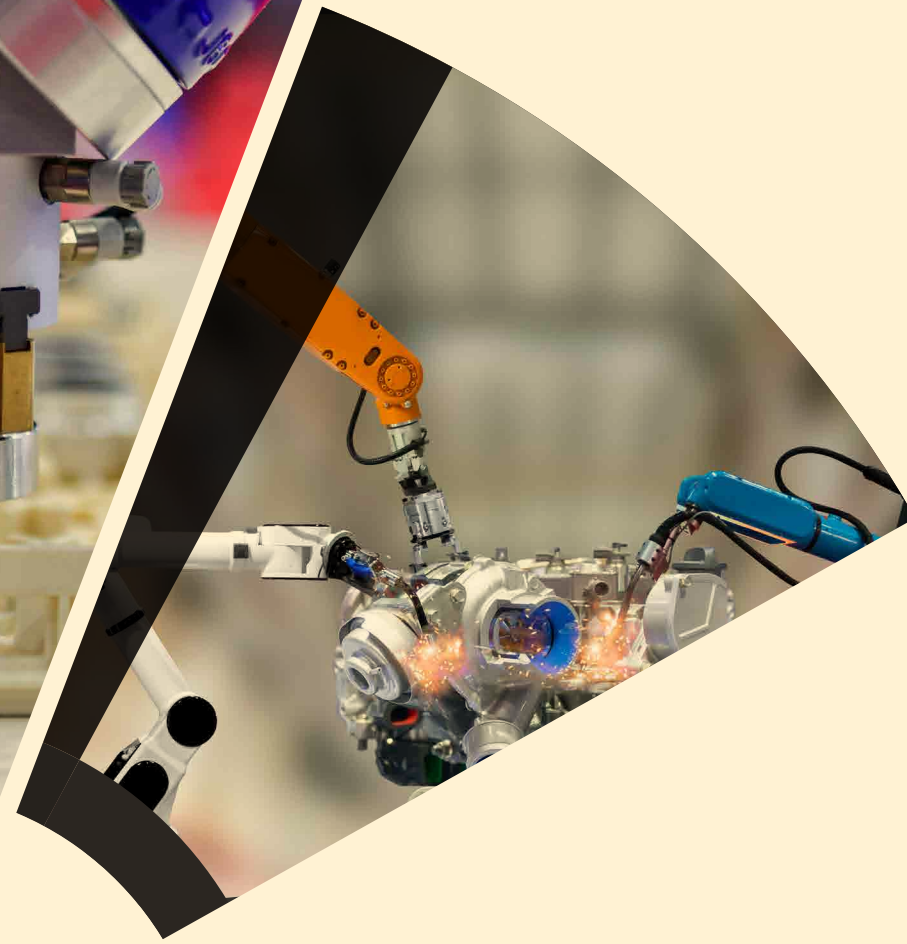
Lifeguard Assisting Device

מולה ג'מבר, עקיבא זליקמן, יעקב פיסרנקו | מנחה: אברהם גרינבלט

The objective of this project was to plan and design a system which will assist lifeguards in rescuing distressed swimmers at sea. The rescue system consists of three components: DJI Matrice 600 Hexacopter, OneUp Self-Inflating Life Preserver and the system which we designed, the Gripper system - based on a servo motor that holds the life preserver and can be controlled with the hexacopter remote controller. The main requirements of the project were designing a lightweight unit, enabling the hexacopter to carry it. Creating an independently powered product which won't rely on the hexacopter's voltage, consisting of a control box with a rechargeable battery, electric circuits and a control unit based on an Arduino controller. Additional requirement was prevention of relative motion between the life preserver and the hexacopter to ensure stability during the flight, therefore an anti-shaking device shaped like a hollow pipe was designed to hold the life preserver during flight. The hollow pipe is connected to the bottom of the control box.

מטרת הפרויקט הייתה לתכנן מכלול אשר יסייע למציל בחוף הים להתמודד עם טביעות של אנשים בתוך המים ויהיה מבוסס על טכנולוגיה מתקדמת. מערכת ההצלה מורכבת משלושה מכלולים: רחפן מסוג DJI Matrice 600, אמצעי הצלה מסוג OneUp Self-Inflating Life Preserver אשר מתנפח במגע עם מים, והמערכת שאנו תכננו ויצרנו - מכלול תפיסה ושחרור אמצעי הצלה שמבוסס על מנוע סרוו אליו מחברים אמצעי ההצלה, וניתן לשליטה עם השלט של הרחפן. הדרישות העיקריות של הפרויקט היו תכנון מערכת במשקל נמוך ככל הניתן כך שרחפן יוכל לשאת אותה, יצירת מוצר עצמאי שלא יהיה תלוי במתח הרחפן ולכן תוכננה קופסת בקרה הכוללת סוללה נטענת ומעגלי חשמל ובקרה המבוססים על בקר ארדואינו, ומכלול המונע טלטול בין אמצעי ההצלה לבין הרחפן להבטחת יציבות במהלך המעוף. לשם כך תוכנן אמצעי למניעת טלטול בצורת צינור חלול אשר מחובר אל תיבת הבקרה ובתוכו נמצא אמצעי ההצלה במהלך התעופה.





פרוייקטי גמר מחקריים

2020

2021



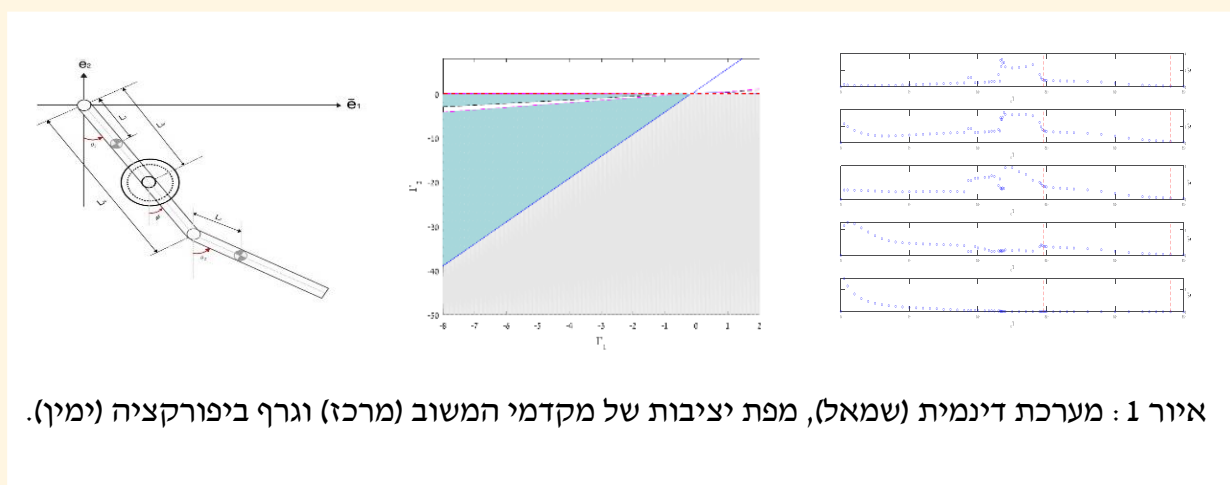
יציבות תנודות עצמיות של מטוטלת כפולה המשלבת גלגל אינרציה

Stability of Self Excited Oscillations of an Inertia Wheel Double Pendulum

יובל לוי | מנחה: פרופ' עודד גוטליב

In this project we investigate the stability of self-excited oscillations of a double pendulum augmented with an inertia wheel governed by linear state feedback. The nondimensional equations of motion were derived, and we employed a combined analytical and numerical methodology to investigate the orbital stability of the dynamical system. Estimation of system parameters without the inertia wheel was based on documented experiments of a chaotic double pendulum. Stability analysis of the equilibrium revealed both divergence and flutter thresholds. An analytical criterion for self-excited oscillations was obtained and verified numerically. The results of the research are portrayed by a stability map and a bifurcation diagram which includes four distinct regions: decay to a stable equilibrium, self-excited periodic oscillations, periodic and nonstationary rotations. The findings of this project will enable a stability analysis of self-excited oscillations of an array of rigid bodies.

בפרויקט זה נחקרה יציבות תנודות עצמיות של מטוטלת כפולה המשלבת גלגל אינרציה בעל מנוע מבוסס משוב מצב ליניארי. במסגרת הפרויקט פותחו משוואות התנועה חסרות ממד של המערכת דינמית ויושמה מתודולוגיה אנליטית ונומרית לחקירת יציבות האורביטלית. שערך פרמטרי המערכת הלא-לינארית ללא גלגל האינרציה התבסס על ניסוי מעבדה מתועדים בספרות של מטוטלת כפולה כאוטית. ניתוח היציבות של שווי המשקל נעשה באופן אנליטי ובעזרתו זוהו ספי היציבות להתבדרות ופרפור. הקריטריון האנליטי לקיום תנודות עצמיות אומת על ידי אנליזה נומרית של המערכת הדינמית. תבנית ביפורקציה של המערכת התקבלה באופן נומרי וכללה מספר תחומים מובהקים התלויים במקדמי המשוב: דעיכה לשווי משקל יציב, תנודות עצמיות מחזוריות, סיבובים מחזוריים וסיבובים לא סטאציונרים. ממצאי הפרויקט מוצגים על ידי מפת יציבות ו גרף ביפורקציה המתארים את התנהגות המערכת. ממצאים אלה יאפשרו חקירת יציבות תנודות עצמיות של מערך מרובה גופים קשיחים.



יצור רכיבים אופטיים דיפרקטיים על ידי עיוות שכבת נוזל דקה בעזרת האפקט התרמוקפילרי

Fabrication of Diffractive Optical Elements by Programmable Thermocapillary Shaping of Thin Liquid Films

מתן ניס | מנחה: פרופ"ח מורן ברקוביץ

Diffractive optical elements enable precise manipulation of wavefronts passing through them and are widely used in a variety of optical systems. We present a new fabrication method of such elements by deforming the surface of a thin liquid film and solidifying it with UV light. The deformations are generated by harnessing the thermocapillary effect, which is the transport of mass along a liquid-fluid interface as a result of changes in surface tension caused by temperature gradients. In this project I developed a mathematical model which provides the temperature field that is required in order to achieve a desired arbitrary topography. We implement the method by projecting a light pattern, determined by the computed temperature map, onto a metal pad array on which the thin liquid film rests. The pads convert the light to heat, which is conducted to the free interface. Figure 1 shows the workflow of the process for an example case of a deformation composed of concentric rings.

רכיבים אופטיים דיפרקטיים מאפשרים שליטה מדויקת בחזית גל של אור שעוברת דרכם והם בשימוש במגוון מערכות אופטיות. אנו מציגים שיטה חדשנית לייצור רכיבים אלה בעזרת יצירת דפורמציות בפני השטח של שכבת נוזל דקה ומיצוק שלה בעזרת אור אולטרה סגול. הדפורמציות נוצרות באמצעות האפקט התרמוקפילרי, שמתאר הסעה לאורך הפן הביני שבין שני זורמים כתוצאה משינויים במתח הפנים, הנגרמים מהפרשי טמפרטורות. בפרויקט זה פיתחתי מודל מתמטי המאפשר לחשב את שדה הטמפרטורה הדרוש על מנת להשיג דפורמציה רצויה כלשהי של שכבת הנוזל. יישמנו את השיטה באמצעות תבנית הארה, הנקבעת בהתאם לשדה הטמפרטורה שחושב, שמוקרנת על גבי מערך של ריבועי מתכת אשר נמצאים בתחתית שכבת הנוזל. ריבועי המתכת ממירים את האור לחום אשר מגיע בהולכה לפן הביני. איור 1 מציג את התהליך עבור מקרה דוגמא המורכב ממעגלים קונצנטריים.

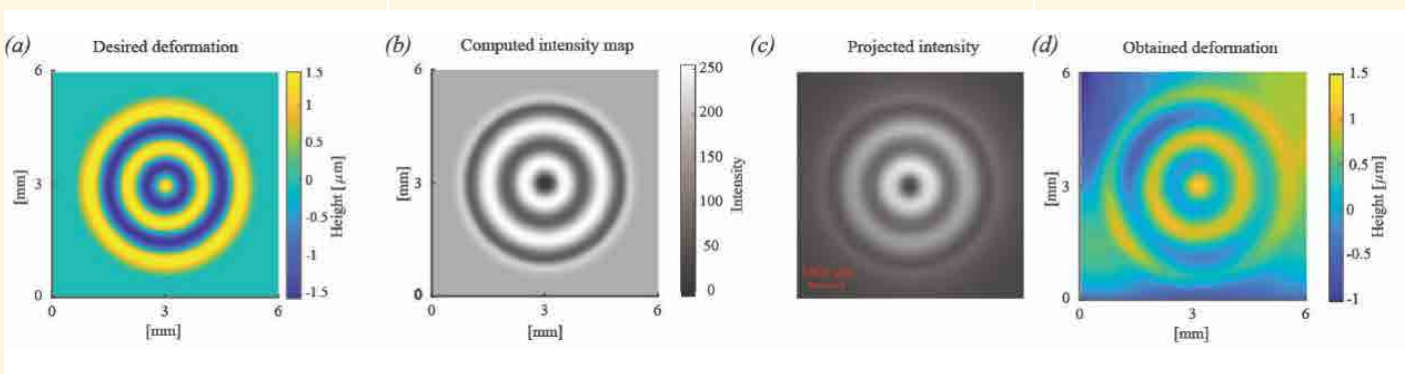


Figure 1 - Workflow of creating a DOE: (a) The desired deformation is taken as an input; (b) A required heat map is computed, normalized between 0 and 255; (c) The projected image; (d) The resulting topography after solidification of the polymer

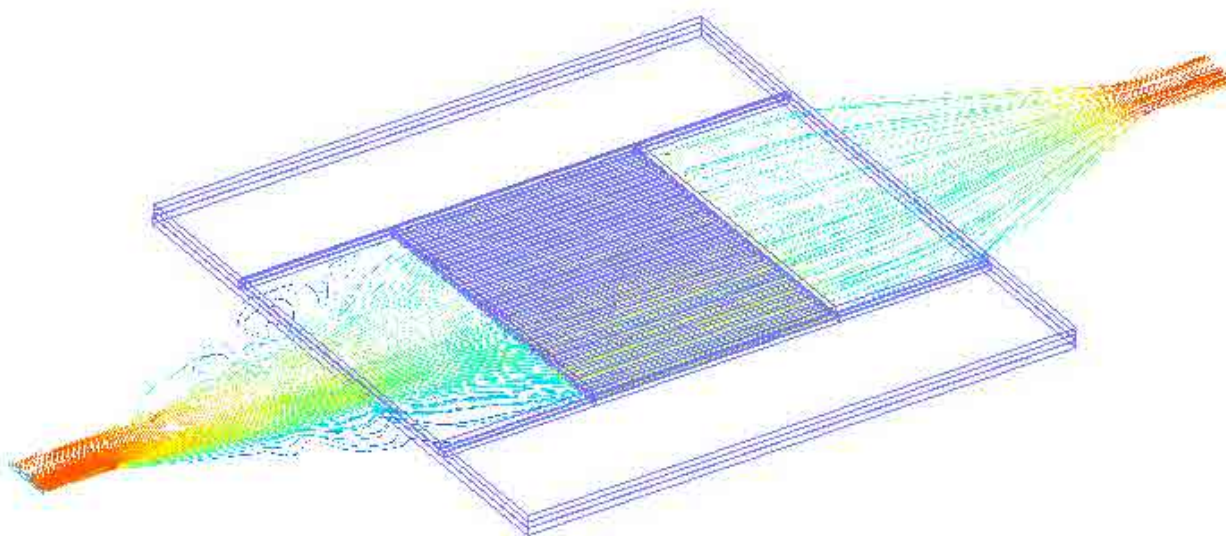
קירור שבב אלקטרוני על ידי נוזל הזורם במצע עם מיקרו-תעלות מוטמעות

Electronic Chip Liquid Cooling with Embedded Micro-Channels Substrate

עדי ורט | מנחה: פרופ' גלעד יוסיפון

IC (integrated circuit- chip) power is rising quickly due to the increase number and density of electronic components (e.g. transistors). In the future, air-cooling solutions will no longer be enough to keep the maximum temperature of the IC below a certain value. Therefore, new cooling solutions are needed. One solution, that was studied in this project, is using a substrate with embedded micro-channels. Theoretical analysis was made, followed by thermal simulations in two finite elements softwares. Manufacturing limitations were obtained and the system was optimized with consideration of these limitations and other functional limitations. The optimized system design was obtained and the possible performance was presented with thermal simulations.

הספקי שבבים אלקטרוניים גדלים בצורה מהירה מאוד בשנים האחרונות עקב עלייה במספר וצפיפות הטרנזיסטורים ליחידת שטח. קירור על ידי אוויר לא יהיה מספיק יעיל בעתיד על מנת שהשבב יפעל מתחת לטמפרטורה מקסימלית מוגדרת, לכן נדרש לתכנן פתרונות קירור חדשניים. אחד הפתרונות, אשר נחקר במסגרת פרויקט זה, הוא קירור על ידי הטמעת מיקרו-תעלות במצע של השבב. במסגרת הפרויקט בוצע ניתוח תיאורטי לבעיה, בוצעו סימולציות תרמיות בשתי תוכנות אלמנטים סופיים, שלאחר מכן הושוו לניתוח התיאורטי. נבדקו מגבלות ייצור למערכת עתידית ובוצעה אופטימיזציה תוך התחשבות במגבלות הייצור ומגבלות יישומיות נוספות. בסיום הוצג התכן של המערכת הטובה ביותר והביצועים האפשריים למערכת על ידי סימולציות תרמיות.



אופני הבריחה של מערכת דינמית בעלת שני דרגות חופש מבור פוטנציאל

Escape of two DOF dynamical system from the potential well

עמית אנגל | מנחה: פרופ' אולג גנדלמן

This project addresses the problem of the escape of a dynamical system with two DOF from a one-dimensional potential well. We specifically address the influence of the system parameters and the initial conditions on the basic escape mechanisms in the considered system. First, the minimized energy required to escape for each stiffness was found by investigating the effective potential as well as Poincare Section of the complete system. Next, the different escape mechanisms were classified and mapped for a variety initial condition by using grid classification method and numerical solver. An analytical aspect of these mechanisms was investigated as well. For this purpose, we used Harmonic Balance to reduce an approximate form of the equations of motion to Mathieu equation, to take advantage of its well-known stability diagram.

בפרויקט זה נבחנו אופני הבריחה של מערכת דינמית בעלת שני דרגות חופש מבור פוטנציאל חד ממדי. בדגש על בחינת השפעת מאפייני המערכת ותנאי ההתחלה על מנגנוני בריחת המודל. ראשית נחקרה האנרגיה המינימלית הנדרשת לבריחה כתלות בקשיחות המערכת באמצעות בחינת הפוטנציאל האפקטיבי וחיתוכי Poincare של כלל המערכת. לאחר מכן סווגו אופני הבריחה השונים ונעשה שימוש בכלים נומריים ורישות למיפוי אופני הבריחה למגוון רחב של תנאי התחלה. כמו כן, ניתוח אנליטי למנגנוני הבריחה בוצע באמצעות איזון הרמוני בעזרתו פותחה צורה מקורבת למשוואת התנועה המתאימה ל Mathieu function, כאשר לבעיה זו קיימת דיאגרמת יציבות ידועה בה השתמשנו לביסוס הקשר בין תנאי ההתחלה ומנגנוני הבריחה של המערכת.

מביו-קומפטבילי לדחייה ביולוגית: השפעות מכאנו-כימיות של פני השטח על כשל שתלים דנטליים

From Bio-Compatible to Bio-Rejected: Mechano-chemical surface effects on dental implant rejection

עמית שמואל שביט | מנחים: פרופ' דניאל ריטל וד"ר קרן שם-טוב יונה

The usage of titanium-based dental implants has been steadily increasing over the recent decades, with Israel being one of the world's leading countries in the number of implants per capita. Dental implants have many advantages over other restoration methods, but on the other hand, about 30% of dental implant experience biological rejection, associated with soft tissues inflammation and bone loss.

Many believe that the implant's surface plays a key role in its failure. This hypothesis lays on both the mechanical aspect – the surface transfer load to the surrounding tissue, and the chemical aspect – all the chemical reactions occur on the surface. Therefore, our research will deal with the mechanical and chemical characterization of unused (new) and used implants (biologically rejected), in an attempt to find a common denominator that can indicate the reason for biological rejection.

The chemical characterization will be performed in two methods - XPS and EDX, and the mechanical characterization will be performed using SEM.

Later on, we would like to replicate the life course of an implant under laboratory conditions for the purpose of confirming or refuting the hypothesis as to the cause of the failure.

השימוש בשתלים דנטליים מבוססי טיטניום וסגסוגות טיטניום נמצא בעליה מתמדת בעשורים האחרונים, כאשר ישראל היא אחת המדינות המובילות בעולם בכמות השתלים לנפש. לשתלים דנטליים יש יתרונות רבים על פני שיטות שיחזור שונות, אך מנגד, כ- 30% מהשתלים הדנטליים חווים דחייה ביולוגית המתאפיינת בדלקת ברקמות הרכות ואף אובדן עצם.

רבים סבורים כי הגורם המרכזי לכשל של השתלים הוא פני השטח שלהם. מחשבה זו מתבססת הן על הפן המכאני - פני השטח הם אלו שמעבירים את המאמצים אל הרקמה הסובבת, והן על הפן הכימי - כלל האינטראקציה הכימית בין השתל לגוף מתרחשת דרך פני השטח. לכן, המחקר שלנו יעסוק באפיון כימי ומכאני של פני השטח של שתלים חדשים (לא משומשים) ומשומשים (שחוו דחייה ביולוגית), במטרה למצוא מכנה משותף שיכול להצביע על הגורם לדחייה הביולוגית.

את האפיון הכימי נבצע בשתי שיטות - XPS ו-EDX, ואת האפיון המכני נבצע באמצעות SEM.

בהמשך המחקר, נרצה לשחזר את מהלך החיים של השתל בתנאי מעבדה לצורך אישוש או הפרכת ההשערה באשר לסיבת הכשל.

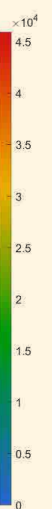
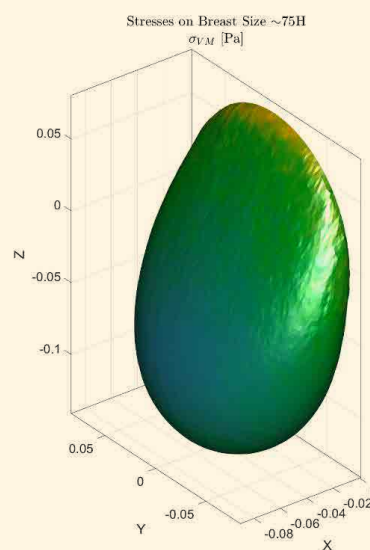
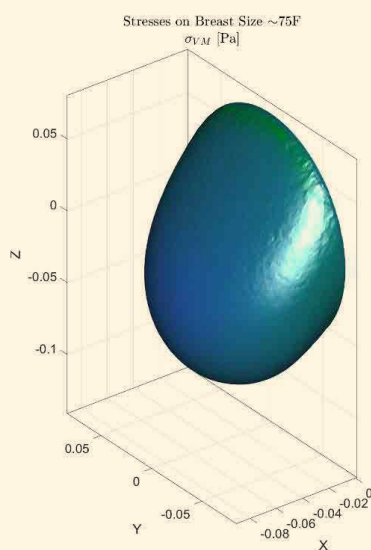
"מאמצים" - חקר פיזור המאמצים בחזה נשי כתלות בגודל שלו

The Stress Distribution on Female Breasts as a Function of its Size

בשורה רובנשטיין-ורד | מנחה: ד"ר דנה סולב

Ill-fitting bras are known to cause musculoskeletal pain. However, most women are unable to properly fit a bra for themselves. Additionally, monthly hormonal fluctuations during various stages of the menstrual cycle cause the breast size to fluctuate. Additionally, monthly hormonal fluctuations during various stages of the menstrual cycle cause the breast volume to fluctuate by up to 40%. Therefore, there is a need for a change in the way we design bras, which first requires proper understanding of the relationships between the forces exerted on the breasts, their size, and the resulting stress distribution. Using FEA, we have simulated the stresses and strains on the breast as a function of its size, both under the static influence of gravity, and during gait movement.

לבישת חזייה במידה לא מתאימה יכולה לגרום למגוון בעיות, ביניהן כאבים בגב ובעיות יציבה. עם זאת, רוב הנשים אינן מסוגלות להתאים לעצמן חזייה באופן הולם, ונוסף על כך, במהלך המחזור החודשי החזה גדל עד 40% מגודלו המינימלי עקב תנודות הורמונליות. כל אלה מעידים על צורך בשינוי בגישה שלנו כלפי חזיות ועיצובן. על מנת להציע פתרון מבוסס מדעית, בחרנו לחקור את המאמצים הפועלים על החזה כתלות בגודל שלו, באמצעות מודל אלמנטים סופיים המאפשר לנו לבחון את פיזור המאמצים והעיבורים הן תחת השפעת כח הכבידה באנליזה סטטית והן במהלך תנועה כגון הליכה וריצה באנליזה דינמית.



קרוס-סליפ ומכניזמים תלויי זווית הטרחה

Cross-Slip and Load Angle Dependent Mechanisms

אוהד לוי-אור | מנחה: פרופ"ח דן מרדכי

Cross-slip is a mechanism in which a dissociated screw dislocation, being bound to one glide plane, can change glide planes. Understanding of this thermally activated mechanism enables better modeling of many important mechanisms in plasticity. As it is a thermally activated process there is an activation energy associated with the process. We will show that there are different domains of activation energy that are load angle dependent as thus, supporting the proposal that cross-slip dependent mechanisms also behave this way. We will employ the activation energy model as developed by Dr. Alon Markovitz, based on a line tension model in order to support our proposal.

מכניזם "קרוס סליפ" הוא תופעה בה נקע בורגי מפוצל היושב על מישור החלקה יחיד, מסוגל לעבור מישור החלקה. מכניזם זה פועל בצורה של אקטיבציה תרמית, והבנה שלו מאפשרת מידול מדויק ויעיל יותר של תופעות מכניות חשובות בפלסטיסיות. אקטיבציה תרמית משמעה שלתהליך משויכת אנרגיית אקטיבציה הקשורה להסתברות להתרחשותו. בפרויקט זה נראה כי התנהגות אנרגיית האקטיבציה במרחבים מסוימים משתנה כתלות בזווית הטרחה, התנהגות זו מחזקת את ההשערה המרכזית הנידונה הגורסת כי מכניזמים התלויים בקרוס סליפ מתנהגים כך גם הם. לצורך זה נשתמש במודל אנרגיית האקטיבציה שפותח בידי ד"ר אלון מרקוביץ המבוסס על מודל מתח פנים חד מימדי.

חישוב תכונות תרמודינמיות ותנאי יציבות של נוזל בלחץ שלילי, קצב היווצרות בועות וגדילתן

Calculate thermodynamics observables and stability criterions for liquid at absolute negative pressure, nucleation rate and bubbles growth

טל גולדשטיין | מנחה: פרופ' ערן שר

Absolute negative pressure can be found not only in the lab, but also in the Nature. The sap in the trees can be moderately stretched (down to -3 bar) to help the trees to suck up water. The objective in this work is to calculate the nucleation rate at absolute negative pressure where the process is isochoric. In this work we focused on water. Under the WDW and the canonical accumulation assumptions we developed the fundamental equation. The equation defines a space where the hessian on the entropy is positive, as a contradiction to the second postulation. From the latter result we explain that in isothermal process, when the specific volume is increased, it is discontinuous. That jump is defined as "phase change". In this work, we convert the phase change to a problem where the solution is Boltzmann Distribution. Thus, we develop the nucleation rate, with relation to the system observables. Our results show that at negative pressure in isochoric process while the inertia is dominant, the nucleation rate is constant.

נוזל בלחץ שלילי, קרי מתיחה, מזוהה כתופעה שניתן להבחין בה בטבע, לדוגמה עצים גבוהים במיוחד אשר מובילים לשד מן התחתית לצמרת. בספרות מציגים פיתוחים לקצב נוקלאציה בתהליך איזוברי כאשר המערכת נמצאת באמבט חום. מטרת עבודה זו הינה חישוב קצב נוקלאציה של נוזל בלחץ שלילי בתהליך איזוכורי כשהתיאור מתמקד במים. בעזרת שימוש בתורת הצבר הקנוני תחת הנחותיו של ואן דר ואלס, פיתחנו את המשוואה הפונדמנטלית עבור נוזל ומתוכה את משוואת המצב. האנטרופיה המתקבלת מגדירה אינטרוול לא יציב, תוצאה המפריכה כי תהליך גדילת הנפח הסגולי בתהליך איזותרמי רציף. קפיצה זו היא, למעשה, "שינוי פאזה". בעבודה זו הצגנו הסבר פשוט, לפי הקבלה להתפלגות בולצמן, לפיתוח קצב נוקלאציה כתלות בתכונות הנוזל. קיבלנו כי בלחצים שליליים קצב נוקלאציה נשאר קבוע בתהליך איזוכורי כאשר האינרציה היא הדומיננטית בתהליך.

ביופסיה של תאי סרטן על ידי הברשה ולכידה אלקטרוסטטית

Biopsy of malignant cells through Brushing and Electrostatic Trapping

רון פירמן | מנחים: פרופ' איל זוסמן, ד"ר איאד חמאסי

Malignancy diagnosis of biliary cells is often done by brushing of the tissue. The cell collection requires the detachment of the cells from the tissue, trapping the cells, and extracting them using an endoscope. The collections' efficiency today is low, thus a diagnosis of malignancy is difficult.

The goal of this research is to develop a mechanically and electrostatically controllable brush, which will allow the detachment and electrostatic trapping of the cells. This is based on the ionization level of the biles' malignant cells in comparison to their surrounding (negative charges). The brush is based on nanometric fibers, made of charged polymers (positively charged polyelectrolytes). In the project we will model the detachment and trapping process, perform FE analysis for the collection process, and perform *in vitro* experiments of cell collection.

תהליך שכיח לאבחון תאים סרטניים בדרכי המרה מבוסס על איסוף באמצעות מברשת (ביופסיה). האיסוף דורש ניתוק תאים מהרקמה אליה הם צמודים, לכידתם והובלתם מחוץ לגוף באמצעות אנדוסקופ. יעילות האיסוף כיום היא נמוכה, ולכן אבחנה של רקמה סרטנית בדרכי המרה היא קשה.

מטרת פרויקט זה היא לפתח מברשת בעלת תכונות מכניות ואלקטרוסטטיות נשלטות, שתאפשר ניתוק תאים מהרקמה ולכידה אלקטרוסטטית, זאת מתוך הבנה כי דרגת היינון של תאים סרטניים במרה גבוהה ביחס לסביבה (מטענים שליליים). המברשת מבוססת על סיבים ננומטריים שעשויים מפולימרים טעונים (פוליאלקטרוליטים טעונים חיובית). בפרויקט נמדל את תהליך הניתוק והלכידה של התאים, נבצע אנליזות אלמנטים סופיים לתהליך האיסוף ונערוך ניסויי *in vitro* לאיסוף תאים.

Fretting in elastic-plastic spherical contact

Prof. Izhak Etsion & Haibo Zhang :מנחים | Li Minsi & Yan Lei

A finite element (FE) model shown in figure (1-a) was developed for fretting wear in elastic-plastic adhesive spherical contact. Realistic criteria of ductile fracture in a 3D contact problem and the failed elements are deleted. The contact interface to model is under the full stick condition. Fracture evolution is presented allowing the process of material removal in the form of a wear particle. Wear coefficient is obtained based on the numerical results and the influence of mesh density and number of cycles on accuracy of wear coefficient are discussed. To improve the efficiency of the model, the sub-model technique is used in the contact zone with the highest element density as shown in figure (1-b). We develop another finite element (FE) model by Python scripts based on Archard's equation shown in figure (1- c) for subroutine with UMESHMOTION in ABAQUS. The development of stress on the elastic-plastic sphere is discussed. The failure propagation and formation of fretting wear particle on contact surface and under contact surface and junction growth with different numbers of cycles and

loading are presented. We find the influence of different loading in contact stick region. Also the characteristic friction loop under different number of fretting wear cycle are studied.

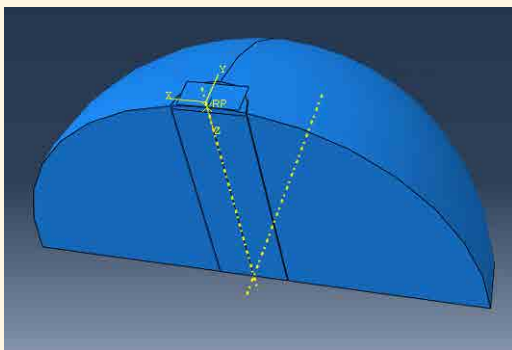


Figure 1-a. FE model

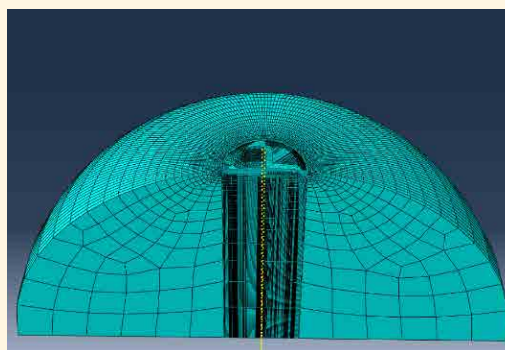


Figure 1-b. Mesh of the model

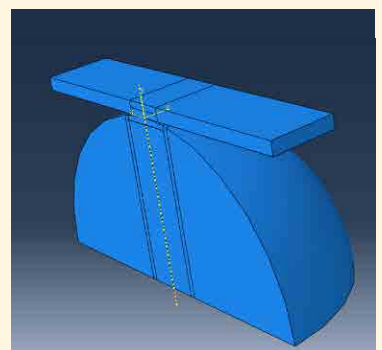


Figure 1-c. FE model for subroutine

בקרת זרימה אקוסטית על פרופילים בעלי זרימה מנותקת אגרסיבית

Acoustic Flow Control on Aggressively Separated Airfoil Humps

גיא וילנר | מנחים: פרופ"ח רנה ואן האוט, פרופ"ח בני צ'וקורל

Acoustic flow control is conducted on aggressively separated hump at low Reynolds number of . Although acoustic excitation does not prevent separation, it does make the flow reattach and minimize the lift losses due to separation. It was observed that the improvement of performance due to acoustic flow control on airfoils with low adverse pressure gradient is negligible. High adverse pressure gradient profiles benefit more from acoustic excitation and the saturation amplitudes are higher. The optimal frequency is found to be between 162 and 200 [Hz]. The aim of this project is to take the learnings of an aggressively separated humps and apply it to turbine airfoils (L1A, L2A, etc.) which are known to have severe performance degradation at off-design conditions. Effective flow control over turbine blades is expected to reduce losses (improve the efficiency), and thereby bring down the overall weight of an engine/specific fuel consumption.

בקרת זרימה אקוסטית מבוצעת על פרופילים בעלי זרימה מנותקת אגרסיבית עם מספר ריינולדס נמוך של . למרות שבקרת זרימה אקוסטית לא מונעת את התנתקות הזרימה, היא מצליחה להפחית את הפסדי העילוי שנובעים מההתנתקות. הפחתת ההפסדים בפרופילים עם שיפוע לחץ נגדי נמוך הינו זניח. פרופילים בעלי לחץ נגדי גבוה מפיקים תועלת רבה יותר מערעור אקוסטי ואמפליטודת הרוויה שלהם גבוהה יותר. התדר האופטימלי נמצא בין 162 ל - 200 הרץ. המטרה של פרויקט מחקרי זה היא ליישם את המסקנות מתוך מחקר על פרופילים בעלי זרימה מנותקת אגרסיבית על להבי טורבינה (L1A, L2A וכו') אשר ידועים בהפסדי ביצועים חמורים מחוץ לנקודת עבודתם. בקרת זרימה יעילה על להבי טורבינה צפויה להפחית את הפסדי המנוע ובכך להוריד את המשקל הכולל של המנוע או את צריכת דלק סגולית.

פרוטזת כף יד בהדפסת תלת-מימד משולבת חיישנים ופידבק

Haptic Feedback Interface for a 3D Printed Prosthetic Hand

רותם מרגי וגל ירושלמי | מנחים: פרופ' אלון וולף ויאיר הרבסט

The aim of the project is to develop a high-quality 3D printed, prosthetic hand with a haptic feedback interface while emphasizing on the low-cost value for children with amputated hands or have been born with anomalies of the fingers. The hand is controlled by an Arduino microcontroller that receives signals from three sensors located around the wrist and transmits commands to two motors that bring the fingers of the palm to the desired position. The three hand positions are - full opening and closing of the fingers and pinching using the thumb and forefinger. In addition, there is an Arduino nano controller that receives signals from force sensing resistors at the tip of each finger and allows haptic feedback to the user on the grip strength, accordingly by closing a armlet worn on the user's arm. The design of the hand and its components selection keeps the cost of its low relatively to the cost of prostheses on the market.

מטרת הפרויקט הינה פיתוח פרוטזת כף יד בהדפסת תלת-מימד באיכות גבוהה, בעלת משוב חישה למשתמש תוך כדי שימת דגש על עלות נמוכה יחסית עבור ילדים קטועי יד או בעלי אנומליה באצבעות איתה נולדו. היד נשלטת על ידי מיקרו בקר ארדואינו המקבל אותות משלושה חיישנים הנמצאים מסביב לפרק כף היד ומעביר פקודות לשני מנועים המביאים את אצבעות כף היד למצב הרצוי. שלושת מצבי היד הינם - פתיחה וסגירה מלאה של אצבעות כף היד וצביטה באמצעות האגודל ואצבע המורה. בנוסף, ישנו ננו בקר ארדואינו המקבל אותות מחיישני כוח בקצה כל אצבע ומאפשר משוב חישה למשתמש על חוזק האחיזה בהתאם על ידי סגירת צמיד המולבש על זרוע המשתמש. עיצוב היד ובחירת הרכיבים שומר על עלות נמוכה ביחס לעלות פרוטזות בשוק.



גזירה סטטית ודינמית מקומית במתכות : החוליה החסרה

Static and dynamic shear localization in metals: The missing link

איתי לוין | מנחה: פרופ' דניאל ריטל

Shear in metals is a common failure in the field of mechanics of material that can be divided into two sub-categories – isothermal shear in slow strain rates and adiabatic shear in dynamic loading rates. In this work, we aim to obtain a common denominator between the two seemingly different failure mechanisms. The chosen metals have a hexagonal crystal structure (HCP) – Commercially Pure Titanium, Titanium alloy Ti6Al4V and Commercially Pure Zirconium. First, we characterized the mechanical properties for tensile and compression modes of deformation at different loading rates. Then, we characterized other loading configuration by using customized specimens for pure shear and shear-compression, utilizing FEM simulations. After the mechanical characterization, we examined the metallographic microstructure of each material before and after failure. Later, we will perform a series of interrupted experiments under dynamic and quasi-static loadings at pre-determined levels of strain and/or strain energy.

Finally, we will identify the microstructure's evolution in each stage of the quasi-static and dynamic loading regimes and infer the nature of their affinity.

כשל בגזירה נפוץ בתחום מכניקת החומרים וניתן לסווגו לפי קצבי עמיסה לשני תחומים שונים: גזירה איזותרמית, בה הקצב איטי, וגזירה אדיאבטית בעמיסה דינמית. בפרויקט זה, אנו נמשיך את עבודות המחקר שבוצעו עד כה בנושא במטרה למצוא מכנה משותף לשני התהליכים שכיום מתייחסים אליהם כשונים לחלוטין. המתכות איתן בחרנו לעבוד הן בעלות מבנה הקסגוני (HCP) - טיטניום טהור, סגסוגת טיטניום Ti6Al4V וזירקוניום טהור.

ראשית, אפיינו את התכונות המכניות (עקומות מאמץ-עיבור) ללחיצה ומתיחה בקצבי עמיסה שונים באמצעות דגמים סטנדרטים. לאחר מכן, אפיינו את החומרים גם במצבי עמיסה שונים - גזירה טהורה וגזירה משולבת לחיצה, כאשר התכונות בגזירה חולצו באמצעות סימולציות אלמנטים סופיים.

לאחר האפיון המכני, ביצענו חקירה מטלוגרפית של חומרי הגלם לפני ואחרי עמיסה מלאה לשבר.

בהמשך, נבצע סדרת ניסויים באותם הדגמים ונעצור כל ניסוי בשלבים שהוגדרו מראש, עבור עיבור או אנרגיה מוגדרים (ניסוי עצירה). לאחר מכן, נאפיין את התפתחות המיקרומבנה בכשל הסטטי והדינמי, ונסיק לגבי טיב הקשר ביניהם.

שיכוך תנודות באמצעות העברת אנרגיה בין מודים במתנד בעל 3 דרגות חופש תחת אילוץ גאומטרי

Rapid intermodal targeted energy transfer in 3DOF linear system with geometrical constraint

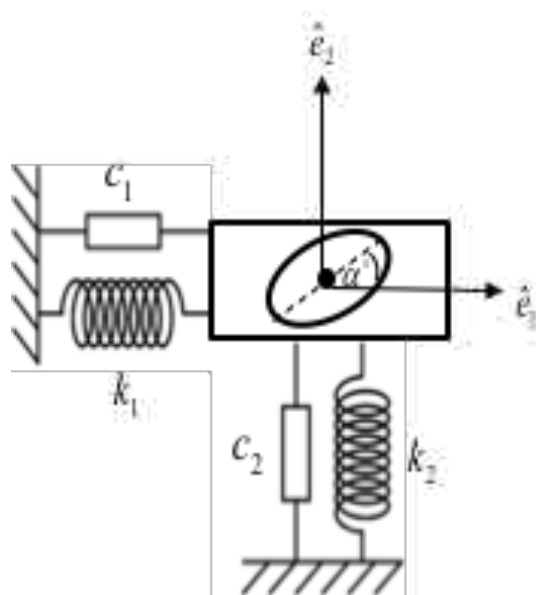
יובל וולטמן | מנחה: פרופ' אולג גנדלמן

Resistance of buildings to earthquakes has been a challenging problem for a long time. One of the most significant problems within this area is to mitigate the excitation at the first few cycles of the structural response. In our research we explore the energy transfer mechanism between the linear eigenmodes of the system. By using this mechanism, the structural response can be mitigated significantly.

Our model contains 3DOF oscillator (two directions of translation, and rotation in the plane), with a rigid element and geometrical constraint in the form of elliptical hole. After the mathematical formulation of the problem, we have been able to decrease the characteristic time in more than 2 orders compared to the bare linear system without the constraint.

עמידות בניינים ברעידות אדמה היא בעיה המעסיקה מהנדסים במשך שנים. אחת הבעיות הרציניות ביותר ברעידות האדמה היא שיכוך תנודות הבניין במספר מחזורי התנודה הראשונים לאחר העירור. במחקר שלנו אנחנו חוקרים מנגנון העברת אנרגיה בין המודים העצמיים הלינאריים של המערכת המסוגל לשכך משמעותית את תגובת המערכת לעירור.

מודל המחקר מורכב ממתנד הרמוני בעל 3 דרגות חופש (העתקה בשני כיוונים וסיבוב במישור) בעל מעצור קשיח במרכזו של אילוץ גאומטרי בצורת קדח אליפטי. לאחר המידול המתמטי של הבעיה הצלחנו להפחית את הזמן האופייני ביותר מ-2 סדרי גודל בהשוואה למודל הלינארי ללא האילוץ.



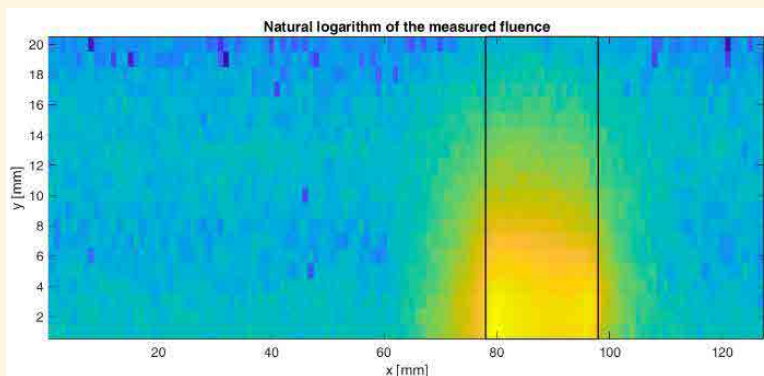
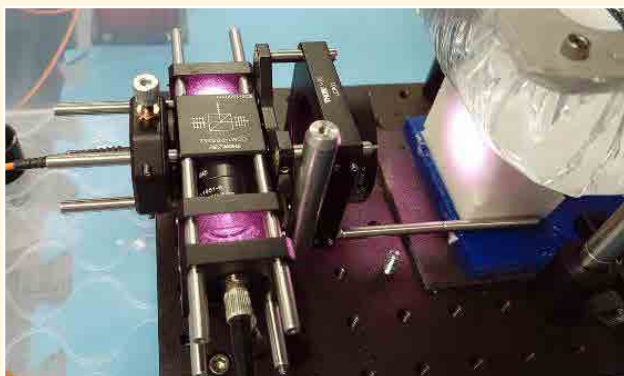
שחזור פרמטרים אופטיים של רקמות עמוקות באמצעות מדידות שטף

Deep tissue optical properties reconstruction using fluence measurements

אורן מאיר | מנחה: אחיעד לוי, פרופ' אמיר רוזנטל

In Biological tissues the light's propagation can be described approximately using the Diffusion Equation. Under this approximation The spatial gradient of light fluence is related to a parameter composed of Absorption, Scattering and Anisotropy. The parameter is called the Effective Attenuation Coefficient. In this project we studied the relation between the spatial gradient of light fluence in multi-layer tissue structure under uniform illumination and the local optical properties in the structure. Our goal in the simulations and experiments was to define the relationship between different effective attenuation coefficients of different layers in the structure. For this we designed and assembled an optical system for Single-Pixel Uniform Illumination and Sensing. Also, we manufactured biomimicking-phantoms with engineered optical properties.

ברקמות ביולוגיות ניתן לתאר את התקדמות האור בקירוב ע"י משוואת הדיפוזיה. תחת קירוב זה קצב השינוי המרחבי של שטף האור ברקמה קשור לפרמטר המורכב מבליעה, פיזור ואנאיזטרופיות. נקרא מקדם הדעיכה האפקטיבי. בפרויקט זה חקרנו את הקשר בין השתנות המרחבית של שטף האור במבנה רקמות רב שכבתי תחת תנאי הארה אחידה לתכונות האופטיות - המקומיות במבנה. מטרתנו בסימולציות ובניסויים הייתה להגדיר את היחס בין מקדמי דעיכה אפקטיביים של שכבות שונות ברקמה. לטובת המדידות תכננו והרכבנו מערכת אופטית המבצעת הארה וחישה אחידה של פיקסל בודד וכן גם ייצרנו דגמים שונים המדמים רקמות ביולוגיות בעלות תכונות מהונדסות.



Theory of redox flow batteries

רן יוסף סויסה | מנחה: פרופ"ח מתיו סאס

The research utilizes analytic and numeric tools to explore a theoretical model of redox flow batteries. These batteries, in contrast to the batteries for daily use, are used for storage of large amounts of energy by chemically charging certain chemicals, I work with zinc-bromine chemistry, and then discharging the chemicals when needed. The process occurring is energy exchange from electrical energy to chemical energy during charging and from chemical energy to electrical energy during discharge.

We focus on using a material that binds the bromine to a separate phase thus lessening the corrosion on the anode and eliminating the use of a membrane and lowering the price of this technology, my part in advancing the theory and adding accuracy to the theoretical model is by adding gravitational effects on the battery and examining its effect on the battery performance.

המחקר מתעסק בניתוח תאורטי, באמצעים אנליטיים ונומריים של סוללות זרימה. סוללות אלו, בניגוד לסוללות לשימוש יום יומי, משמשות לאגירת כמויות גבוהות של אנרגיה באמצעות טעינה כימית של חומרים כימיים מסוימים, העיסוק שלי עם כימית אבץ וברום, ולאחר מכן פריקת האנרגיה מן הכימיקלים הנ"ל כאשר נדרש. מתרחש תהליך של המרה מאנרגיה חשמלית לכימית בטעינה וכימית לחשמלית בפריקה.

אנו מתמקדים בעבודה עם חומר שקושר את הברום לפאזה נפרדת שמטרתו היא הפחתת הקורוזיה באנודה ובכך ביטול הצורך במימברנה והוזלת הטכנולוגיה, החלק שלי בקידום התאוריה והוספת דיוק למודל התאורטי הינו הוספת אפקטי כבידה על הסוללה ובחינת האפקטים האלו על ביצועי הבטריות.

בקרת גוף קשיח של רחפן

Quadcopter AutoPilot Simulator

שחר שמואלי | מנחה: פרופ' אמ' שאול גוטמן

The project describes a simulator of an autopilot for a quadcopter as a solid body, based on a commercial flight controller PX4. The simulator is comprised of two main parts: the first part is the quadcopter's model which includes the forces and moments equations, and the electric motors and their electronic speed controller. The second part of the project describes the flight controller that is based on both angular and position control.

הפרוייקט מתאר סימולטור של טייס אוטומטי עבור רחפן כגוף קשיח המבוסס על בקר טיסה מסחרי PX4. הסימולטור מחולק לשני חלקים עיקריים - הראשון הוא מודל רחפן שכולל את משוואות הכוחות והמומנטים ותיאור המנועים החשמליים ובקריהם. החלק השני מתאר את בקר הטיסה המבוסס על בקרת זווית ובקרת מיקום.

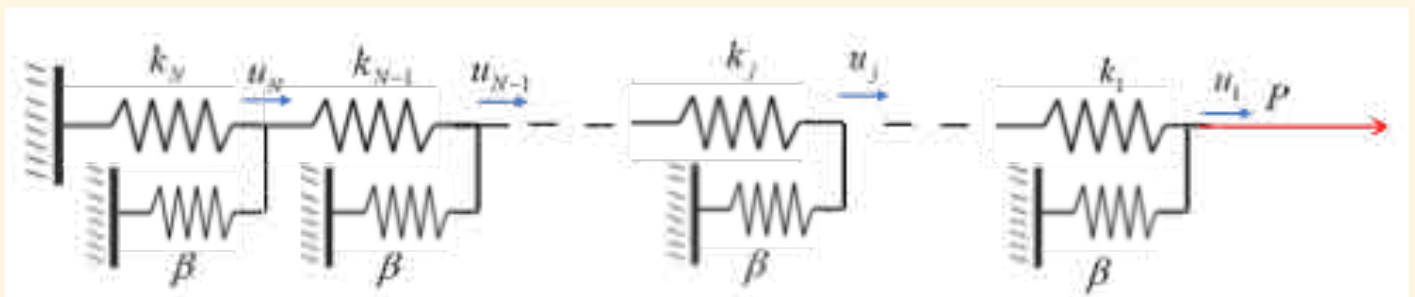
ההתנהגות המכנית של שרשרת קפיצים בי סטביליים על מצע אלסטי

The mechanical behavior of a chain of bistable springs on an elastic foundation

יובל רולר | מנחה: פרופ"ח ספי גבלי

The subject of bistable chains has been studied extensively in recent years, but one problem that is yet to be solved is the case of a chain bistable structures on an elastic foundation. To solve this problem, we initially examined a simple case of a chain of simple linear springs connected to an elastic support. The analysis showed that the displacements of the nodes in the chain are related to one another through the celebrated Lucas sequence, and in some cases, they might take the form of Fibonacci numbers. As such, the displacement along the chain decays exponentially and the chains effective stiffness converges to the celebrated golden ratio. In the future, we intend to study the problem further and examine what happens when the springs in the chain change phases.

הנושא של שריגים ביסטביליים נחקר בצורה מעמיקה מאוד בשנים האחרונות, אך אחת הבעיות שטרם נחקרו בצורה נרחבת היא שרשרת מבנים ביסטביליים הרתומים לקרקע. על מנת לחקור את הבעיה התחלנו בפתרון של מקרה פשוט של שרשרת של קפיצים לינאריים פשוטים הרתומים לקרקע. חקירת הבעיה הראתה שההזזות של הצמתים בשרשרת קשורות אחת לשנייה עפ"י סדרת לוקאס, ובמקרים מסוימים סדרת ההזזות מציגה אף דפוס של סדרת פיבונאצ', שהיא מקרה פרטי ומפורסם מאוד של סדרת לוקאס. לפיכך, בהתאם לתכונות סדרת פיבונאצ', ההזזות בשרשרת דועכות אקספוננציאלית לאורכה והקשיחות האפקטיבית של השרשרת כולה שואפת ליחס הזהב המפורסם. בהמשך נרצה להמשיך לחקור את הבעיה ומה מתרחש כאשר הקפיצים בשרשרת עוברים בין הפאזות השונות של המבנה הביסטבילי.



חקר של תופעות חימום בשכבות נוזל דקות מתמצקות

Investigation of the thermal effects in solidifying thin films

דור סוקי | מנחים: פרופ"ח מורן ברקוביץ, פרופ"ח אמיר גת

The roughness of engineering products affects many of their functionalities. To improve the characteristics of various products, we will examine a method to improve the surface roughness of a solid object by creating a liquid thin-film layer on its surface. We know that capillary forces tend to reduce curvature, and we would want to utilize this physical phenomena. Thus, we will study the deformations and temperature distribution of solidifying thin films under capillary forces. We base the research on theory, numerical solvers, and developing an experimental setup for experimental validation

מידת החיספוס משפיעה על הפונקציונליות של מוצרים הנדסיים רבים. לטובת שיפור התכונות של מוצרים אלו, אנו נבחן שיטה לשיפור טיב פני השטח בעזרת התכה של שכבה דקה בפני השטח שלהם. בשיטה זו, אנו מתבססים על העובדה שכוחות קפילריים נוטים להקטין עקמומיות. לכן, אנחנו נלמד את הדפורמציות של שכבות נוזל דקות תחת כוחות אלו. המחקר יתבסס על תיאוריה ופיתרון משוואות באופן נומרי, וכן על פיתוח מערכת ניסוי שתשמש לאימות התוצאות.

השפעת גודל הגרעין על רגישות לחריץ במתכות דו-פאזיות

Critical notch size dependence on microstructural length scales in dual phase steels

נפר מורנו | מנחה: פרופ"ח שמואל אוסובסקי

There exists multiple reports in the literature, where multi-phase structural alloys, exhibiting similar uni-axial mechanical properties, have been reported to have a remarkable different notch sensitivity.

For most cases, the reported studies were conducted by introducing the same notch geometry to different materials. The aim of this project is to explore the relation between the microstructural length scale of a dual phase alloy and the resulting notch sensitivity as a function of multiple notch geometries.

Microstructural images of two dual phase steels consisting of a ferrite matrix with scattered martensite islands were digitized and used as a representative microstructure. The digitized microstructures were meshed and subsequently their notch sensitivity was estimated via 2D plane strain finite elements, using the FENCIS solver. Our results indicate that the stress ratio between the two phases along with the spatial length-scales set by them can lead to variations of more than 70% in the size of the critical notch, leading to early loss of stability, while the force-displacement curve still exhibits a linear relation. However, so far no closed form expression was identified.

מספר רב של מחקרים בספרות הדגימו כי סגסוגות מרובות פאזות, עשויות להציג התנהגות מכנית דומה תחת עמיסה חד צירית, בד בבד עם רגישות לחריץ שונה מאוד. ברוב המחקרים הנ"ל נבחנו חומרים שונים אולם על טווח של גיאומטריות וגדלים צר (לרוב 1-2) עבור החריץ. מטרת עבודה זו היא לבחון את הקשר שבין האורך האופייני הנקבע על ידי המיקרומבנה לבין גיאומטרית החריץ המוצג עבור שתי פלדות פריט/מרטנזיט. תמונות מטלוגרפיות של פלדות אלו עברו דיגיטיזציה ולאחר מכן שימשו לבניית רשת אלמנטים סופיים למטרת חקירת האפקט של חריצים בגדלים שונים. החישובים נערכו שתנאי עיבוד מישורי באמצעות הקוד FENICS. התוצאות שהושגו עד כה ממחישות כי יחס המאמץ בין שתי הפאזות מהווה גורם משמעותי אשר ביחד עם האורך האופייני השונה יכול להוביל לשינויים של עד 70% בגודל החריץ אשר יוביל לאיבוד יציבות עוד בשלב בו הדגם המועמס מציג התנהגות לינארית.

לצערנו, עד כה לא נמצא קשר מתמטי סגור המאפשר לקשור את האבחנות הנומריות.

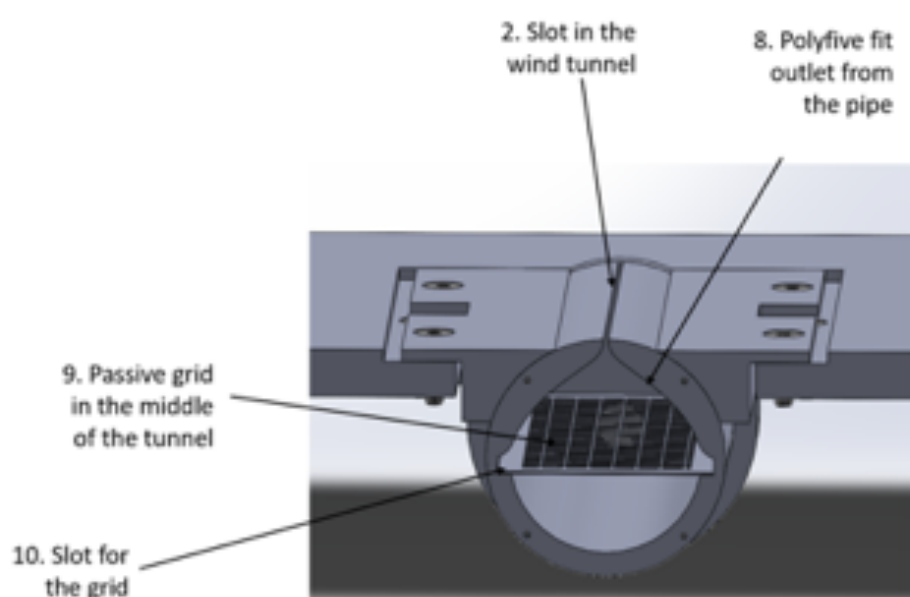
תכנון מתקן למנהרת רוח אשר יאפשר לתת מכת רוח מתפרצת לא קבועה בזמן

Design and evaluation of a wind tunnel turbulence generator

ניב צורי | מנחה: פרופ' דוד גרינבלט

There is an ever increasing demand for energy sources in our world. The world's resources are limited, and the need for renewable renewable energy sources are evident for creating a sustainable society. Wind energy is currently a fast growing source of renewable energy, in order to improve the efficiency of a wind turbine we would like to implement and instrument on a low speed wind tunnel which create unsteady flow. Another motivation for our research is hidden in unscrewed Aerial vehicle (UAV) industry. For both things the ability to implementing the environmental condition and measure it might help us to develop a better control method and equipment in the future. For this task we review few methods of creating and measuring a gust wind in wind tunnel. From brief look we can say that's most of the groups use an active mechanical way to generate the wind gust and all of them use PIV method to find the velocity filed and to characterize the flow. In our research we focus on easier way to implement the gust wind.

בשנים האחרונות קיימת דרישה הולכת וגדלה עבור מקורות אנרגיה מתחדשים, המשאבים בעולם מוגבלים וקיים צורך באנרגיה שאינה מזדהמת או נגמרת. במעבדה לבקרת הזרימה בטכניון חוקרים ושילוב שלהם בשטחים עירוניים. מטרת המחקר התכנון זה לספק למעבדה כלי נוסף לשיפור יעילות הבקרה על טורבינה. כיום במעבדה מותקנת מנהרת רוח אשר יודעת לתת מהירות קבועה בכיוון יחיד. באמצעות חיבור ממשק מיוחד למנהרה נכניס זרימת סילון וכך נוכל לייצר מכות רוח. בסופו של דבר המטרה היא לדמות תנאי סביבה שבהם הרוח אינה קבועה. באמצעות מערכת זאת יהיה ניתן לנתח תופעות שונות ואף לשפר בקרה של טורבינה ואפילו רחפנים וכלי טיס קטנים ללא טייס. הפרויקט כולל בתוכו תכנון של המתקן והממשק שמחבר אותו למנהרת הרוח וביצוע ניסויים על מנת לאפיין את זרימת הסילון שיוצאות ממנו.



מחקר בטורבינות רוח קטנות עם סולידיות גבוהה בעלי ציר אנכי

Research on small-scale high-solidity vertical axis wind turbines

גבריאל אזולאי | מנחה: פרופ' דוד גרינבלט

This project deals with the theoretical study of small-scale high-solidity vertical axis wind turbines for the establishment and institutionalization of an extensive knowledge infrastructure in the Flow Control Laboratory. As part of the study, a large number of articles were reviewed, covering the entire field of vertical axis wind turbines. From them were drawn conclusions and ideas for conducting future experiments in the laboratory.

Vertical wind turbines are a source of renewable energy of increasing importance in recent years, due to the possibility of installing them in urban areas. In view of this, many studies have been carried out in order to achieve better performance of the turbines, by changing their different characteristics. And different methods have been learned to exploit particular aerodynamic phenomena. After the review we can conclude that good operation of a turbine with high solidity occurs at small tip speed ratios. This conclusion is due to various experiments and simulations and extensive research is still being done on the subject.

פרויקט זה עוסק בחקר תיאורטי של טורבינות רוח קטנות בעלי סולידיות גבוהה עם ציר אנכי לשם הקמת ומיסוד תשתית ידע נרחבת במעבדה לבקרת זרימה. במסגרת המחקר, נסקרו מספר רב של מאמרים, המקיפים את כל התחום בנושא טורבינות רוח בעלי ציר אנכי. מהם הוצאו מסקנות ורעיונות לביצוע ניסויים עתידיים במעבדה.

טורבינות רוח אנכיות הם מקור אנרגיה מתחדשת בעלי חשיבות הולכת וגדלה בשנים האחרונות, עקב האפשרות בהתקנתן באזורים עירוניים. לאור זאת, מחקרים רבים בוצעו על מנת להשיג ביצועים טובים יותר של הטורבינות, על ידי שינוי המאפיינים השונים שלהן ושיטות שונות נלמדו לניצול תופעות אווירודינמיות.

לאחר הסקירה נוכל להסיק כי תפעול טוב של טורבינה בעלי סולידיות גבוהה מתרחשת ביחסי מהירות קצה קטנים.

מסקנה זאת נובעת מניסויים וסימולציות שונות ומחקר נרחב עדיין נעשה בנושא.

מיפוי וניטור של זיהום אוויר באמצעות מערכות רובוטיות

Mapping and monitoring air pollution using robotic system

עמית סנדר | מנחה: פרופ"ח אמיר דגני

Air pollution has been defined by the World Health Organization as the greatest environmental threat to public health. In this project we are researching the air pollution source using robotic systems in the air and on land. Using a potential field-based algorithm. I investigated the movement of the robot on land. The algorithm simulates real-time movement in the configuration space based on measuring the position of the obstacles around it, and further by calculating the movement direction required to reach the target - the pollution source. The robot performs a maneuver using several artificial points adapted to the environmental conditions. Simulations of the robot navigation were performed under varying conditions and in simulation software.

זיהום אוויר הוגדר על ידי ארגון הבריאות העולמי כאיום הסביבתי הגדול ביותר על בריאות הציבור. בפרויקט זה אנו חוקרים את מקורו של הזיהום באמצעות כלים רובוטיים באוויר וביבשה. באמצעות אלגוריתם מבוסס שדה פוטנציאל חקרתי את תנועת הרובוט ביבשה. האלגוריתם מדמה תנועה בזמן אמיתי במרחב הקונפיגורציה על סמך מדידת מיקום המכשולים סביבו, וכן באמצעות חישוב כיוון התנועה הנדרש על מנת להגיע אל המטרה - מקור הזיהום. הרובוט מבצע תמרון באמצעות דגימת נקודות התקדמות אפשרויות בהתאם לתנאי הסביבה. בוצעו סימולציות של ניווט הרובוט בתנאים משתנים וכן בתוכנת הדמיה.

Continuum Tunable Resonator

אבירם וינר ויהונתן בן עזרי | מנחה: פרופ"ח טל כרמון

In this experiment we investigated the Q-Factor value of resonator compiled from two parts. The first part of the resonator is a disk resonator and the second part is a membrane.

Coupling the optical fiber to the disk required adjustments of the experimental setup due to the challenges of high precision parallel requirement.

After we succeeded coupling the disk resonator, alignment of the membrane was made to the coupled system and a shift in the resonance frequency was noticed.

The Q-Factor was calculated in two different systems. The first system composed with the resonator and thin optical fiber from above. From the fiber, an electric field came out because of geometrical constraints into the resonator. The second system composed exactly as the first system with addition of a membrane to block fleeing energy out of the resonator. In the second system we made two measurements while the membrane is located above the resonator. The first measurement while the membrane is statical. The second measurement while the membrane slightly vertical dislocated in order to find the resonance frequency. The results were analysed by oscilloscope and MATLAB programming.

בניסוי זה חקרנו את מקדם האיכות של רזונטור המורכב משני רכיבים. הרכיב הראשון הוא רזונטור דסקה והרכיב השני הוא ממברנה.

לצורך צימוד הסיב האופטי לדסקה, נצטרכנו לבצע התאמה של מערכת הניסוי לצורך הקבלת הדסקה לסיב האופטי. לאחר צימוד הסיב האופטי לדסקה קירבנו את הממברנה למערכת הניסוי, דבר שגרם להיסט בתדר התהודה.

את מקדם האיכות בדקנו בשתי מערכות שונות. המערכת הראשונה הורכבה מרזונטור ומעליו סיב אופטי מדוקק. מסיב זה יצא שדה חשמלי של הסיב בעקבות אילוצים גיאומטריים אל תוך הרזונטור. המערכת השנייה הורכבה בדיוק כמו המערכת הראשונה, בתוספת של ממברנה לחסימת בריחה של אנרגיה מהרזונטור. במערכת זו ביצענו שתי מדידות כאשר הממברנה ממוקמת מעל הרזונטור. מדידה ראשונה כאשר הממברנה סטטית ומדידה שנייה כאשר הממברנה בתזוזה אנכית למציאת תדר הרזוננס. התוצאות נותחו באמצעות אוסצילוסקופ ותוכנת MATLAB.

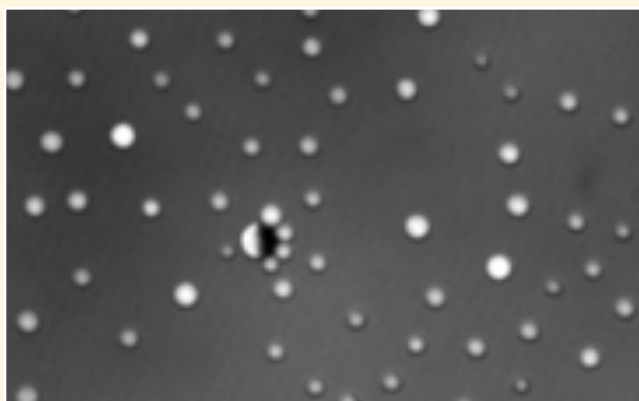
מיקרו מנוע אשר מונע מגנטית וחשמלית בתמיסות מוליכות: אפקטי הנעה סינרגטית ונשיאת מטען

A Magnetically and Electrically Powered Hybrid Micromotor in Conductive Solutions: Synergistic propulsion Effects and Cargo Transport

סיון יעקב | מנחה: פרופ' גלעד יוסיפון

Electrically powered micromotor (Janus particle) in conductive solution enable trapping, transporting, and release of different cargos. By applying external electric field, dielectrophoretic based cargo manipulations are occurring at high conductivity solutions however the micromotor electrical propulsion losses its strength. Through applying rotating magnetic field, we achieve magnetic field-based propulsion and navigation, while dielectrophoresis is used to perform manipulations on different cargos (polystyrene particles, red blood cells, and live mammalian cells (k562) cells). By tuning the solution conductivity and electric field frequency and magnetic field rotation speed we found the optimal manipulation and transport capabilities.

מיקרו מנוע (חלקיק הג'אנוס) אשר מונע חשמלית בתוך תמיסה מוליכה מאפשר תפיסה, שינוע ושחרור מטענים שונים. ע"י יצירת שדה חשמלי חיצוני, מניפולציות על מטען בשל כוח דיאלקטרופורטי מתאפשרות בתמיסות בעלות מוליכות גבוהה, אם כי ההנעה החשמלית של המיקרו מנוע מאבדת מעוצמתה במצב זה. באמצעות הפעלה של שדה מגנטי מסתובב ניתן להשיג הנעה וניווט מבוססת שדה מגנטי, ובנוסף באמצעות תופעת הדיאלקטרופורזיס לבצע מניפולציות על מטענים שונים (דוגמת חלקיקים סינטטיים, תאי דם אדומים, ותאים חיים מסוג k562). על ידי כוונן מוליכות התמיסה ותדירות השדה החשמלי וכן מהירות סיבוב השדה המגנטי מצאנו את התנאים האופטימליים לביצוע מניפולציות ושינוע של המטענים השונים.



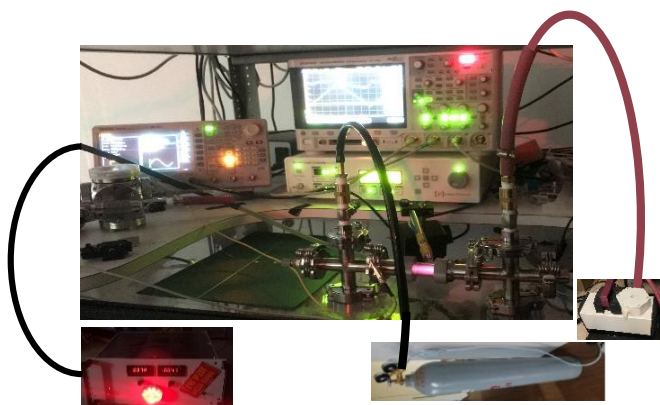
Trapping polyresin particle with JP, in conductive solution

Optical fiber with Plasma cladding

איתמר בורל | מנחים: פרופ"ח טל כרמון וד"ר רענן גד

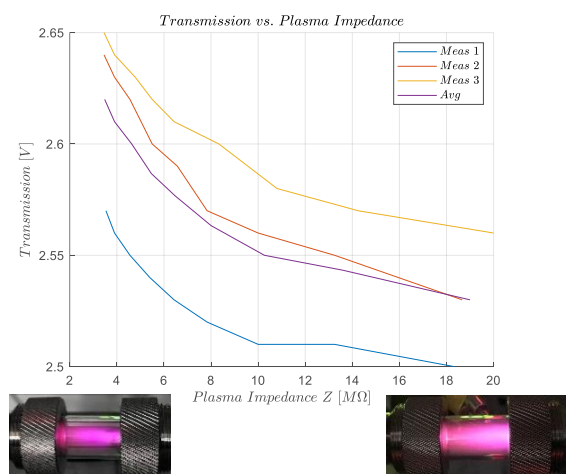
The aim of the study is to examine the effect of plasma on the ability to transmit light in an optical fiber. The study was conducted in the OptoMechanic Lab. This experiment is a continuation of work and research conducted in the laboratory on the interface between light and plasma. Till now, the light-plasma interaction has been studied only in free-space and this study is the first time that this interaction has been studied in optical fiber. The technological barrier to investigate the interaction in fibers is that light travels deep inside the fiber and is not exposed to plasma. In the experiment, we solved this problem by tapering the fiber to a diameter of about 1 micron, an action that causes the electric field in the fiber to overlap greatly with the environment that surrounds it, thus increasing the effect of plasma on light. As part of the experiment, a dedicated system was designed for the performance of the measurements, which included a combination of a vacuum chamber and high voltage source for the production and maintenance of the plasma, and an optical system that included a scanning laser, fibers and measuring equipment. In the trial we replaced the regular fiber cladding with plasma and performed various measurements. The results showed that there is a direct relationship between the density of the plasma around the core and its transmission, absorption and refractive index changes, which affect the speed of light. This study is the beginning of a research analyzing the interaction between light and plasma and many further works are expected which could form the basis for many applications, such as fast optical switches.

מטרת המחקר הינה לבדוק את השפעת הפלזמה על יכולת העברת האור בסיב אופטי. המחקר נערך במעבדה לאופטומכניקה. ניסוי זה הינו המשך לעבודות ולמחקרים שבוצעו במעבדה בנושא הממשק בין אור לפלזמה. עד כה חקרו את תגובת הגומלין אור-פלזמה רק במעבר בתווך חופשי ומחקר זה הינו הפעם הראשונה שאינטראקציה זו נחקרת בסיב אופטי. המעצור הטכנולוגי לחקר האינטראקציה בסיבים הינו שהאור מתקדם בעומק הסיב ואינו חשוף לפלזמה. במסגרת הניסוי פתרנו בעיה זו על ידי דיקוק הסיב עד לקוטר של כ-1 מיקרון, פעולה שגורמת לשדה החשמלי בסיב חפיפה גדולה עם הסביבה המקיפה אותו, ובכך להגברת השפעת הפלזמה על האור. במסגרת הניסוי תוכננה מערכת ייעודית לטובת ביצוע המדידות שכללה שילוב של תא ואקום ומקור מתח גבוה לייצור ותחזוקת הפלזמה, ומערכת אופטית הכוללת לייזר סורק, סיבים ואמצעי מדידה. בניסוי החלפנו את הפלזמה וביצענו מדידות שונות. התוצאות הראו כי יש קשר ישיר בין צפיפות הפלזמה שמסביב (cladding) מעטפת הסיב הרגילה לבין יכולות ההעברה שלו, הבליעה ושינוי אינדקס השבירה, דבר שמשנה את המהירות בה האור מתקדם. (core) לליבת הסיב מחקר זה הינו תחילת הדרך בחקר יחסי הגומלין בין האור לפלזמה וצפויות עבודות המשך רבות אשר יוכלו להוות בסיס לאפליקציות רבות, כגון מתגים אופטיים מהירים.



System set-up

מערכת הניסוי



לכידה אלקטרוסטטית של תאי סרטן על ידי מערכת סיבי פולימרים

Electrostatic trapping of malignant cells using a polymeric-fiber system

רון פירמן | מנחים: פרופ' איל זוסמן, ד"ר איאד חמאיסי

Brush cytology through ERCP (Endoscopic Retrograde cholangiopancreatography), is a medical procedure performed on patients with biliary (bile) stricture, to assess the malignancy of the stricture. Correct assessment is paramount for setting a treatment plan and can increase the survival rate from months to years. Currently the brush has a low sensitivity, i.e. the ability to correctly diagnose the patient based on the procedure itself is low.

Previous research has shown that biliary malignant cells are more highly negatively charged than their surrounding cells. The goal of this research is to develop a polymer-fiber electrostatically coated positively-charged brush, capable of trapping malignant cells. Thus, increasing the procedures' sensitivity.

ציטולוגיית מברשת דרך ERCP (Endoscopic Retrograde cholangiopancreatography), הוא הליך רפואי המבוצע על מטופלים הסובלים מהצרות במרה, כדי להעריך אם ההיצרות נובעת מגורם סרטני. הערכה נכונה היא הכרחית כדי לקבוע תכנית טיפול ויכולה להאריך את משך החיים הצפוי מחודשים לשנים. כיום למברשת יש רגישות נמוכה, כלומר היכולת לבצע דיאגנוזה בהתבסס על ההליך בלבד היא נמוכה.

מחקרים קודמים הראו שתאים סרטניים במרה טעונים שלילית יותר מאשר הסביבה שלהם. מטרת המחקר היא לפתח מברשת מבוססת סיבי-פולימר, המצופה בציפוי אלקטרוסטטי המקנה לה מטען חיובי. מברשת זו תוכל ללכוד תאים סרטניים בצורה אלקטרוסטטית, ובכך להגביר את רגישות הבדיקה.

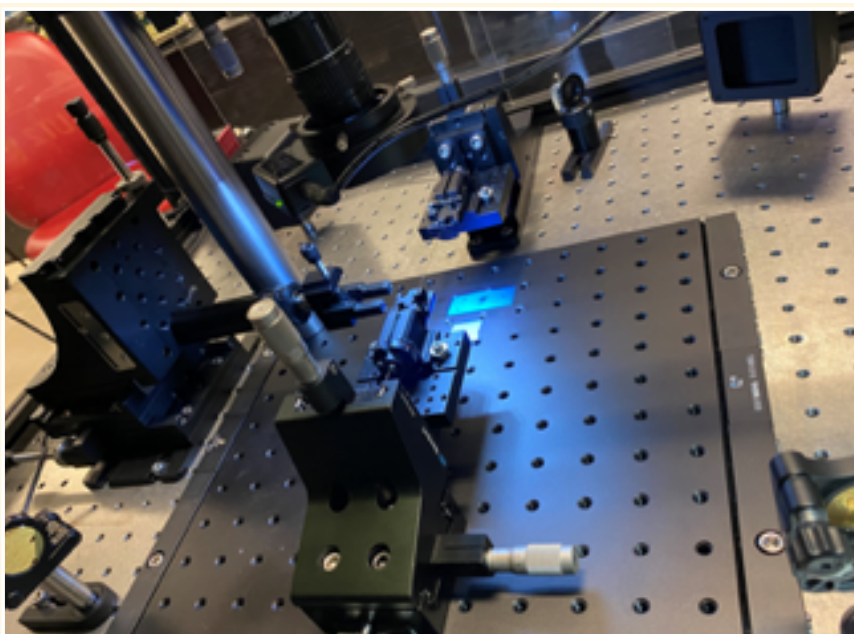
תכנון וייצור מיני-בקבוקים המשמשים לצימוד אור לפלסמה

Mini Bottles Fabrication for Plasma Filled Microcavity

מתן יוספי ושלמה יעקב | מנחה: פרופ"ח טל כרמון

The project was carried out in the opto-mechanical lab at the faculty for mechanical engineering at the Technion. The emphasis of the project is the design and build of an optical system which destined to manufacture mini bottles for plasma filled microcavity. The purpose of the project was to concentrate beams of CO₂ laser on a pipette filled with gas to create an ideal shape for light coupling to a resonator. For the creation of the optical system, we used a set of moving stages, lenses, mirrors, beam splitters, cameras and protective equipment which fit the Infra-Red wavelength CO₂ laser.

הפרויקט בוצע במעבדה למיקרו-אופטומכניקה בפקולטה להנדסת מכונות בטכניון. הפרויקט עסק בתכנון ובנייה של מערכת לייצור בקבוקים קטנים מאוד על-ידי מערכת המבוססת לייזר CO₂. מטרת הפרויקט הייתה ליצור באמצעות לייזר היכול לחמם בצורה מרוכזת את הבקבוקים הקטנים בעולם שימשו לצימוד אור כאשר הם מלאים בפלסמה. לטובת הפיתוח נבנתה מערכת הכוללת במות הזזה, עדשות, מפצלי קרניים, מראות, מצלמות וציוד מגן.



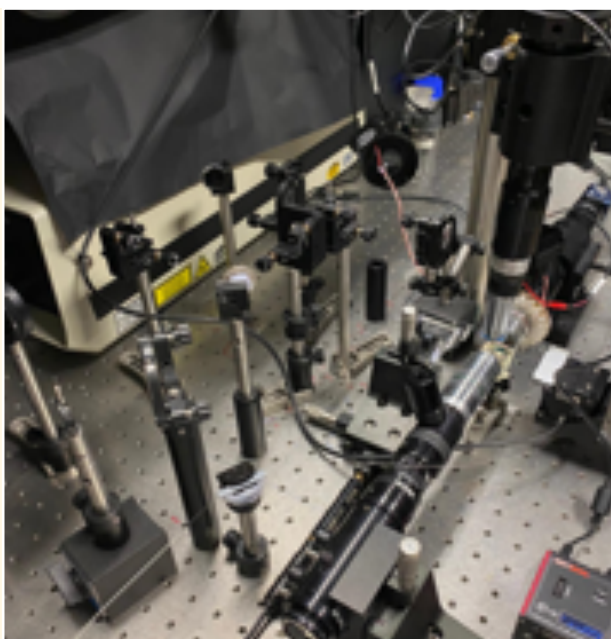
מיפוי מודים בשרשרת של מיקרו-מהודים אופטיים מצומדים

Mode mapping in a string of coupled micro-optical resonators

מתן יוספי ושלמה יעקב | מנחה: פרופ"ח טל כרמון

The project was carried out in the opto-mechanical lab at the faculty for mechanical engineering at the Technion. The project involved a research of modes behavior inside a system of coupled micro-optical resonators. The purpose of the project was to examine the ability of light to travel between resonators made of silica droplets in water environment while accumulating high levels of energy over time. For the purpose of the project, we built a system for creating a single-mode optical fiber for highly efficient coupling of light and a system consist of optical tweezers, moving stages, oscilloscope, lasers, lenses, mirrors and filters for light manipulation and for the extreme precision needed in performing and documenting the experiment.

הפרויקט בוצע במעבדה למיקרו-אופטומכניקה בפקולטה להנדסת מכונות של הטכניון. הפרויקט עסק בחקר המודים של מערכת מהודים אופטיים מצומדים. מטרת הפרויקט הייתה לבחון את היכולת של אור לעבור בין מהודים עשויים טיפת סילקה ואת כמות האנרגיה המצליחה להישמר במערכת זו לאורך זמן. לטובת הניסוי תוכננו ונבנו מספר מערכות אופטיות מורכבות. מערכת אחת למתיחת סיב אופטי שתעביר אות של אור במוד יחיד עבור אורך הגל של האור המועבר למהוד. המערכת השנייה שימשה לביצוע הניסוי הכוללת לייזרים, עדשות, מראות, מסננים, מלקחיים אופטיות, מצלמות, במות לשליטה במיקום הסיב ואוסילוסקופ לצורך

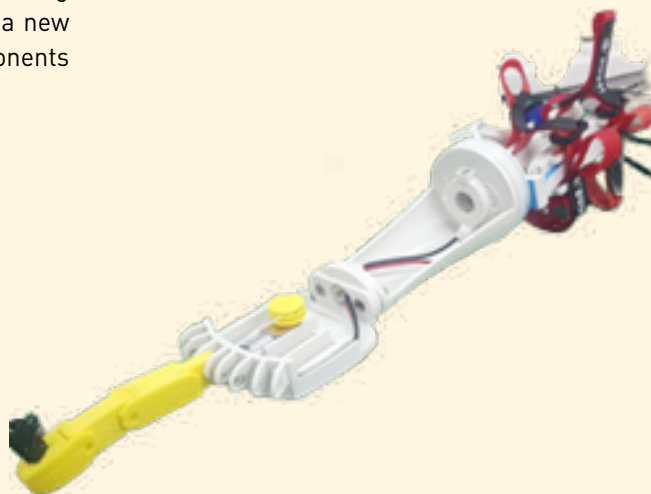


MyFive – 3D Printed Robotic Hand

תומר יוסיפוביץ' - ניהול, אינטגרציה, זוויד ואלקטרוניקה \ מור ברטל ודן חזן- עיבוד נתונים וממשק משתמש
אריאנה פדרסן - תכן ממשק הגדם \ תומר רבינוב - תכן ממשק האמה וצמיד החיישנים
אור עודיני ויונתן סמש - תכן ממשק כף היד ובקרת הזרם
מנחים: פרופסור אלון וולף, גברת שונית פולינסקי ומר יאיר הרבסט

The vision of the project is to enable trans-radial amputees to obtain a comfortable prosthetic hand that performs well at a low price, up to \$ 400. The hand consists mainly of printed plastic parts. The idea is that all the information required to manufacture the prosthesis will be accessible online so that anywhere with access to a 3D printer and a small budget it will be possible to manufacture the hand. Principle of operation - EMG sensors located on the muscles read the user's commands and go to a microprocessor which processes them and gives commands to the motors to operate the fingers. The project is ongoing so each year it progresses further. This year we significantly improved the stump interface and came up with a convenient and reliable model that works. We have adapted the EMG sensors to the arm to better read the signals and be comfortable for a full day use, in addition we programmed the controller to read the signals from the sensors which are received from the muscles and we were able to make the motors perform according to the signals received. We redesigned the palm so that the fingers could close and grip objects better and implemented a new current control to control the closing of the fingers. We also designed and manufactured a new electronic card and packed all the electronic components inside a shell that connects to a complete product.

חזון הפרויקט הינו לאפשר לקטועי יד מתחת למרפק בעלי תקציב נמוך להשיג יד תותבת נוחה למשתמש ועם ביצועים טובים במחיר נמוך, עד \$400. היד מורכבת בעיקרה מחלקי פלסטיק מודפסים. הרעיון הוא שכל המידע הנדרש לייצור התותבת יהיה נגיש ברשת כך שבכל מקום עם גישה למדפסת תלת ממד ותקציב קטן ניתן יהיה לייצר את היד. עקרון הפעולה - חיישני EMG הממוקמים על השרירים קוראים את פקודות המשתמש ועוברים למיקרו מעבד אשר מעבד אותם ונותן פקודות למנועים להפעיל את האצבעות. הפרויקט הינו מתמשך כך שבכל שנה הוא מתקדם עוד. השנה שיפרנו משמעותית את ממשק הגדם והגענו למודל נוח ואמין שעובד. התאמנו את חיישני ה-EMG לזרוע שיקראו בצורה טובה יותר את האותות ויהיו נוחים לשימוש מרובה, בנוסף תכנתנו את הבקר שיקרא את האותות מהחיישנים אשר מתקבלים מהשרירים והצלחנו לגרום למנועים לבצע פעולות על פי האותות המתקבלים. תכננו מחדש את כף היד כך שהאצבעות יוכלו להסגר ולאחוז בחפצים בצורה טובה יותר ויישמנו בקרת זרם חדשה לשליטה על סגירת האצבעות. כמו כן תכננו וייצרנו כרטיס אלקטרוני חדש וזיוודנו את כל הרכיבים האלקטרוניים בתוך מעטפת המתחברת לכדי מוצר שלם.



גלי Lamb ו SAW במבנים מרוכבים של סיליקון וליתיום ניוביט

Lamb waves and SAW (surface acoustic waves) in composite structures made from single-crystalline silicon and LiNbO_3

מנחה: פרופ' דוד אילתה | איתמר שוהם

Piezoelectric materials enable efficient transduction of electric signals to mechanical signals, and vice-versa. During the last 50 years the use of stress waves based piezoelectric devices have been increasing. The latest developments in the field include: ultrasound devices for non-invasive surgeries; ultrasonic actuators for nanometric precision displacement; delay lines for RF signals; and more. The strong piezoelectric coupling in LiNbO_3 (Lithium Niobate) makes it a useful material in such devices. However, its complex crystallographic structure makes research and development processes difficult.

The goals of the project are to investigate the characteristics, properties, and uses of bi-layer devices made from single-crystalline silicon and LiNbO_3 for generation and radiation of SAW (surface acoustic waves) and Lamb waves. The research is based mostly on finite element simulations via commercial software.

חומרים פייאזואלקטריים מאפשרים המרה יעילה של אותות חשמליים לאותות מכניים, ולהפך. במהלך 50 השנים האחרונות גבר השימוש בתעשייה בהתקנים מבוססי גלי מאמצים בחומרים פייאזואלקטריים. הפיתוחים האחרונים בתחום כוללים: מכשירי אולטרסאונד המיועדים לניתוחים לא פולשניים אקטואטורים אולטרה-סוניים להזזה בדיוק ננומטרי, delay lines, ומוצרים נוספים. הצימוד הפייאזואלקטרי החזק בליתיום ניוביט גורם לו להיות חומר נפוץ בהתקנים כאלו. עם זאת, המבנה הקריסטלוגרפי המורכב שלו מערים קשיים בתהליכי המחקר והפיתוח.

מטרות הפרויקט הינן לחקור את התכונות, המאפיינים, והשימושים של התקנים דו-שכבתיים העשויים מסיליקון חד-גבישי וליתום ניוביט לצורך יצירה ושידור של גלי מאמצים משטחיים וגלי מאמצים נפחיים מסוג Lamb. המחקר מבוסס ברובו על סימולציות אלמנטים סופיים בתוכנה מסחרית.

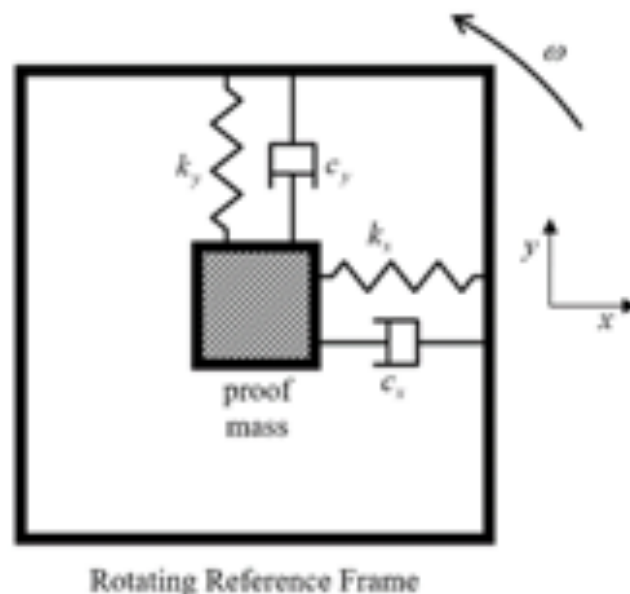
בדיקת אפקטים של קצב סיבוב על מערכת אנאיזוטרופית בעלת שתי דרגות חופש

Rotation Rate Effects on Anisotropic System with Two Degrees of Freedom

אסף מנשה | מנחה: פרופ' דוד אילתה

Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) gyroscopes measure angular velocity using a vibrating element which is affected by the Coriolis effect. In this project, the effects of rotation rate on an anisotropic system with two degrees of freedom will be analyzed. A model system will include a vibrating mass that is connected to a rotating frame by springs and dampers. First, the equations of motion will be formulated and coupling of the degrees of freedom by Coriolis forces will be considered. The system will be driven by an auto-resonance scheme which will be realized numerically. The effect of system anisotropy, specifically a difference in the natural frequencies of the different degrees-of-freedom, will be considered. In addition, the model will also consider non-linear models of springs. Finally, possible applications in MEMS are discussed.

גירוסקופיים מיקרו-מכניים מודדים מהירות זוויתית בהסתמך על אלמנט רוטט המושפע מאפקט קוריוליס. במחקר זה נבחן השפעת קצב סיבוב על מערכת אנאיזוטרופית בעלת שתי דרגות חופש. תיאור תנודות המערכת מתבצע באמצעות מודל של מסה רוטטת הקשורה על ידי קפיצים ומרסנים למסגרת סובבת. ראשית, מנוסחות משוואות התנועה של המסה כאשר דרגות החופש מצומדות על ידי אפקט קוריוליס. עירור התנודות מתבצע באמצעות סכמת הפעלה של אוטו-רזוננס הממומשת באופן נומרי. בהמשך, שינוי הפרמטרים של הקפיצים והמרסנים מביא ליצירת אנאיזוטרופיות במערכת ונבדקת השפעת הפרמטרים השונים על תנודות המערכת בנוכחות קצב סיבוב של המסגרת. בנוסף, המודל נבחן באמצעות סימולציות נומריות עבור מודלים של קפיצים ומרסנים לינאריים ולא לינאריים. לבסוף, נבחנים יישומים אפשריים במערכות מיקרו-מכניות.



שיפור יכולת הצימוד לרזונטורים ע"י טיפול בחום

Improving resonators q factor by annealing

אבירם וינר ויהונתן בן עזרי | מנחה: פרופ"ח טל כרמון

In order to improve the Q-Factor of the resonators, we tried using heat annealing to change the disk resonator shape to a sphere or a toroid. Using an oxygen environment oven caused an Oxidized layer on the surface, the resonators on the wafer became unusable.

For vacuum environment oven, high temperature changed the resonators shapes. These shapes didn't meet our expectations as implied from volume conservation law.

Resume of the research should be done with temperature lower than 1160 Celsius degrees.

לצורך שיפור איכות הצימוד של רזונטורים לסיב אופטי, ניסינו באמצעות טיפול בחום לשפות את צורת רזונטור דיסקה לצורת טורואיד\ספירה.

קיבלנו כי עבור טיפול בתנור בסביבת חמצן, שכבה מחומצנת נוצרה על פני המשטח, וע"י כך נהרסו הרזונטורים.

עבור טיפול בתנור בסביבת ריק, קיבלנו כי הטמפ' הגבוהה גרמה לשינוי בצורת הרזונטורים. צורת הרזונטורים שהתקבלה לא תאמה את התוצאות אותן צפינו לקבל ע"י החישובים שנגזרו מחוק שימור הנפח. לצורך המשך המחקר נמליץ על חימום התנור לטמפ' נמוכה מ-1160 מעלות צלזיוס.

ניתוח ביומכני השוואתי בין עזרים להליכה ללא דריכה על כף הרגל

Comparative biomechanical analysis of devices for foot offloading gait

ינון טל | מנחה: ד"ר דנה סולב

This project aims to conduct a comparative analysis of several devices which eliminate the load acting on the foot and ankle during gait. We examine kinematic and kinetic parameters such as joint angles and moments, spatial location of the center of mass, the foot center of pressure and the ground reaction forces. The devices tested in this study were iWalk, ZeroG and standard forearm crutches. Gait experiments were conducted on three participants at self-selected speed using the abovementioned devices and during natural unassisted gait. The results of the study were yet to be received and after analyzing the remaining trials and concluding them we can give a deeper understanding on the effects of the discussed walking aids on the human body and on the walking pattern. Yet, we expect that using these devices will lead to change the natural gait pattern of the participants, will harm their stability, will lead to a different loading mode, both on the upper and lower body and will result in other biomechanical effects which will be known after delving into the research findings. A future study could investigate additional kinematic and kinetic parameters and examine them also during other daily activities.

מטרת פרויקט זה הינה לבצע מחקר השוואתי בין כמה עזרי הליכה שונים שמטרתם הינה לבטל את העומס המופעל על כף הרגל והקרסול בזמן הליכה סטנדרטית. המחקר כולל בחינת פרמטרים קינמטיים וקינטיים כמו זוויות ומומנטים במפרקים, מיקום מרחבי של מרכז המסה של גוף הנבדק, מרכז הלחץ של כף הרגל וכוחות הקרקע המתקבלים במהלך הניסוי. העזרים שנבדקו כחלק מהפרויקט הינם iWalk, ZeroG וקבי אמה סטנדרטיים. ניסויי ההליכה בוצעו על שלושה נבדקים, אשר ביצעו הליכה בקו ישר במהירות הנוחה להם תוך שימוש בעזרי ההליכה השונים וכן הליכה טבעית ללא עזרים. תוצאות ומסקנות הפרויקט טרם התקבלו סופית ולאחר סיכום כלל הניסויים נוכל לתת מבט מעמיק יותר על השפעות עזרי ההליכה הנבדקים על גוף האדם ועל תבנית ההליכה בעזרתם. עם זאת, אנו צופים כי שימוש בעזרים אלו יוביל לשינוי תבנית ההליכה הטבעית של הנבדק, ייפגע ביציבותו, יוביל לאופן העמסה שונה, הן של פלג הגוף העליון והן של פלג הגוף התחתון וכן יוביל להשפעות ביומכניות שונות נוספות שאת גילויין נוכל להציג לאחר התעמקות בתוצאות הניתוח המדובר. בהמשך המחקר, ניתן יהיה לחקור פרמטרים קינמטיים וקינטיים נוספים וכן לחקור פרמטרים אלו תוך ביצוע פעולות יומיומיות נוספות פרט להליכה וזאת תוך שימוש במכשירים אלו.



(a)



(b)



(c)

the abovementioned devices, as follows:
(a) standard forearm crutches. (b) iWalk. (c) ZeroG.

מנגנון העברת אנרגיה בין מודים במערכת תונדת בעלת שתי דרגות חופש בעזרת אי-לינאריות חלקה

Mechanism of energy transfer between the modes of a 2DOF oscillatory system using smooth nonlinearity

יניב מור | מנחה: פרופ' אולג גנדלמן

The project goal is to investigate analytically and numerically the mechanism of energy transfers from lower-frequency structural modes to higher-frequency ones, in a system consisting of two oscillators that have been connected to a cubic nonlinear spring and a small mass (i.e. nonlinear energy sink, NES) via one of the oscillators. Within the project, at first a numerical examination of the linear and the nonlinear system have been conducted for two different coupling cases, i.e. for weak and strong coupling, this will allow us to verify the accuracy of the analytical solution. After the numerical examination, formulation of the analytical solution has been done using multiple scales method for solving nonlinear system of differential equations. In addition to that, in order to analyze our system in a simple way, we used the Poincare map of the reduced analytical solution of the system.

מטרת הפרויקט היא לחקור באופן אנליטי ונומרי את מנגנון העברת האנרגיה בין מודים בעלי תדר נמוך למודים בעלי תדר גבוה של שני מתנדים שהוסף לאחד המתנדים קפיץ לא לינארי ומסה קטנה. במסגרת הפרויקט, נעשתה תחילה חקירה נומרית של המערכת הלינארית והלא לינארית עבור שני מצבים שונים של צימוד בין המתנדים: צימוד חלש וצימוד חזק, חקירה זו תשמש אותנו בהמשך כאימות לדיוק הפתרון האנליטי שנקבל. לאחר החקירה הנומרית התבצע ניסוח של הפתרון האנליטי בעזרת שיטת ריבוי סקלות לפתרון של מערכת משוואות דיפרנציאליות לא לינאריות. בנוסף, על מנת לנתח את המערכת בצורה פשוטה נעזרנו במפת פואינקרה של הפתרון האנליטי המופחת של המערכת.

תרמליזציה של פוטונים במהוד סגור

Photon thermalization in a closed cavity

איל כנרות | מנחה: פרופ"ח כרמל רוטשילד

Photons can interact with matter by absorption or emission. In emission the electrons in the material go to higher levels and in absorption the electrons go to lower levels. Consider a material with split energy levels, for example, a material with two main levels which have an energy difference corresponding to optical frequencies, while near each level there are more energy levels with energy gaps corresponding to acoustic frequencies. In such materials, the cross-section for absorption and emission of photons are different from each other, meaning that the probability of absorbing a certain photon is different from the probability of emitting it. As a result of many photon-matter interactions and the difference in cross-section, the photon spectrum changes and resembles that of a black-body with the temperature of the interacting material. As a part of research in the lab, this phenomenon is examined as a function of the cavity quality.

פוטונים יכולים לבצע אינטראקציות פליטה ובליעה עם חומר, כאשר בפליטה האלקטרונים בחומר יורדים ברמות האנרגיה ובבליעה האלקטרונים עולים ברמות האנרגיה. נבחן חומר בעל רמות אנרגיה מפוצלות, למשל, חומר בעל שתי רמות אנרגיה עיקריות עם הפרש אנרגיה בתדרים אופטיים, כאשר בסמוך לכל רמת אנרגיה ישנן רמות אנרגיה נוספות בעלות הפרשי אנרגיה המתאימים לתדרים אקוסטיים. בחומרים כאלו חתך הפעולה לבליעה ופליטה של פוטון שונים זה מזה, כלומר ההסתברות לבלוע פוטון ספציפי שונה מההסתברות לפלוט אותו. כתוצאה מאינטראקציות מרובות של הפוטונים עם החומר והשוני בחתך הפעולה, הספקטרום ההתחלתי של הפוטונים משתנה והופך להיות דומה לזה של גוף שחור בטמפרטורה של החומר המבצע אינטראקציה. כחלק מהמחקר במעבדה, תופעה זו נבדקת כפונקציה של איכות המהוד.

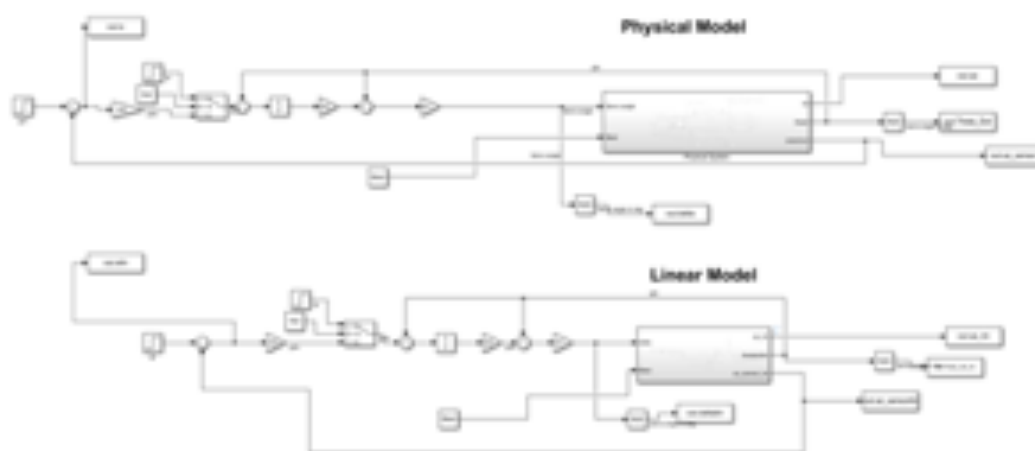
תכן בקר טייס אוטומטי במישור העילרוד עם נרמול בתדר

Pitch autopilot design using frequency scaling

מנחה: ד"ר מקסים קריסטלני | מקסים מדינקוב, יואב הרפז

One of the main challenges in autopilot design comes from the fact that the flight dynamics vary depending on flight conditions. In this project, we applied an alternative design method based on a "frequency scaling" idea to design a controller for a light UAV. This method allows to design a single controller for an arbitrary point in the flight envelope and then "shift" it to the entire envelope using some inherent properties of the flight dynamics. This method may potentially shorten the time required for autopilot design and simplify its maintenance. We focused on the control of the UAV in the pitch plane in the presence of flight speed variations. After analyzing the aerodynamical model and designing a nonlinear simulation in the first part of the project, we designed a classical three-loop autopilot controller for a single flight speed. Finally, we implemented the algorithms for shifting this design to fit the entirety of the flight envelope and validate the method using the nonlinear simulation.

אחד האתגרים העיקריים בתכן טייס אוטומטי מגיע מהעובדה כי דינמיקת הטיסה משתנה כתלות בתנאי הטיסה. בפרויקט, יישמנו גישה אלטרנטיבית לתכן טייס אוטומטי המתבססת על עקרון ה"נרמול בתדר". גישה זאת מאפשרת לתכנן בקר עבור נקודה כלשהי במעטפת ואז "להסיט" אותה כך שתכלול את כלל מעטפת הטיסה בהתבסס על תכונות דינמיות ידועות. גישה זאת עשויה לשפר את זמן התכן של טייס אוטומטי ולפשט את התחזוק שלו. התרכזנו בבקרת כלי טייס בלתי מאויש במישור העילרוד תחת שינויי מהירות טיסה. בחלקו הראשון של הפרויקט, ניתחנו את התכונות האווירודינאמיות של כלי הטיס במישור העילרוד, פיתחנו סימולציה לא ליניארית לבדיקת התכן ובשלב השני תכננו בקר "קלאסי" בעל שלושה חוגים עבור נקודת תכן יחידה. לבסוף, השתמשנו בעיקרון הנרמול בתדר כדי להסיט את הבקר לכלל התחומים במעטפת הטיסה, ולבדוק את התוצאות בסימולציה פיזיקלית.



אנליזת פער ידע של הבטיחות של מערכת מתלים לרכב

Information gap analysis of the safety of a vehicle suspension system

יונתן פלאצקער | מנחה: פרופ' יעקב בן חיים

When designing any system there are multiple areas in which improvements can be made. The analysis performed in this project aimed to find the effect from a robustness point of view for the safety of the choice made. From these results, it was also shown that increasing or decreasing the design parameters for multiple areas of the system, respectively, causes an increase of the robustness to uncertainty of the system. Therefore, we increase the general safety of the system by tweaking these parameters using the methods outlined in the project.

בעת עיצוב כל מערכת ישנם מספר תחומים בהם ניתן לבצע שיפורים. הניתוח שבוצע בפרוייקט זה נועד למצוא את ההשפעה לבטיחות הבחירה שנעשתה מבחינת חסינות. מתוצאות אלה, הוכח גם כי הגדלה או הקטנה של פרמטרי התכנון למספר אזורים של המערכת, בהתאמה, גורמת לעלייה בחוסן לפער ידע במערכת. לכן, אנו מגבירים את הבטיחות הכללית של המערכת על ידי שיפור פרמטרים אלה באמצעות השיטות המתוארות בפרוייקט.

אפיון ע"י ניסויים של בועות אוויר בג'ל מתיל-צלולוז במהלך גל הלם

Experimental characterization of air bubbles in shocked Methyl Cellulose hydrogel

לינוי סויסה | מנחה: פרופ' דניאל ריטל

As a continuation of recent research on methyl cellulose (MC) shock attenuation characteristics, the energy dissipation mechanism due to air bubbles inside MC hydrogel has been recorded and analyzed. MC gels have been proven to be useful shock attenuation media, according to recent articles on the material, due to its inverse phase changing at high temperature and high viscosity. One of the triggers to phase change (solidification) of the liquid gel could be caused by stress wave initiated by the Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) apparatus. In addition to phase transformation, the air bubbles compression and expansion might also be an energy dissipator. In order to investigate this specific mechanism, 20 experiments on the MC gel, of 3,4,5,10 w/o, were performed, 5 experiments for each gel concentration. For each of the experiments one bubble was videotaped on fast camera while the shock wave from the SHPB apparatus travelled through the gel medium. The films were analyzed by an image processing program on MATLAB®. The results show the change on bubble's radius and its gradient in time, and the corresponding energy dissipation.

In this project the experimental system, methods of filming and recording of an air bubble compression and expansion in MC medium are described.

בהמשך למחקר על אפיון הנחתת גל הלם בג'ל מתיל-צלולוז, מנגנון איבוד האנרגיה המתרחש בעקבות הימצאות בועות אוויר בג'ל המימי תועד ונותח. ג'ל מתיל-צלולוז מימי הוכח כמתווך יעיל להנחתת גלי הלם אלסטיים העוברים דרכו, זאת בזכות התמצקות הפוכה בטמפרטורות גבוהות וצמיגות גבוהה.

אחד הזרזים להתמצקות הג'ל יכולים להתפתח כתוצאה מיצירת גל הלם ע"י מכשיר הופקינסון. בנוסף לשינוי הפאזה, בועות האוויר השקועות בג'ל בזמן ההלם יכולות גם הן לגרום לאיבוד אנרגיה ע"י התרחבות והתכווצות שמתרחשים כתוצאה ממעבר הגל. ע"מ לחקור את מנגנון איבוד האנרגיה הנ"ל, בוצעו 20 ניסויים על הג'ל, 5 ניסויים לכל ריכוז של הג'ל, כאשר הריכוזים שנמדדו היו 3,4,5 ו-10 אחוז. בכל אחד מהניסויים, צולמה בועה בודדת ע"י מצלמה מהירה, במהלך מעבר גל ההלם דרך תווך הג'ל. הסרטונים שהתקבלו נותחו ע"י תוכנית עיבוד תמונה ב-MATLAB®. התוצאות הראו את השינוי בזמן של הרדיוס והנגזרת שלו, וכן את האנרגיה המתקבלת ממנגנון זה. מחקר זה יסביר ויפרט את מערכת הניסוי שנבנתה לטובת ניסוי מסוג זה, וכן את שיטות התיעוד והצילום המהיר של התרחבות והתכווצות בועות אוויר בג'ל מתיל-צלולוז תוך כדי מעבר של גל הלם בתווך הג'ל.

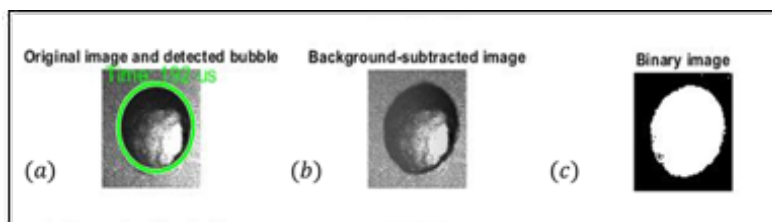


Figure 1 An example of a frame from the image processing at 192 μ sec. (a) The original cropped image of a single bubble, the green line is the detected radius from the binary image, (b) monochrome image after smoothing and rescaling, (c) final binary image for the radius detection.

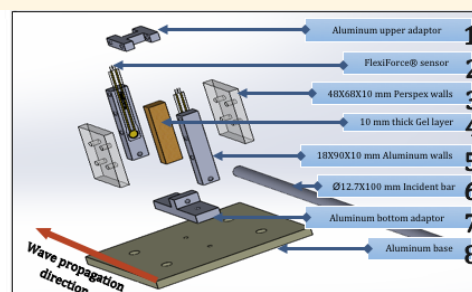


Figure 2 A photograph of the experimental setup for 10 mm MC gel. Set up assembly is presented on figure.

שיפור יעילות לכידת אירוסולים באמצעות סיבים תונדים

Improving Aerosols Filtration By Oscillating Fibers

עמית גובזמן | מנחה: פרופ"ח אמיר גת

The project goal is to determine if oscillating fibers have potential to increase particles capturing efficiency. The idea is to create a face mask where the fibers oscillate and improve the filtration efficiency of Covid-19 aerosols. A literature survey was conducted to examine what research has been done so far in the subject. The Covid 19 aerosols flow in air was characterized by the appropriate parameters, such as Reynolds number, stokes number, etc. I run a simulation in which I found the eulerian velocity field in case of uniform flow over a single oscillating cylinder, for the covid 19 aerosols flow parameters. Further research is required to find the filtration efficiency as a function of the oscillating parameters, according to the simulation results. In addition, number of prototypes of oscillating fibers mask were printed and some experiments were suggested to test the filtration efficiency for this kind of mask.

מטרת הפרויקט היא לבדוק האם לסיבים תונדים יש פוטנציאל לשיפור יעילות סינון של אירוסולים. הרעיון הוא ליצור מסיכה שבה הסיבים תונדים ובכך לשפר את יעילות סינון הטיפות הנושאות את נגיף הקורונה. סקר ספרות בוצע כדי לראות איזו עבודה נעשתה בנושא עד כה. הזרימה המאפיינת את העברת האירוסולים אופי ינה על ידי הגדלים המתאימים כמו: מספר ריינולדס, מספר סטוקס, ועוד. הרצתי סימולציה שבה מצאתי את שדה המהירות האוילרי במקרה של גליל תונד יחיד בזרימה מציפה, עבור הפרמטרים המאפיינים את זרימת האוויר הנושא את האירוסולים.

מחקר נוסף דרוש על מנת להשתמש בתוצאות הסימולציה כדי למצוא את יעילות הסינון כתלות בפרמטרים המאפיינים את תנודת הציילנדר. כמו כן, הו דפסו מספר אבות טיפוס של מסיכה בעלת סיבים אשר תונדים באמצעות נשימה והועלו מספר הצעות לבדיקה ניסויית של יעילות הסינון של מסיכה זו.

אקטיבציה של הלים ממוקד בזמן ובמרחב תחת אילוצים פיסיקליים באמצעות שיטת היפוך זמן

Activation of an impulse focused on time and space under physical constraints using time-reversal method

עומר זיידמן | מנחים: ד"ר יואב ורד, פרופ' יצחק בוכר

To interact locally with different parts of a system without the need for the design of moving parts, several vibrators located at fixed points combined with the time-reversal method can be used. The time-reversal method enables employing a material's boundary conditions and reciprocity to reflect strain waves and create constructive interference. Using finite element simulations in MATLAB and COMSOL software, the effect of various factors in the problem - the rigidity of the boundary conditions and the number and location of the vibrators, on the nature of the constructive interference at different points in the material were studied. After constructing the simulation, several cost functions were compared to optimize the excitation for various requirements from the system. Non-linear optimization was performed to determine the optimal vibrator locations for excitation at several points and with a varying number of vibrators on the system. The study results concluded that a free boundary condition at one end of the material would store energy and significantly weaken the desired excitation. Furthermore, based on the methodology developed in this study, it will be possible to find fixed vibration points that will allow optimal excitation of a wide range of locations in the material.

על מנת לבצע אינטראקציה לוקאלית עם חלקים שונים של מערכת ללא צורך בתכן של חלקים נעים, ניתן להשתמש במספר מרעדים הממוקמים בנקודות קבועות ושיטת היפוך זמן בכדי לתכנן את אות העירור. שיטת היפוך הזמן מאפשרת שימוש בתנאי השפה וההדדיות של חומר בכדי לבצע החזרה והתאבכות בונה של גלי עיבורים. באמצעות סימולציות אלמנטים סופיים בתוכנות MATLAB ו-COMSOL נחקרו השפעת גורמים שונים בבעיה, קשיחות תנאי השפה ומספר ומיקום המרעידים, על טיב ההתאבכות הבונה בנקודות שונות בחומר. לאחר בניית הסימולציה, הושוּו מספר פונקציות מחיר שונות בכדי למטב את העירור עבור דרישות שונות מהמערכת. בוצעה אופטימיזציה לא לינארית לצורך קביעת מיקומי המרעידים האופטימליים עבור עירור בנקודות שונות ועם מספר מרעידים שונה. מתוך תוצאות המחקר הוסק כי תנאי שפה חופשי באחד מקצוות החומר יאגור אנרגיה ויחליש משמעותית את העירור הרצוי, כמו כן על סמך המתדולוגיה שפותחה במחקר זה תתאפשר מציאה של נקודות הרעדה קבועות אשר יאפשרו עירור מיטבי של טווח רחב של נקודות בחומר.

סיווג מצבים בתהליך הרכבה של גופים קשיחים וגמישים באמצעות שיטות למידה עמוקה בסביבה תלת מימדית

Classification of the state of rigid and flexible objects in an assembly process using deep learning methods in a 3D environment

אמרי פידלמן | מנחים: פרופ' ענת פישר וגב' רונית שניאור

Incorporating robots in assembly processes has many challenges, in particular identifying and the understanding of states between assembly components by the robot. The challenge is magnified when the assembly includes flexible objects, whose movements are difficult to analyze. The project uses deep learning methods to evaluate the assembly states using a 3D camera. The case study is the insertion of a flexible gasket into a rigid gasket seat by a robot, a procedure currently performed manually. Two assembly states were defined: READY and NOT READY for insertion. During the assembly a 3D image of the scene is taken and sent for assembly states analysis and classification computed using a neural network. To train the network, a synthetic dataset consisting of color and depth images was built. Several neural networks for data classification were tested, differing in several parameters and operators that affect the merging of the color and depth images. This project focuses on comparing the results of different networks and analyzing the influence of their different operators. The main goal is creating an optimal neural network for classifying various states thus granting the robot an autonomous decision space without predefining an event and solution.

שילוב רובוטים בתהליכי הרכבה הינו בעל אתגרים רבים, בפרט הבנה וזיהוי המצבים בין חלקי ההרכבה ע"י הרובוט. אתגר זה מועצם כאשר התהליך כולל גופים גמישים שניתוח תנועתם מורכב.

בעבודה זו נעשה שימוש בשיטות למידה עמוקה לניתוח מצב ההרכבה בעזרת מצלמת תלת מימד. מקרה הבוחן שלנו הינו החדרת אטם גמיש למסילה קשיחה ע"י הרובוט, תהליך המבוצע כיום באופן ידני. הוגדרו שני מצבים אפשריים להרכבה: מוכן ואינו מוכן להחדרה. בזמן ההרכבה מצולמת הסצנה ומתקבלת תמונה תלת מימדית הנשלחת לניתוח וסיווג מצבי ההרכבה המחושבת באמצעות רשת עצבית. לשם אימון רשת עצבית ללמידה, נבנה מאגר מידע סינטטי המיוצג ע"י תמונות צבע ועומק. נבחנו מספר רשתות עצביות לסיווג המידע, כאשר הרשתות נבדלות זו מזו במספר פרמטרים ואופרטורים המשפיעים על אופן מיזוג תמונת הצבע והעומק.

הפרויקט מתמקד בהשוואה בין תוצאות הרשתות השונות ובדיקת השפעת האופרטורים. המטרה ליצור רשת עצבית אופטימלית לסיווג מצבים ובכך לאפשר לרובוט מרחב החלטה עצמאי ככל שניתן מבלי להגדיר את האירוע ופתרונו מראש.

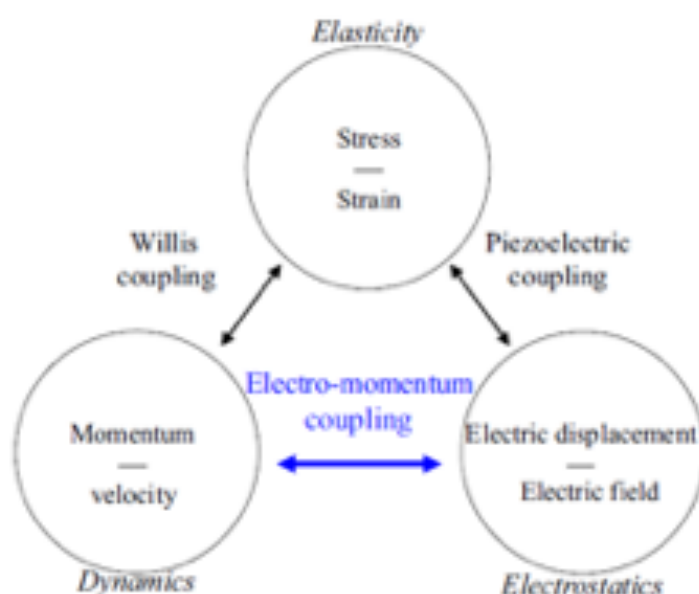
פיתוח מערכת ניסוי למדידת צימוד אלקטרו-מכאני במטא חומרים

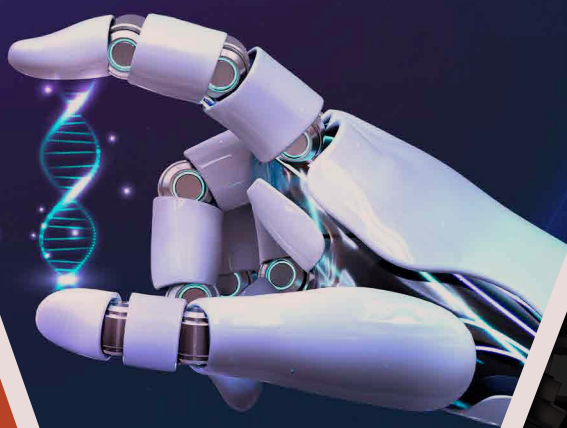
Development of an experimental system for measuring electro-mechanical coupling in meta-materials

יוסי קורץ | מנחים: פרופ' דורון שילה, פרופ"ח גל שמואל, ד"ר אילון פארן

Recently an analytical model has been developed that shows that there is an electro-dynamic coupling between the elastic-dynamic and piezoelectric properties of meta-materials. The aim of the project is to design, set up, and test a simple experimental system to measure the electro-dynamic coupling. The experimental system consists of an ultrasonic transducer, metal cylinders that form a suitable conductive medium, and a meta-material consisting of several thin disks. First, experiments will be performed to measure the Willis coupling to prove the feasibility of the experimental system. The Willis coupling is expressed as a phase difference between recurring acoustic waves from opposite directions of the meta-material. Next, experiments will be performed to measure the electro-dynamic coupling in a meta-material with suitable piezoelectric and elastic properties.

לאחרונה פותח מודל אנליטי המראה כי קיים צימוד אלקטרו-דינמי בין התכונות האלסטיות-דינאמיות והפייזואלקטריות של מטא-חומרים. מטרת הפרויקט היא לתכנן, להקים, ולבדוק מערכת ניסוי פשוטה למדידת הצימוד האלקטרו-דינמי. מערכת הניסוי בנויה מממטר אולטראסוני, גילי מתכת המהווים תווך מוליך מתאים, ומטא-חומר המורכב ממספר דסקאות דקות. בשלב ראשון, יבוצעו ניסויים למדידת צימוד וויליס להוכחת היתכנות של מערכת הניסוי עבור מטא-חומר מתאים. צימוד וויליס מתבטא כהפרש פאזה בין גלים אקוסטיים חוזרים מכיוונים מנוגדים של המטא-חומר. בשלב השני יבוצעו ניסויים על מטא-חומר בעל תכונות פייזואלקטריות ואלסטיות מתאימות למדידת הצימוד האלקטרו-דינמי.





פרוייקטי גמר **הנדסיים**

2020

2021



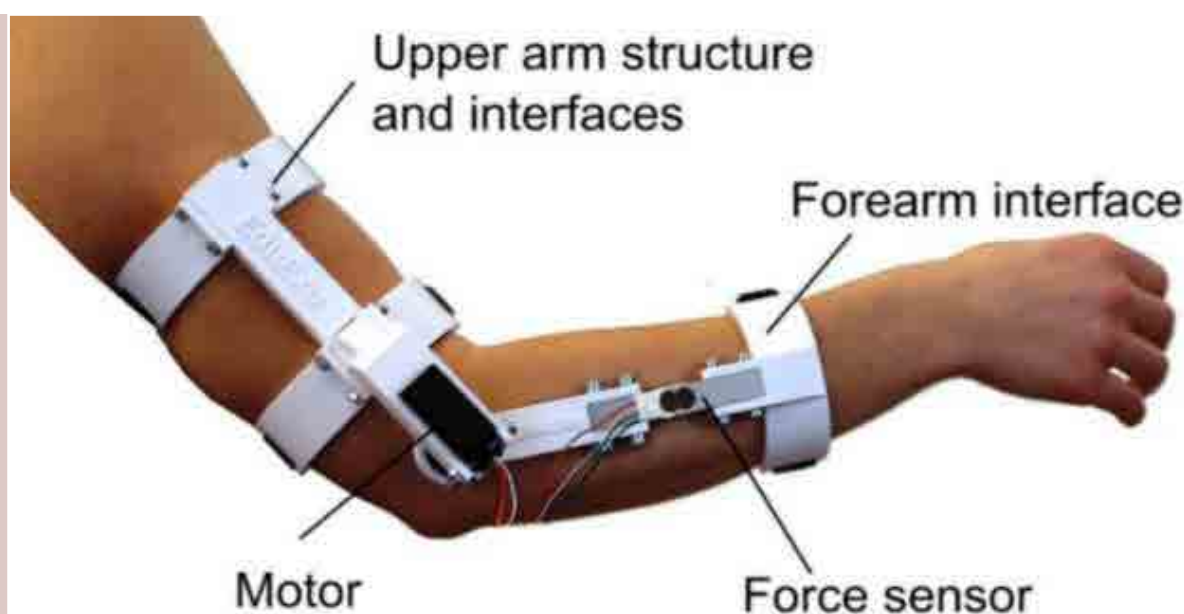
הרכבה ובקרה של זרוע באמצעות שלד חיצוני רובוטי אקטיבי עבור סיוע לבעלי מוגבלות מוטורית

Assembly and control of an arm using Exoskeleton for assisting people with motor disabilities

עומר בנבנישתי ורעות שם טוב | מנחים: פרופ' מרים זקסנהויז ומר ישראל שלהיים

Exoskeleton is an external wearable device that interface with the human body in order to assist with lifting and holding heavy weights, to reduce back tension. There are two types of Exoskeletons: active and passive. In order to assist the continuous motion of the user, there is a need to design control and evaluation algorithms that are able to predict the desired movement and act accordingly. The project included the assembly of an active arm Exoskeleton from EduExo, enabling rotational motion around the elbow axis (1 DOF). The system includes servo motor with an encoder, force sensor based on strain gauges and EMG sensor which measures the relative voltage due to muscle contraction. As part of the project a physical modeling of the system was made according to the results of the experiments, and admittance control was implemented to support the user's arm in accordance with the motion prediction.

אקסו-סקלטון היא שלדה חיצונית המתלבשת על גוף האדם ומסייעת להרמה והחזקה של פריטים כבדים, תוך הורדת מתח בגב. השלדה יכולה לסייע בשתי דרכים עיקריות: באופן פאסיבי ובאופן אקטיבי. על מנת לסייע לתנועה הרציפה של המשתמש, נדרש לתכנן אלגוריתמי בקרה ושיערוך אשר מסוגל ים לחזות את התנועה הרצויה ולפעול בהתאם. הפרויקט כלל הרכבה של שלדה אקטיבית המותאמת לזרוע של חברת EduExo, המאפשרת תנועה סביב מפרק המרפק (דרגת חופש אחת). מרכיבי המערכת כוללים מנוע סרבו עם חיישן מיקום זוויתי, חיישן כוח המבוסס על מדי עיבור וחיישן EMG המודד את המתח החשמלי היחסי לכיווץ השריר. במסגרת הפרויקט בוצע מידול פיסיקלי למערכת על פי תוצאות הניסויים, ומומשה בקרת אדמיטנס לתמיכה בזרוע המשתמש בהתאם לחיזוי התנועה.



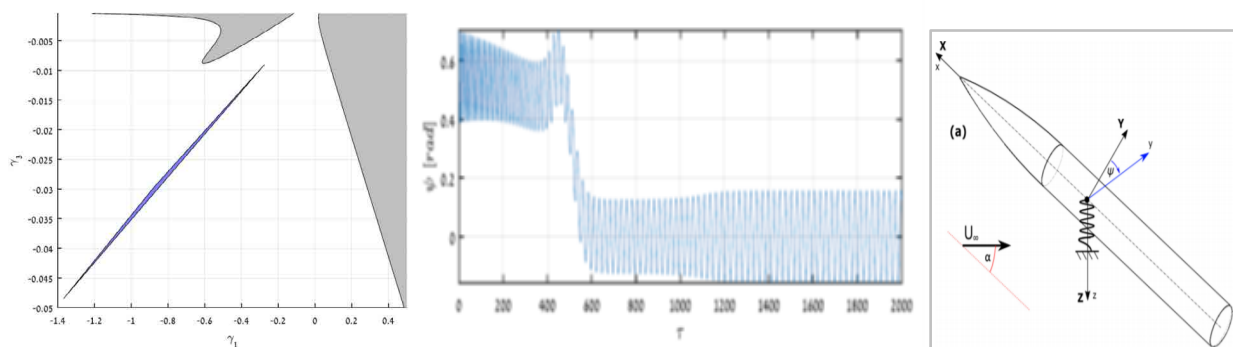
יציבות תנודות עצמיות של גוף תמיר מעוגן המשלב מתנד עקבה וגלגל תנופה בזרימה אחידה

Inertia wheel stabilization of a self-excited coupled yaw - wake oscillator dynamical system for a restrained slender body in uniform flow

הגר בר, תומר מנור | מנחה: פרופ' עודד גוטליב

The goal of this project is to investigate the inertia wheel stabilization of self-excited yaw oscillations induced by a side force due to uniform laminar flow over an elastically restrained slender body. The side force was modeled by a wake oscillator which can be calibrated from results of computational fluid dynamics (CFD). Stabilization of self-excited oscillations was performed by linear feedback of an inertia wheel located at the stern of the body. In the project we developed a nondimensional state-space model for the dynamical system, estimated the parameters of the system without the inertia wheel using the CFD data, and numerically verified the existence of periodic self-excited limit-cycle oscillations. A combined analytical and numerical investigation of the dynamical system behaviour with the inertia wheel enables identification of the linear feedback gains required for reduction of limit-cycle oscillations.

מטרת הפרויקט היא חקירת יציבות תנודות עצמיות במערכת דינמית הכוללת גוף תמיר מעוגן היכול לנוע בזווית סבסוב עקב כוח צד הנגרם על ידי זרימה אחידה בתחום הלינירי. כוח הצד מתואר על ידי מתנד עקבה אשר ניתן לכיול מתוך תוצאות המתקבלות ממכניקת זורמים חישובית (CFD). ייצוב התנועה נעשה על ידי משב מצב ליניארי מבוסס גלגל תנופה הממוקם בירכתי הגוף. במהלך הפרויקט פותח מודל מרחב-מצב חסר מימד של המערכת הדינמית, שוערכו פרמטרי המערכת מתוך נתוני CFD לתנועת הגוף ללא גלגל התנופה, ונעשה אימות נומרי לקיום תנודות עצמיות מחזוריות בתחום רחב של זוויות התקפה. חקירה משולבת אנליטית ונומרית של התנהגות המערכת עם גלגל התנופה מאפשרת זיהוי תחומי הקטנת אמפליטודת תנודות עצמיות בעזרת מקדמי משב המצב הליניארי.



איור 1: סכמת מערכת (ימין), תנודות עצמיות ללא גלגל (מרכז), מפת יציבות-מקדמי משב (שמאל).

אפיון חזותי של פעולת מגביל זרימה מסוג - Cavitating Venturi

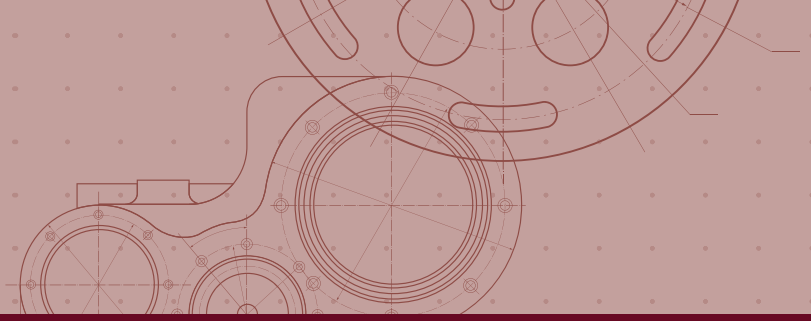
Cavitating Venturi Flow Visualization Project

עידן ערבה ואורי רחמים | מנחה: מר דב חזן

Following the requirement to use "green" fuels, i.e. with reduced risks, the NewRocket start-up company is developing, according to a Technion patent (Prof. Benny Natan), a technology using kerosene-based gel fuel that contains solid particles. This fuel is intended for use in bi-propellant rocket engines. Our project deals with the development of a set-up for examining a flow-restricting component of the cavitating-venturi (CV) type. The set-up includes a transparent converging-diverging nozzle, to allow photographic characterization of its operation. The study is specifically aiming at testing the action of CV with kerosene based gel, in which solid particles are homogeneously distributed. In doing so, we are interested in examining the phenomenon of cavitation that develops when fuel flows through the nozzle, and the formation of choked flow at the speed of sound, which can also serve to prevent pressure disturbances from advancing upstream. The experiment set-up consists of the transparent CV, flow assembly, and a photographic array. The most challenging part is expected in the photographic task, of being able to observe the three-phase, cavitating, bubbly flow, with solid particles dispersed in it.

בעקבות הדרישה לשימוש בדלקים "ירוקים", כלומר מופחתי סיכונים, מפתחת חברת ההזנק ניו-רוקט, לפי פטנט של הטכניון (פרופ' בני נתן), טכנולוגיית דלק ג'ל על בסיס קרוסין, המכיל חלקיקי מוצק. דלק זה מיועד לשימוש במנוע דו-הודף רקטי. הפרויקט שלנו עוסק בפיתוח מערך לבחינת פעולת מגביל-זרימה מסוג cavitating-venturi (CV). המערך כולל נחיר מתכנס ומתבדר שקוף, כדי לאפשר אפיון צילומי של פעולתו. זאת, בדגש על פעולתו של ה-CV עם דלק קרוסין במצב ג'ל, שבו מפוזרים חלקיקים מוצקים. בתוך כך, אנו מעוניינים לבחון את תופעת הקוויטציה המתפתחת כאשר הדלק מוזרם דרך הנחיר, ואת היווצרות הזרימה החנוקה במהירות הקול, שיכולה גם לשמש כמחסום להפרעות לחץ שעלולות להתקדם במעלה הזרם. מערכת הניסוי כוללת CV שקוף, מערך הזרמה, ומערך צילומי. האתגר הקשה ביותר צפוי במרכיב הצילומי, בפיענוח של זרימה תלת-פאזית, בוועית במצב קוויטציה, יחד עם חלקיקים מוצקים שמפוזרים בזרם.





Simulation and Stability Analysis of Single-phase Natural Circulation Loop in Small Modular Reactor

מנחה: Prof. Elias Ezra | Xiao Huo, Yixuan Yan

A modular simulation model for the single-phase natural circulation loop (thermosyphons) describing a passively cooled NuScale small modular reactor (SMR) is developed. A modular simulation approach is based on the basic idea that a system model may be constructed of separate models of specific plant components, called modules. The overall system studied in this project consists of a nuclear core, a shell-and-tube heat exchanger and necessary connection pipes. In this project the core is simulated as a time-dependent heat source. For the heat exchanger simulation, the overall heat transfer coefficient and the generalized heat transfer area are specified based on published data and experimental results by the NuScale company. The performance of the system described by ordinary differential equations is solved directly using a MATLAB-ODE solver recommended for stiff system. The module for each component is developed. The transient process and steady state characteristics are discussed.

אנליזה של מגביל זרימה מסוג Cavitating Venturi

Cavitating Venturi Analysis

שיר לוי | מנחה: פרופ"ח בני נתן ומר דב חזן

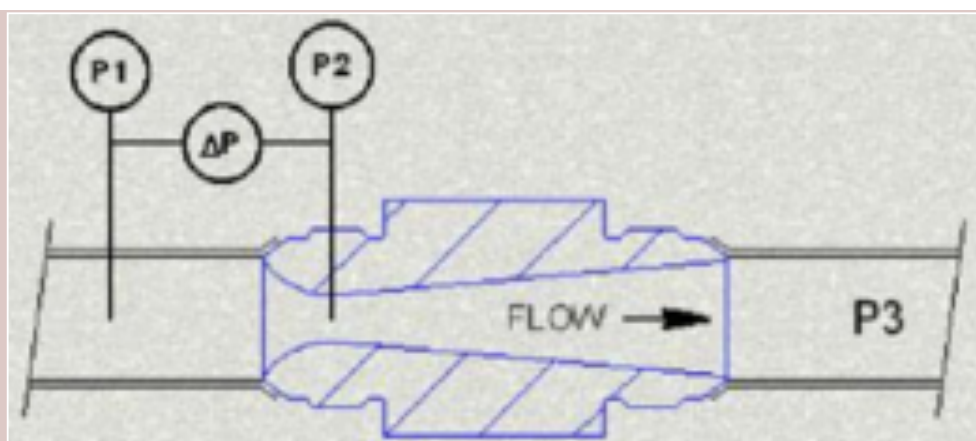
The purpose of the analytical part of the project is to model the behaviour of a kerosene based gelled fuel, which contains homogeneously distributed solid particles of an "activator" material, in a cavitating venturi (CV). The model supports the development of space rocket motor's cavitating venturi type flow control components for "green" gelled fuel containing solid particles. The model is intended, in addition to the gelled fuel, for tests with liquid water. The preliminary analysis of the CV is conducted in three main sections. The first section, which is convergent from the entrance to the throat, the second section is the throat itself, and the third section, covers the divergent part.

The preliminary model employs mass and energy conservation balances for calculating the changing pressure throughout the cavitating venturi and includes the behavior of the gelled fluid, with its rheology described by the actual parameters of the fuel according to the Herschel-Bulkley-Extended (HBE) model. The maximum mass flow rate, resulted by the choked flow due to cavitation, is determined by ample adjustment of the Lahey and Moody (1977) method. This part has been tested with the detailed thermodynamic properties of water with XSteam for Matlab implementation of the IAPWS IF97 standard formulation.

המחקר דן בפיתוח מודל חישובי ראשוני לאנליזה של רכיב בקרת ספיקה מסוג cavitating venturi (CV) למנועים רקטיים של מערכות חלל, עבור הודף ג'ל עם חלקיקים מוצקים. התוצר ישרת תכנית פיתוח טכנולוגית הנעה דו-הודפית "ירוקה" שמתקיימת במעבדות המרכז להנעה רקטית בטכניון. המודל מיועד גם לבדיקות CV באמצעות מים.

האנליזה הראשונית של ה-CV נעשית בשלושה מקטעים. המקטע הראשון מתכנס מקוטר הכניסה עד קוטר צוואר הנחיר. המקטע השני הוא צוואר הנחיר עצמו, ובמקטע השלישי יש התבדרות עד קוטר היציאה.

במודל הראשוני מאזני מסה ואנרגיה משמשים לחישוב שינויי הלחץ לאורך ה-CV, וכולל את התכונות הריאולוגיות של הדלק במצב ג'ל לפי מודל (HBE) Herschel-Bulkley-Extended. הספיקה המכסימלית, שמוכתבת על ידי תנאי חניקה בנחיר, נקבעת על ידי התאמת השיטה של Lahey and Moody (1977). חלק זה נבדק באמצעות טבלאות התכונות התרמודינמיות המפורטות ("טבלאות קיטור") של מים באמצעות היישום XSteam לפי הטבלאות התקניות IAPWS IF97.



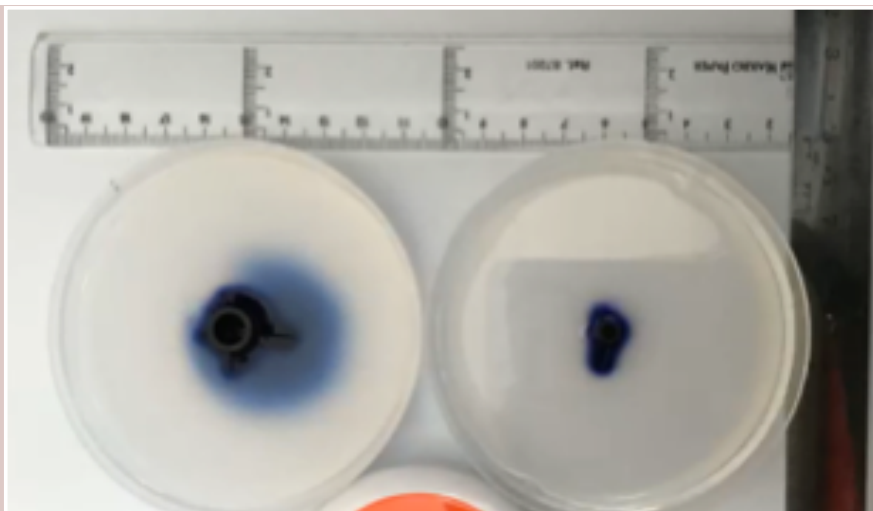
שתל דנטלי כמערכת הובלת תרופות מקומית

Dental implant as a local drug delivery system

ענבר ציטיאט | מנחה: פרופ' מרים זקסנהויז

Today, 1 out of 3 people in the US are missing at least one tooth. The solution for a missing tooth is the use of a dental implant - a titanium screw that is inserted to the jawbone and replaces the root of the tooth. The existing implants cause many infections, bone loss and are not a long-term, functional solution for the patient. To solve this problem, we developed a dental implant that serves as a local drug delivery system which allows to insert antibiotics to prevent infections, growth factors to enhance bone growth and more. Studies show that local drug insertion is more efficient than systemic insertion. We manufactured a prototype using 3D printing and conducted experiments to test the diffusion rate (picture 1) through the implant and the efficiency of inserting antibiotics through the implant in a microbial environment.

כיום, ל-1 מתוך 3 אנשים בארה"ב חסרה לפחות שן אחת. הפתרון לשן חסרה הוא שימוש בשתל דנטלי - בורג מטיטניום המוחדר לעצם הלסת ומהווה תחליף לשורש השן. השתלים הקיימים גורמים לזיהומים רבים, איבוד עצם, ואינם מהווים פתרון פונקציונלי וארוך טווח למטופל. כדי למצוא פתרון לבעיה זו, פיתחנו שתל דנטלי המשמש כמערכת להובלת תרופות ישירות לעצם הלסת וכך ניתן להחדיר תרופות כמו אנטיביוטיקה למניעת זיהומים, חומרים מעודדי גדילת עצם ועוד. מחקרים מראים כי החדרת תרופות מקומית הינה יעילה יותר ממתן תרופות סיסטמיות. ייצרנו אבטיפוס באמצעות הדפסת תלת מימד וביצענו ניסויים כדי לבחון את קצב הדיפוזיה (תמונה 1) דרך השתל ואת היעילות בהכנסת אנטיביוטיקה דרך השתל לתוך סביבה חיידקית.



תמונה 1 - מדידת קצב הדיפוזיה ב-2 דגמי שתלים

Picture 1 - Measuring the diffusion rate in 2 implant models

אופטימיזציה טופולוגית של השתלות עצם ליצור ביו-מכאני

Topology optimization of bone implants for bio-manufacturing

רוסלין וויניגר | מנחים: פרופ' ענת פישר וגב' רונית שנאור

In this project, we used Topology Optimization to reduce the amount of material used in a knee implant, while still maintaining the required mechanical properties. This implant can later be additively manufactured. The main issue when manufacturing bone implants in this way, is that there is a discrepancy between the Young's moduli of a natural bone and that of materials commonly used for bone implants. Therefore, we minimized the compliance under a volume constraint. Usually, scaffolds with a higher porosity are preferred but there is an upper bound for the pore size since higher porosity reduces the mechanical properties of the implant. The topology optimization was performed by first representing the bone model using voxels, each of which had certain mechanical properties that represented a unit cell with a specific porosity. For the first iteration, all the voxels had the same properties. We performed a preliminary force analysis, according to which, we modified the mechanical properties of the voxels that were under less stress, giving them a higher porosity. This analysis was iterated several times until the desired volume was reached.

בפרויקט זה, השתמשנו באופטימיזציה טופולוגית בכדי למזער את שימוש החומר הנדרש לשתלי ברך, תוך כדי שמירה על התכונות המכאניות הנחוצות לשתלים. לאחר מכן, ניתן ליצור את השתלים בעזרת הדפסה תלת ממדית. הבעיה העיקרית העולה משימוש בטכנולוגיית ייצור אלו ליצירת שתלים היא אי ההתאמה הנוצרת בין מודולי יאנג הטבעי של העצם לבין החומרים הנפוצים המשמשים ליצירת שתלים סינתטיים. על מנת לפתור בעיה זו, מזערנו את רכות החומר תחת אילוץ נפחי. בדרך כלל, פיגומים המאופיינים ברמת נקבוביות גבוהה הם מועדפים, אך קיים גבול עליון לרמת הנקבוביות המקסימלית המתאפשרת מכיוון שרמה גבוהה מפחיתה בחוזק המכאני של השתל. האופטימיזציה הטופולוגית בה השתמשו התבצעה בראשית כהצגת מודל העצם בעזרת ווקסלים, כאשר כל אחד מהם הוא בעל מאפיינים מכאניים אשר מייצגים תא יחידה בעלי נקבובית מסוימת. בשביל האיטרציה הראשונה, כל הווקסלים הוגדרו במאפיינים זהים. ביצענו אנליזת חוזק מקדמית, אשר בעקבות תוצאותיה שינינו את המאפיינים המכאניים של הווקסלים אשר היו תחת מאמץ מועט, בהגדלת רמת נקבוביותם. אנליזה זו בוצעה בתהליך מחזורי עד להגעת הנפח הרצוי.

תכן מנגנון השקת סירה מירכתי אנייה

Stern launching ramp mechanism

דור וידר | מנחה: פרופ"ח נתאי דרימר

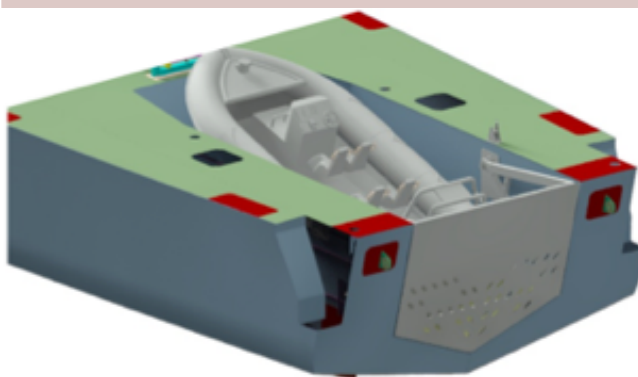
Offshore patrol vessel (OPV) is a naval vessel, designated mostly for coast defense, search and rescue missions, etc. Many types of OPV's hold several abilities, which may make them Multi-purpose and effective. The ability to launch and recovery a light-weight, high performance boat, without having to stop the mother-vessel's movement, may give an advantage in many cases.

For example, in rescue or raiding missions. In order to obtain that ability, a specific mechanism is required, which enables to launch and recover the boat safely, effectively, and quickly.

In this project, we design a launch and recovery system from a stern ramp, which will be installed on a ship designed by Israel-shipyards, which meets the customer's requirements, and the characteristics of the mother-vessel and the boat. All this while maintaining the limits of geometry, weight, safety measures, and budget

ספינת סיור היא כלי שיט המיועד לרוב למשימות הגנה, חיפוש והצלה, ועוד. ניתן להקנות לספינות סיור יכולות רבות ומגוונות, במטרה לשמש כספינות רב-תכליתיות ויעילות. בין היתר, היכולת להשיק סירת משימות קטנה ומהירה, מבלי הצורך בעצירה מלאה של ספינת האם, מעניקה יתרון יחסי במקרים רבים, כגון במשימות חיפוש והצלה, חילוץ, פשיטה, ועוד. על ספינות סיור בעלות יכולת זו, קיים מנגנון ייעודי המסייע להשיק ולשלות את הסירה המשימתית במהירות, יעילות ובבטחה.

מטרת הפרויקט היא תכנון מנגנון השקה ושלייה מירכתי ספינה המתוכננת ומיוצרת ע"י מספנות ישראל, אשר מתאים לדרישות הלקוח ולנתוני הסירה וספינת האם, תוך שמירה על מגבלות גיאומטריות, משקל, בטיחות, מהירות ותקציב.



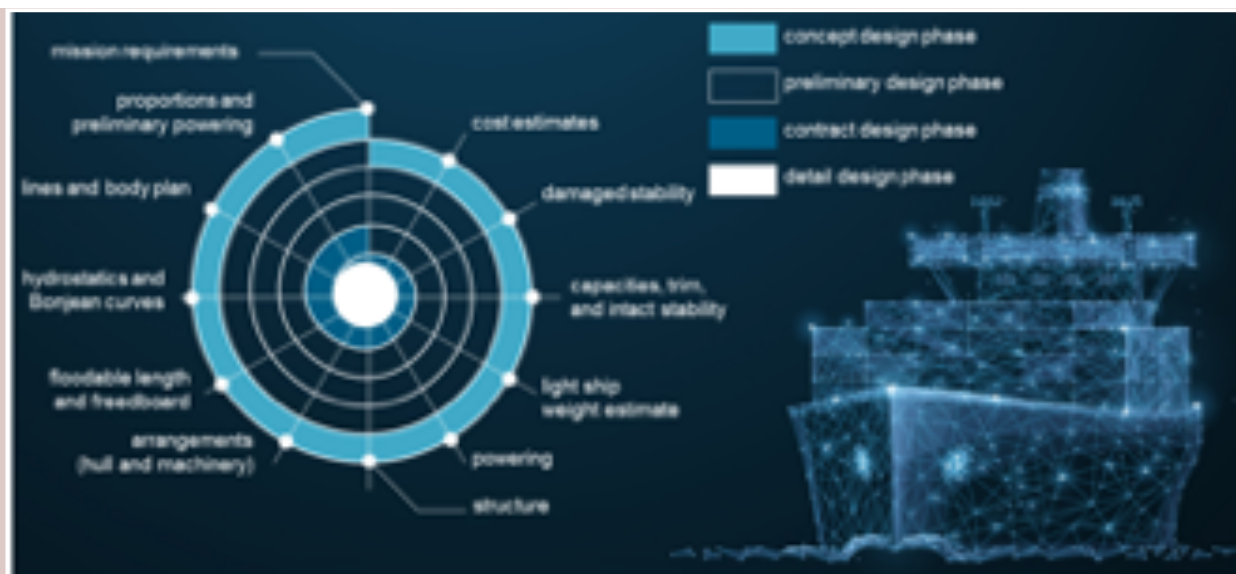
תכן ראשוני משופר לכלי שיט מטיפוס Semi-SWATH

Improved preliminary design of a Semi-SWATH marine vessel

נעם שרוני | מנחה: פרופ"ח נתאי דרימר

A Semi-SWATH (Small Waterplane Area Twin Hull) is an efficient marine vessel, with low drag due to low wave making resistance. This design allows for better seakeeping and better stability relative to traditional mono-hull designs. The design was made for a docking vessel which can dock, launch, and transport a barge in the open sea at relative simplicity. Marine vessels design is done in a spiral process where each cycle covers all aspects of the design and requirements compatibility, until the design converges to a final form which meets all the project requirements in the most efficient way. This project is the second cycle in the "design spiral" following the first concept design, which improves the performances. As such, the project required revision and update of all naval architecture aspects, including the propulsion system, the body lines and the vessel's hydrostatic and hydrodynamic stability.

כלי שיט מטיפוס Semi-SWATH (Semi Small Waterplane Area Twin Hull) הינו כלי שיט בעל שטח חתך נמוך בפני המים. כלי מסוג זה יוצר פחות גלים בעת הפלגה ולכן הגרר הנובע מיצירת גלים נמוך יותר. כלי מסוג זה מאפשר הפלגה נוחה בגלים גבוהים יותר ובעל יציבות עדיפה ביחס לכלי שיט מסורתיים. התכן בוצע עבור כלי שיט נושא שייעודו שינוע אסדה במהירות גבוהה. כלי השיט בעל יכולת הספנה עצמאית ומספין או משיק את האסדה כנדרש. תכן כלי שיט נעשה באופן איטרטיבי, עקב ההשפעה ההדדית שיש למאפייני הכלי זה על זה. בכל חזרה מבוצע תכן מפורט יותר, נבחנת מחדש התאמת התכן לדרישות ומבוצעים עדכונים עד להתכנסות לתכן העונה על הדרישות באופן מיטבי. פרויקט זה מהווה את הסבב השני ב"ספירלת התכן" של כלי השיט ועל כן דרש בחינה ועדכון של כלל היבטי האדריכלות הימית, מערכת ההנעה, הידרוסטטיקה והידרודינמיקה של כלי השיט.



ביצוע בדיקות עבור דגם הנדסי של מיכל ללוויין בעל דיאפרגמה

Testing a Spacecraft Diaphragm Type Propellant Tank

דניאל טביב | מנחה: מר דב חזן

This project is about performing tests on a spacecraft diaphragm type propellant tank engineering-model (EM). The propellant tank flight-model is intended for integration as a part of a satellite rocket propulsion system, which uses "green" (reduced hazards) propellants. These systems are based on concentrated hydrogen-peroxide as oxidizer and a kerosene-based fuel, and are developed by the NewRocket start-up company, according to a Technion patent (Prof. Benny Natan). The testing incorporated use of aerospace standards, guidelines and requirements, such as: MIL-STD-1522A, MIL-STD-1540B, MIL-STD-490A, NASA SP-2007-6105, and MIL-STD-810G. The special EM propellant tank design includes a Teflon based diaphragm and an aluminum shell, for hydrogen-peroxide compatibility. This kind of diaphragm posed special challenges for the testing, when compared to the much more flexible common elastomeric diaphragms. The tests proved the functionality of the diaphragm, such as evacuation efficiency exceeding 97% in all tank directions, and prevention of internal leakages.

פרויקט זה עוסק בביצוע בדיקות עבור דגם הנדסי של מיכל בעל דיאפרגמה עבור לוויין. דגם מוטס של מיכל כזה מיועד לשילוב במערכת הנעה דו-הודף רקטית של לוויינים, העושים שימוש בדלקים "ירוקים" (מופחתי סיכון). מערכות כאלו, עם דלק על בסיס קרוסין ומי-חמצן מרוכזים כמחמצן, מפותחים על ידי חברת ההזנק ניו-רוקט לפי פטנט של הטכניון (פרופ' בני נתן). תהליך ביצוע הבדיקות כלל עבודה לפי תקנים, הנחיות ודרישות כמקובל בתעשיית התעופה והחלל. לדוגמא MIL-STD-490A, MIL-STD-1522A, MIL-STD-1540D NASA SP-2007-6105, MIL-STD-810G. הדיאפרגמה במיכל ייחודי זה עשויה מחומר ממשפחת הטפלון, והמיכל עשוי אלומיניום, שהם חומרים תואמים למי חמצן. תכונות הדיאפרגמה המיוחדת, לעומת דיאפרגמות רגילות מגומי, שהוא גמיש הרבה יותר, הציבו אתגרים מיוחדים לביצוע הבדיקות. הבדיקות הוכיחו את ההתאמה של הדיאפרגמה לדרישות לתפקוד, כגון יעילות ריקון למעלה מ-97% בכל כווני העמדת המיכל, ומניעת דליפה פנימית.



תכנון בקר סרוו להיגוי הגלגל הקידמי של אופניים אוטונומיים

Design of a servo controller for the front wheel steering of an autonomous bicycle

אהוד קופר | מנחים: ד"ר מקסים קריסטלני, מר איליה שמיס

This project was a part of a larger work dedicated to stabilization of an autonomous bicycle using front wheel steering. The goal of this project was to design one of the core control system of the autonomous bicycle - the servo for the front wheel steering. As a first part of the project, I developed a dynamical model of the steering mechanism. I also learned working with the hardware involved in the project, i.e., the brushed DC motor, the encoder and the Arduino controller complemented with a developing environment based on Matlab/Simulink. At the second stage, I planned and performed a set of experiments for identifying parameters of the system and validating the previously derived model. Finally, I designed and tested several controllers turning the mechanism into a servo system tracking after the angle command. During the work on this project, I had an opportunity to apply the knowledge from the control courses and met some "real world" problems associated with friction and sensor resolution. I realized that closing high frequency feedback loop is required to counteract disturbances and friction. As a result, I had to design a smoothing pre-filter for the command in order to keep the control signal from saturation. The behavior of the resulting control system was tested in simulations and experiments.

פרויקט זה הוא חלק מפרויקט גדול יותר העוסק בייצוב ובקרה של אופניים אוטונומיים ע"י היגוי. מטרתו של פרויקט זה הייתה תכנון אחת ממערכות הבקרה המרכזיות במערכת האופניים - בקרת סרוו על מערכת היגוי הגלגל הקידמי. בשלב הראשון בפרויקט תיכננתי וביצעתי סדרת ניסויים לזיהוי פרמטרי המערכת. בנוסף, למדתי לעבוד עם החומרה שבמערכת האופניים הכוללת בין השאר מנוע brushed DC, אינקודר ומיקרו מעבד של חברת ארדואינו, המבוסס על סביבת עבודה בתוכנות Matlab/Simulink. בשלב השני בניתי מודל סימולציה המתאר את התנהגות המערכת. בשלב השלישי, על סמך שילוב בין הסימולציה וניסויים על הדגם במעבדה, תיכננתי ובדקתי מספר בקרים אשר הופכים את המערכת המכנית למערכת סרוו לפקודת זווית. במהלך הפרויקט נתקלתי בבעיות מעשיות "מהעולם האמיתי" כמו מערכות שאינן לינאריות, חיכוך ורזולוציה של אינקודר, והייתה לי ההזדמנות לממש ידע שרכשתי בקורסי הבקרה. בסופו של דבר מימשתי חוג בעל רוחב פס רחב על מנת לבטל הפרעות וחיכוך והוספתי מסנן (pre-filter) אשר מחליק את פקודת הזווית כדי להימנע מרוויה באות הבקרה.

תכן הנדסי למתקן ניסוי מחקרי FLD לבחינת תכונות מרחביות של חומר משולב מערכת DIC

Design & Develop Research System for FLD Test Defining Material Properties

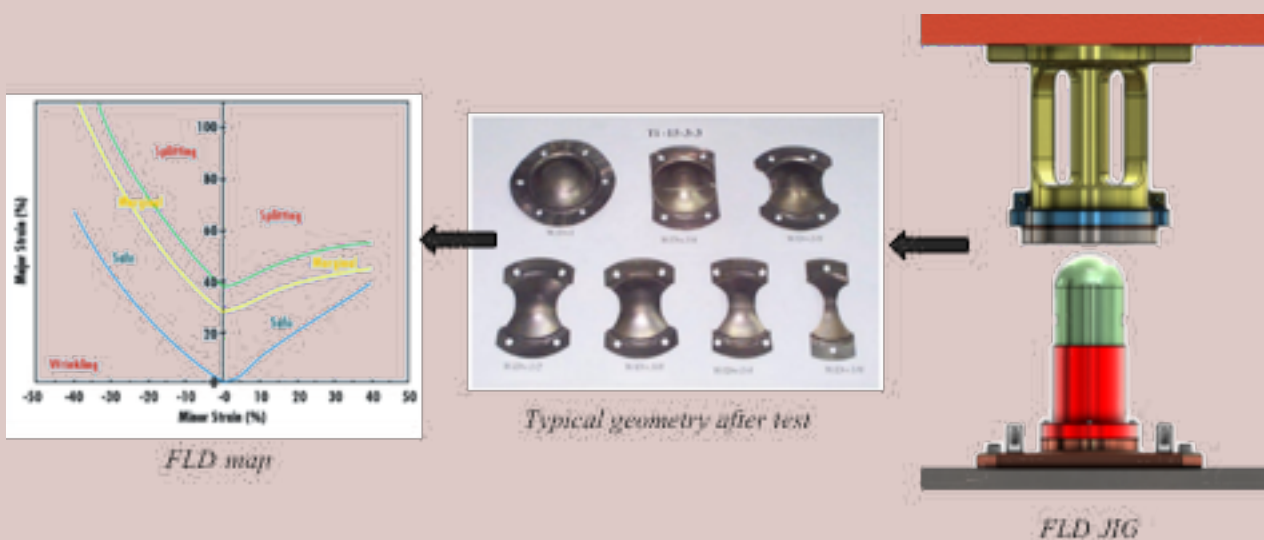
חגי פרג | מנחה: ד"ר אמנון שיריזלי

The material properties definition and accuracy has a high influence on the Metal forming simulation accuracy and reliability. In many circumstances, the uniaxial tensile properties in not satisfactory represent the material limits and the plain/volumetric properties should be defined. The FLD shows the limiting in-plane strain beyond which failure would occur. If the strain calculated at any point in the formed part lies above the forming limit curve, the part is expected to fail.

The goal of this project is to design a user-friendly system enable to measures various strain distributions enables to build and define the FLD for a variety of materials. It designed to comply with a standard tensile machine, the strain measurement measured via Dual DIC (DIC - Digital Image Correlation) cameras. Results will be analyzed using image processing software.

הבנה וניסוח התכונות החומריות מהווה תנאי הכרחי בניתוח תהליכים פלסטיים ומגבלותיהם. תהליכי עיצוב פלסטי של מתכות מתבצעים בתחום שבין נקודת הכניעה לנקודת המתיחה המרבית. תחום לא ליניארי זה מוגדר היטב בניסויי מתיחה חד צירית. מאחר שמרבית מפעולות העיצוב מתבצעות בהעמסה מישורית או מרחבית, נדרש למצוא את מגבלות החומר במצבי מאמצים ועיבורים אלו. לצורך כך ניתן להיעזר בעקומות גבול העבדות (FLD -Forming Limit Diagram) המראות את מגבלות העיבורים במתיחה דו צירית.

לצורך ניתוח וסימולציה של תהליכים נדרש היה לתכנן מתקן שיאפשר מדידה של חומרים שהמידע חסר עבורם. בפרויקט זה תוכנן מתקן מתיחה המותח פחים רתומים בגיאומטריות שונות ובכך מאפשר קבלת יחסי עיבורים ראשיים שונים כתלות בגיאומטרית הגלמים. מתקן זה מתוכנן להתחבר למכונת מתיחה סטנדרטית ומדידת העיבורים בניסויי תבוצע בעזרת צילומי DIC (DIC - Digital Image Correlation). ניתוח התוצאות יתבצע בעזרת מדידות התוצרים וניתוחי תמונה מה DIC.



“JumperBot”: רובוט קפיצי מבוסס רטט**“JumperBot”: Vibration-based spring robot**

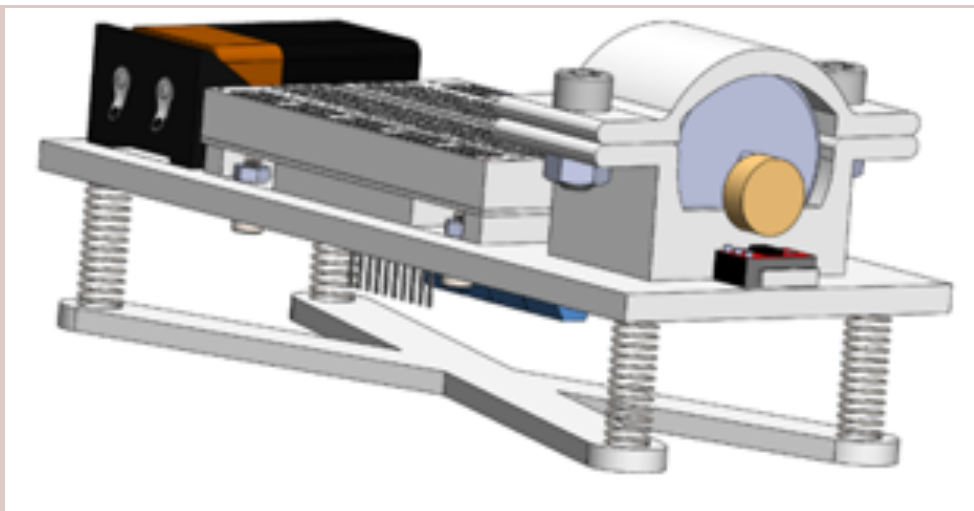
עומר יפה, מאור סוירי | מנחים: ד"ר יואב ורד, פרופ' יצחק בוכר

The project involves designing and implementing a closed-loop control system and a computer interface for a modular 3D printed, vibration-based robot. The robot is controlled by a microcontroller, accelerometer, and optical sensors that sample and control the motor rotation speed and the robot vibration frequency. In addition, digital signal processing methods were applied using the micro-controller to attenuate the signals' noises.

The project goals include kinematic and dynamic analysis of the robot for monitoring and controlling the robot's movement by developing linear equations, running proof-of-concept simulations, and defining the relation between the vertical acceleration of the robot and the rotation speed of the vibration motor. These allow to control the robot's motion and to fix the oscillation of the robot on its natural frequency - to achieve maximum motion amplitude.

הפרויקט עוסק בתכנון ומימוש של מערכת בקרה בחוג סגור וממשק מחשב לרובוט מודולרי מודפס הנע בעזרת מנוע אקסצנטרי אשר מרעיד פלטפורמה קפיצית עליה הוא יושב. הרובוט מבוקר על ידי מיקרו-בקר, חיישן תאוצה וחיישן אופטי אשר דוגמים את מהירות סיבוב המנוע ותדר התנודות של הרובוט. באמצעות שיטות עיבוד אותות דיגיטליות אשר מומשו במיקרו-מעבד הופחתו הרעשים הנלווים לאותות.

מטרות הפרויקט כוללות אפיון קינמטי ודינמי של הרובוט לטובת שליטה ובקרה על תנועת הרובוט על ידי פיתוח משוואות לינאריות, הרצת סימולציות היתכנות, ומציאת הקשר בין התאוצה האנכית המשתנה של הרובוט למהירות הסיבוב של מנוע האקסצנטר. על ידי השגת מטרות אלו ניתן לשלוט בתנועת הרובוט ולנהגו במרחב, ואף לקבע את תנודת הרובוט בהתאם לתדירותו הטבעית - על מנת להשיג אמפליטודת תנועה מקסימלית.



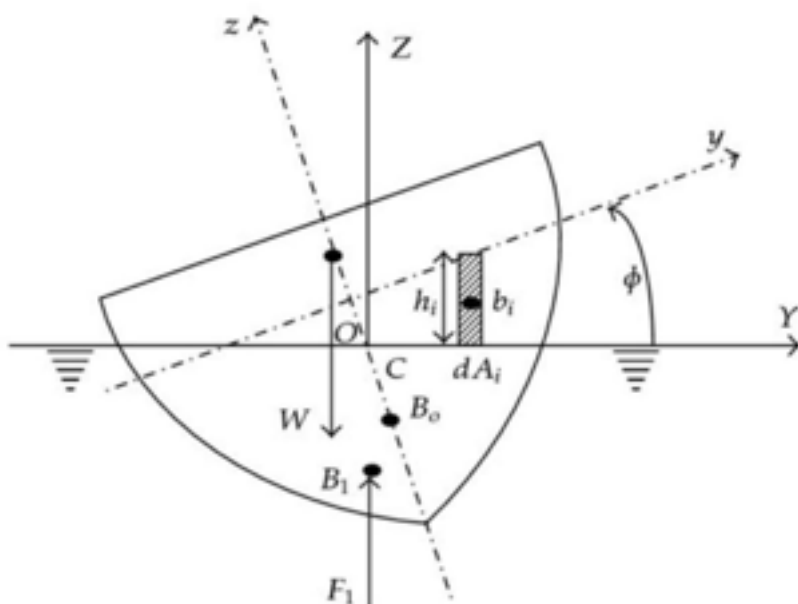
תוכנה לחקירת והדמיית יציבות וגלגול של אונייה בתנאי סביבה שונים

Software for analyzing and simulating the stability and rolling of a ship in various environmental conditions

גסאן דיאב | מנחה: ד"ר אדריאן בירן

In this project I designed a model using Simulink to simulate and analyze the movement and rolling of a ship in the water, while focusing on how its heeling angles and its angular velocities get affected from waves and gusts of wind. In these simulations I also examined the effect of damping on the ship's rolling and the effect of the linearity assumption on the simulations. These models can be very useful for students while trying to understand a ship's behavior in different conditions.

בפרוייקט זה תכננתי סימולציות ומודלים ב-Simulink לאנליזת התנועה של אונייה במים, עם דגש על זוויות ההטיה של האונייה והמהירויות הזוויתיות שלה. בסימולציות והמודלים שקיבלתי בדקתי השפעת הריסון על האונייה, והשפעת הנחת ליניאריות על תוצאות המודל. סימולציות ומודלים אלה יכולים לשמש ככלי עזר לסטודנטים כדי להבין איך אונייה מתנהגת במצבים שונים.



עיצוב ובניית כנף וסמוכת הכנף - פרויקט דגל מגמת אנרגיה

Blade and Strut Design – Energy Flagship Project

עידו לביא, אביב לוי, בנצי חטיבשילי | מנחה: פרופ' דוד גרינבלט

The blades and struts are the energy converting ensemble in the VAWT (Vertical Axis Wind Turbine). The purpose of the turbine is to convert the energy from the wind to mechanical energy. In this project we investigated the VAWT options, the blade profiles, materials, and connection options to get the best energy conversion. During the project design we considered a variety of parameters, such as: environmental conditions, different flow regimes, mechanical and aerodynamic forces, connections from the blades to the struts and to the turbine shaft. The process goal is to give maximum moment to the shaft with minimum cost. The project was built by the group, with help from flagship project moderator, industry experts and the Technion workshop.

הכנף וסמוכת הכנף הינן מתמירות האנרגיה במערכת טורבינת רוח אנכית (VAWT). מטרת הטורבינה היא להמיר אנרגיה התמונה ברוח לאנרגיה מכאנית. בפרויקט חקרנו את מגוון טורבינות הרוח הקיימות בשוק, פרופילי הכנף, צורות החיבור האפשריות וחומרי הגלם הרלוונטיים בכדי לקבל את הצורה המתאימה ביותר לפרויקט. הפרמטרים עליהם שמנו דגש הם עמידות לתנאי סביבה, משטרי זרימה שונים, כוחות מכאניים ואווירודינמיים, תנאי השפה כגון התממשקות לציר הטורבינה וממשק בין הכנף לסמוכת הכנף, ודגש על מחיר מינימלי תוך סיפוק מומנט מקסימלי למערכת לצורך התפלת מים. הפרויקט נחתם בייצור עצמי של חברי הצוות תוך סיוע ממנחה הפרויקט, גורמים בתעשייה ובית המלאכה בטכניון.

פיתוח מתקן חינוכי לחקר ההשפעה של הפרעות כניסה על ביצועי מנועי סילון קטנים

Development of an educational facility for investigation of the impact of inlet disturbances on small jet engine performance

יואב שומכר | מנחה: פרופ"ח בני צ'וקורל

The purpose of the project is to provide a mechanism that can incrementally distort flow at the intake of an AMT OLYMPUS jet engine while characterizing the respective pressure gradient. This was achieved by integrating both a radial and circumferential distorter into engine's inlet to control the disturbances, and a traverse probe that uses a piezoelectric actuator to measure the pressure gradient in front of engine's compressor. Each mechanism is fully defined using gears and stepper motors, which can be remotely actuated.

מטרת הפרויקט היא פיתוח מנגנון המייצר עיוותי זרימה בהדרגה בכניסת מנוע סילון מסוג AMT OLYMPUS, תוך אפיון שדה הלחצים המתאים. הדבר הושג על ידי שילוב של עיוות רדיאלי והיקפי בכונס המנוע על מנת לשלוט בהפרעות, וכן גשש העושה שימוש במפעיל פיזואלקטרי על מנת למדוד את שדה הלחצים בקדמת מרחס המנוע. כל מנגנון מוגדר במלואו באמצעות גלגלי שיניים ומנועי צעד הניתנים להפעלה מרחק.

תכן מערכת הזנת ביומסה לריאקטור גזיפיקציה

Design of Biomass Feeding system for Gasification Reactor

עפרי אוקון | מנחה: פרופ' אמ' יהושע דיין

The aim of this project is to develop a biomass feeding system serving gasification reactors. The system considers the unique flow characteristics of different biomass materials that imposes difficulties on its proper flow in the feeding system. Biomass behaves as a fluid with large particle size and with a tendency for self-sticking. Under sub-optimal conditions the biomass loses its flowing ability, due to these sticking characteristics, the biomass solidifies and the flow within the system stops. In the project we analyzed the properties of biomass storage silos, which support the required flow conditions in the system. Following this analysis, a biomass silo testing device was developed. This device simplifies the testing of flow ability for various biomass materials. Future construction of various biomass storage silos, feeding gasification reactor, will be based on the data collected from flow tests running in this testing device.

מטרת פרויקט זה הינה לפתח מערכת האגרת ובזינה ביומסה לריאקטור גזיפיקציה. המערכת מתחשבת בתכונות הייחודיות של ביומסה, המקשות על תנועתה כזורם במערכות הזנה. ביומסה מתנהגת כזורם בעל חלקיקים גדולים בעלי נטייה להאחזות עצמית. תחת תנאים לא אופטימליים מאבדת הביומסה את תכונות הזרימה, הופכת למוצק, והזרימה במערכת ההזנה נפסקת. הפרויקט עסק באנליזת התכונות של מיכל אגירה המאפשרות את משטר הזרימה הרצוי במערכת. מאנליזה זו פותח מתקן ניסוי הבודק את משטר הזרימה במיכל האגירה עבור חומרי ביומסה שונים. בנייה של מתקני אגירת ביומסה עתידיים להזנת ריאקטור הגזיפיקציה, תתבסס להבא על מידע הנאסף מהפעלת מתקן הניסוי עבור חומרים שונים ובמשטר הזרימה הרצוי.

הפעלה חשמלית בודדת לפרוטזה יד המודפסת בתלת מימד

A single electrical actuator for a 3D printed hand prosthesis

נעמה בן שמואל | מנחים: פרופ' אלון וולף, מר יאיר הרבסט, גב' שונית פולינסקי

The project purpose is to improve 3D printed prosthesis, so it adapts to a wider variety of upper limb amputees, by changing the mechanism, which is operated by wrist or elbow, to a single motor operation.

The project started with choosing a known 3D prosthesis (Phoenix hand V2), by the criteria of quality and efficiency of the finger's kinematics. Then, a few elements were added. One is a pulling mechanism based on a small but powerful electrical screw actuator powered by a stepper motor. The other one is a spring differential which replaces the "horse" differential, which is a kind of cart that pulls the strings of the fingers and allow every finger to have a different movement according to the shape it should hold.

The motor has a suitable driver (A4988), is controlled by an Arduino controller, and powered by a chargeable battery. The fundamental control is current control, but there is an option for further development

מטרת הפרויקט הינה שיפור ביצועיה של יד תותבת המודפסת בתלת-מימד על מנת להתאים אותה למגוון רחב יותר של קטועי ידיים. שיפור זה נעשה באמצעות החלפת ההפעלה שמבוצעת על ידי שורש כף היד או המרפק, להפעלה באמצעות מנוע יחיד.

תחילה, נבחרה פרוטזה מודפסת קיימת (Phoenix hand V2), על-פי קריטריונים של איכות ונצילות הפעולה הקינמטית של האצבעות. לפרוטזה זו הוספו מספר אלמנטים. האחד, מערכת משיכה הכוללת מעין בוכנה חשמלית מבוססת בורג הנעה שמופעלת ע"י מנוע צעד עוצמתי וקטן.

השני, הוחלף דיפרנציאל "סוסים", המוגבל בביצועים שלו, בדיפרנציאל הקפיצים, שהוא מעין עגלה שמושכת את ה"גידים" של האצבעות ומאפשרת לכל אצבע לבצע את התנועה הרצויה לה ללא תלות בתנועת האצבעות הסמוכות, אלא בצורת הגוף הנאחז בלבד.

המנוע החשמלי מופעל על-ידי דרייבר מתאים (A4988). הוא מבוקר באמצעות בקר ארדואינו ומערכת הספק של סוללה נטענת. הבקרה הבסיסית היא בקרת זרם, אך המערכת פתוחה לאפשרויות נוספות לפיתוח עתידי.



רפידת חיישני לחץ לניטור מרכז הלחץ בכף הרגל בזמן הליכה

Pressure sensor insole for center of pressure monitoring during walking

נועה בורובסקי | מנחה: פרופ' אלון וולף

Pressure insole device is a flexible, low-cost, and thin insole that monitors the foot center of pressure (COP). There are several foot pressure insole devices in the market, however, most of the existing devices work in a closed interface and are expensive. The main purpose of the present project is to create a low-cost alternative that works in an open-source interface. The insoles are designed to be integrated with a robotic shoe-like device which consist two adjustable convex-shaped elements. Shifting the elements, shifts the COP in the respective direction, thus allows determine the COP location according to the patient's medical needs, such as distribute the patient's foot pressure or guarantee the his/her stability. The insoles serve as the feedback sensor of the robotic device in order to close a control loop on the COP trajectory.

מערכת למדידת למרכז לחץ של כף הרגל הינה מערכת בדמות רפידות דקות וגמישות בהן מוטמעים חיישני לחץ המאפשרים מעקב וניטור לחצים בכפות הרגלים במהלך פעולות יומיומיות. כיום, קיימות בשוק רפידות רבות לניטור הלחצים בכף הרגל, אך מרבית הסוליות הקיימות פועלות על מערכות סגורות ומחירן גבוה ועל כן הן משמשות למחקר וניסויים ולא ניתנות לשימוש בציבור הרחב. מטרת המערכת שיצרנו במעבדה היא פיתוח סוליות אשר להן ממשק פתוח לשינויים ועלות ייצור נמוכה כך שניתן להשתמש בהן לשימוש יום יומי בציבור הרחב. הרפידה היא מוצר משלים לנעל רובוטית, אשר מפותחת בימים אלו במעבדה, לה שני כדורים ביומכניים המורכבים בבסיסה. על ידי הסטה של הכדורים מוסט מרכז הלחץ של כף הרגל בהתאמה ובכך ניתן להתאים את מרכז הלחץ לצרכים רפואיים של המטופל כמו הפחתת ריכוז לחץ באזורים מסוימים, הגברת היציבה והקלה בקשיי הליכה. מטרת הרפידה היא לנטר פרמטרים של צעידה, קצב ופיזור הלחצים בכף הרגל, כך שעל ידי ניתוח הנתונים ניתן להסיט את הכדורים שבנעל הרובוטית בהתאם לצרכי המטופל.

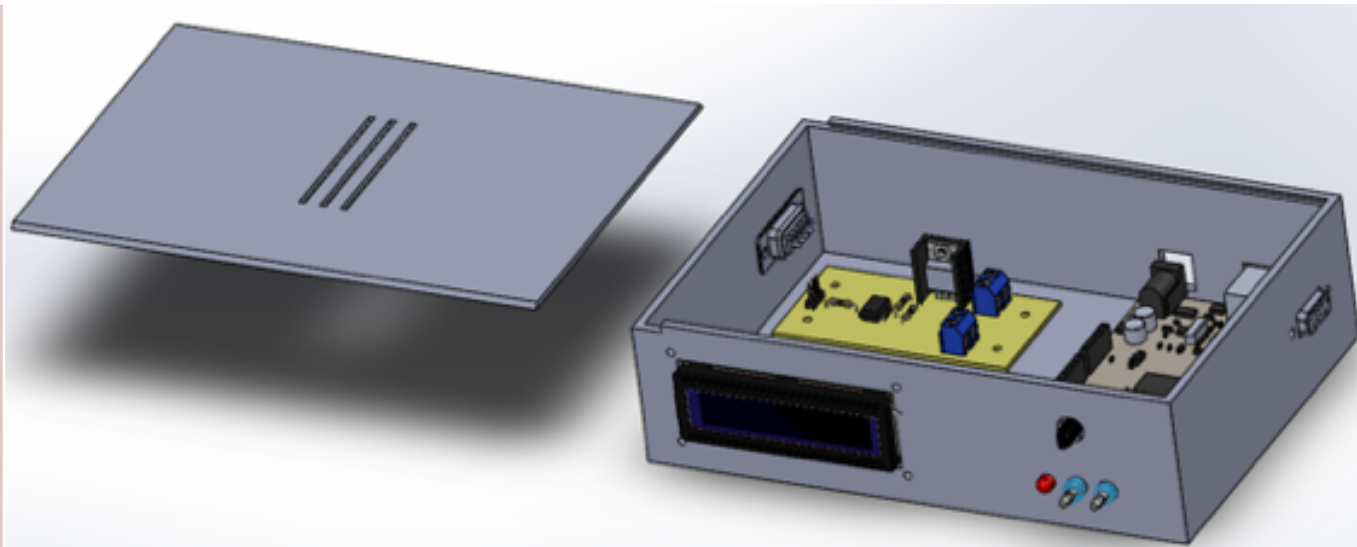
מערכת מבוססת ארדואינו לניטור ובדיקת תקינות חיישנים ותתי מערכות עבור רכב הפורמולה

Arduino-based system for monitoring and checking the integrity of sensors and subsystems for the Formula vehicle

מיכאל מלמוד ושריי דפנה | מנחה: מר' רומן שמסוטדינוב

An Arduino board-based system that can read and translate readings from various sensors and present the measurement to the user. The system will allow the user to verify the integrity of the sensors independently of the rest of the vehicle systems by comparing the expected measurement value to the actual reading. In addition, this system allows to control the subsystems that can be activated with a PWM signal by converting a desired input value to the required electrical signal and sending it to the relevant component. Here also it is possible to compare the output signals and verify the integrity of the components.

מערכת המבוססת לוח ארדואינו שיודעת לקרוא ולתרגם קריאות מחיישנים שונים ולהציג את המדידה למשתמש. המערכת תאפשר למשתמש לוודא את תקינות החיישנים באופן בלתי תלוי משאר מערכות הרכב על ידי השוואת ערך המדידה הצפוי לקריאה בפועל. בנוסף, מערכת זו מאפשרת שליטה על תתי מערכות הניתנות להפעלה בעזרת אות PWM ע"י המרה של ערך כניסה רצוי לאות חשמלי הדרוש ושליחתו לרכיב הרלוונטי. גם כאן ניתן להשוות בין אותות היציאה ולוודא את תקינות הרכיבים.



תכנון מערכת בקרה לצורך ייצוב רובוט דו גלגלי

Control system design for a two wheel self balancing robot

איליה חמיר | מנחים: ד"ר רומן גודין, מר איליה שמיס

This project deals with the design and implementation of a control system for a two wheel self balancing robot which based on the "Segway" apparatus that was invented in the early 2000's. In order to succeed we had to go through main milestones of control system design for an electromechanical system containing sensors, actuators and a microcontroller. The project phases were derivation of the non – linear equations of motion which were similar to the inverted pendulum model, linearization at the equilibrium points, experimental estimation of the physical parameters of the system components (motor constants, center of mass etc.) and lastly the design of the control system and control algorithms required to achieve the stability of the entire system using classical and state space control methods.

The tools used for the analysis, design, testing and implementation of the control algorithms were "MATLAB" and "Simulink" while the latter used for direct compilation of the code into the microprocessor.

הפרוייקט עוסק בתכנון מערכת בקרה המייצבת רובוט דו גלגלי, המתבסס על מכשיר "הסגוואי" אשר הומצא בתחילת שנות האלפיים. על מנת להצליח במשימה אנחנו נדרשים לעבור דרך כמה אבני דרך עיקריות של תכנון מערכת בקרה עבור מערכת אלקטרומכנית המכילה חיישנים, מפעילים ומיקרו - מעבד. השלבים העיקריים בתהליך כללו את פיתוח משוואות התנועה הלא ליניאריות של המערכת המתבססות על מודל של מטוטלת הפוכה, ליניאריזציה סביב נקודות שיווי המשקל, שיערוך בצורה ניסויית של קבועים פיסיקליים ונעלמים של המרכיבים השונים במערכת (כגון קבועי מנוע, מרכז מסה וכו') ולבסוף תכנון מערכת הבקרה ואלגוריתמי הבקרה בשיטות קלאסיות ושיטות במרחב המצב הנדרשים לצורך ייצוב המערכת כולה.

הכלים ששימשו אותנו לצורך האנליזה, תכנון, בדיקה ולבסוף אימפלמנטציה של אלגוריתמי הבקרה היו "MATLAB" ו-"Simulink", כאשר האחרון משמש לקומפילציה ישירה של הקוד לתוך המיקרו - מעבד.

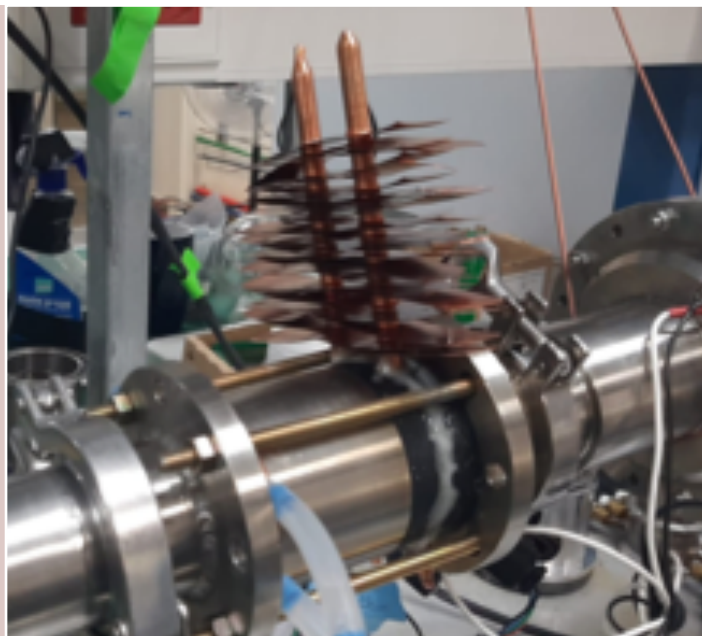
התאמת מערכת סילוק חום למנוע תרמואקוסטי

Adjusting the heat dissipation system to a thermoacoustic engine

אלינה יוסופוב וענבל אוחנה | מנחים: פרופ' גיא רמון ומר אבישי מאיר

A thermoacoustic engine operates on the principle of temperature gradient between different parts and resulting in a standing wave which compresses the system. Until now, the engine was cooled by a heat exchanger based on a constant flow of cold water. In order to simplify the system and make it cheaper, we examined the option of replacing the cooling and using a heat exchanger made of heat pipes. As part of the project we researched to understand the differences between the different heat pipes and how they work, in addition we examined the differences with the addition of heatsinks and the use of a fan for better heat transfer, all that until we reached the final construction

מנוע תרמואקוסטי הוא מנוע שפועל על עקרון של גרדיאנט טמפרטורה בין חלקים שונים במנוע וכתוצאה מכך נוצר גל עומד אשר מדחס את המערכת. עד כה קירור המנוע התבצע ע"י מחליף חום שמבוסס על הזרמת מים קרים תמידית, לצורך פישוט המערכת והוזלה שלה בחנו את האופציה לבצע החלפה של הקירור ולבצעו בעזרת מחליף חום שבנוי מצינורות חום. במסגרת הפרויקט חקרנו לעומק והבנו את ההבדלים בין צינורות החום השונים ואת דרך פעולתם, בנוסף בחנו את ההבדלים עם הוספת צלעות קירור ועם שימוש במאורר להסעת חום עד אשר הגענו לקונסטרוקציה הסופית.



פיתוח מתקן להנעת צינור במרחב באופן אוטונומי לשם הדבקת מחברים רפואיים לקצותיו

Development of an Autonomous Device Capable of Manipulating a Tube in Space for the Means of Attaching Medical Connectors to its Ends

נדב ברק, רון עמר, אלון מלכי | מנחה: פרופ' אילון רימון

The project includes designing and building of a device that could manipulate a tube in space to perform certain steps autonomously, such that eventually connectors could be attached on its ends. To perform this attachment of medical connectors, the tube needs to be immersed within a solvent called Cyclohexanone. Our steps of development included design, Solidworks 3D modelling, and eventually building the device using 3D printing technologies. The device is composed of three main parts – a roller, around which the tube is wrapped. The roller provides a radial motion to the tube. The clamps, which hold onto the tube and assist with the necessary steps to eventual connector attachment, and the magazine, which holds the connectors and helps with centering of the tube prior to attachment. The three main parts work separately but together to achieve the project goal.

הפרויקט עוסק בתכנון ובנייה של מתקן שיוכל להניע צינור במרחב על מנת לבצע עליו פעולות באופן אוטונומי, כך שבסופו יודבקו מחברים לשני קצותיו. על מנת לבצע הדבקה של מחברים רפואיים, יש לטבול את הצינור בממס ציקלוהקסנון. בוצע תכנון, מידול בסולידוורקס ובהמשך בנייה של המתקן באמצעות מדפסות תלת מימד. המתקן מורכב משלושה חלקים מרכזיים – רולר, שסביבו מלופף הצינור ויש לו אפשרות תנועה בציר הרדיאלי. צבתות, אשר תופסות את הצינור ומסייעות בתהליכים הדרושים להדבקה, והמחסנית, אשר מחזיקה את המחברים ו מסוגלת למרכז את הצינור לפני הדבקה למחבר. שלושת החלקים פועלים בנפרד אחד מהשני אך כמו כן עובדים ביחד על מנת לענות על מטרת הפרויקט.

תכן של מכניזם להדגמה של סיבוב גוף דו-מפרקי חופשי תוך שימור תנע זוויתי

Design of a Mechanism for Demonstrating the Rotation of Free Two Joints Body while Angular Momentum is Conserved

שחר צדוק | מנחה: פרופ"ח יזהר אור

In this project, a planar robot is designed to demonstrate the principle of rotational motion of a body while angular momentum is conserved as zero.

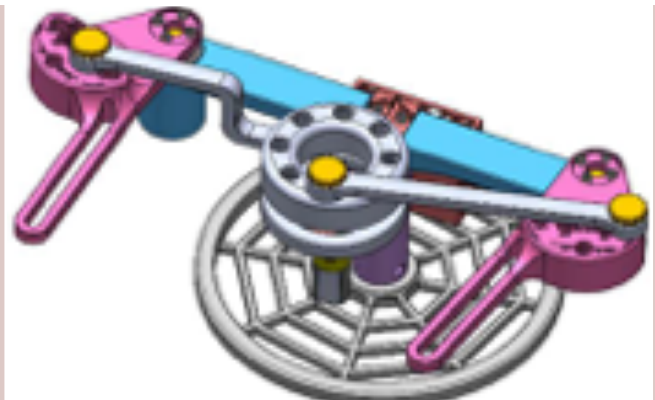
The movement of the robot arms in back-and-forth oscillations with the phase difference causes the effect of rotating the robot body and changing its orientation. The desired movement was made using two four-bar mechanisms, operated by a single motor rotating in constant direction. The motor is mounted on top of the robot so that no external torque is applied to the system and the conservation of angular momentum is maintained.

In the first part of the project, an analysis of the physical principle and learning of the parameters that affect the movement of the robot was performed using a MATLAB simulation. In the second part, a detailed design of the robot and the mechanisms that move the arms was performed, and then the entire robot was manufactured for the purpose of a demonstration of the physical principle. The project is intended to be used as a teaching aid in dynamics and mechanisms courses.

בפרויקט זה מתוכנן רובוט מישורי לצורך הדגמת עיקרון של תנועה סיבובית של גוף תוך שימור תנע זוויתי כולל אפסי. תנועת זרועות הרובוט בתנודות הלך ושוב עם הפרש פאזה גורמת לאפקט של סיבוב גוף הרובוט ושינוי האוריינטציה שלו. לצורך יצירת תנועה זו נעשה שימוש בשני מנגנוני ארבעה מוטות המופעלים על ידי מנוע יחיד המסתובב בכיוון קבוע. המנוע נמצא על גבי הרובוט כך שלא מופעל מומנט חיצוני על המערכת ושימור התנע הזוויתי מתקיים.

בחלק הראשון של הפרויקט בוצע ניתוח והבנה של העיקרון הפיזיקלי ולמידת הפרמטרים המשפיעים על תנועת הרובוט באמצעות סימולציית מטלב. בחלקו השני בוצע תכן מפורט של הרובוט והמכניזמים המניעים את הזרועות, ולאחר מכן ייצור הרובוט כולו לצורך הדגמה של העיקרון הפיזיקלי. חלקי הרובוט תוכננו ויוצרו בהדפסת תלת ממד מלבד מיסבים, ברגים ומנוע.

הפרויקט נועד לשמש כעזר הוראה בקורסי דינמיקה ומכניזמים.



אופטימיזציה של רמקול עבור מקרר תרמו אקוסטי

Optimization of loudspeaker for thermoacoustic refrigerator

גיא שחר וליהי בלזר | מנחים: פרופ' גיא רמון, מר' אבישי מאיר ומר נתן בלנק

Thermo-acoustics is a promising approach for low-cost, environmentally friendly heat pumps and work generators. Thermo-acoustic is the relationship between temperature, density, and pressure fluctuations in sound waves as well as the interaction of solid with fluid. Currently in the laboratory, our group is researching and developing ways to increase the amount of heat that can be pumped using a thermo-acoustic refrigerator. One of the methods that being tested is a high-pressure steam-vapor mixture (e.g. air and water) that used the heat transfer mechanism to transfer a greater amount of energy from the system. Main problem with this method is the operation of the loudspeaker under high pressure. Standard speakers are designed and manufactured to operate at atmospheric pressure and open spaces, but when operated in a closed chamber under high pressure, the flexible parts of the speakers cannot withstand the dynamic pressure created and the refrigerator's efficiency is substantially decreased. As part of our project, we have designed and fabricated several solutions for upgrading the speaker and modifying it for high pressure. In addition, we validated the alternatives with experiments.

תרמו-אקוסטיקה הינה גישה מבטיחה עבור שאיבת חום או הפקת עבודה בעלות נמוכה וידידותית לסביבה. תרמו-אקוסטיקה הינה הקשר בין טמפרטורה, צפיפות ותנודות לחץ בגלי קול וכמו כן אינטראקציה בין מוצק לזרם. כיום במעבדה חוקרים ומפתחים דרכים להגדלת הספקי החום הניתנים לפנות בעזרת מקרר תרמו-אקוסטי בעלות נמוכה. אחת השיטות הנבדקות הינה שימוש בתערובת גז-אדים בלחץ גבוה (למשל אוויר ומים) כדי להשתמש במנגנון שינוי מצב צבירה (חום כמוס) להעברת כמות חום גדולה יותר במערכת. הבעיה המרכזית בשיטה זו היא פעולת הרמקול בלחץ גבוה. רמקולים סטנדרטים מתוכננים ומיוצרים לעבודה בלחץ אטמוספירי ובחלל פתוח, כאשר מפעילים התקן שכזה בתא סגור תחת לחץ גבוה, החלקים הגמישים אינם עומדים בלחץ הדינמי שנוצר ונצילות המקרר יורדת בצורה משמעותית. במסגרת הפרויקט שלנו, תכננו ובנינו מספר חלופות לשדרוג הרמקול והתאמתו לעבודה כנגד ללחץ גבוה. כמו כן, אימתנו את החלופות באמצעות ניסויים.

