

2019 2020

חוברת תקצירים פרויקטי גמר

מחקריים



הנדסיים



תכן
מוצר
חדש



הפקולטה להנדסת מכונות

שנת הלימודים תש"ף | 2019-2020

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 ובכונותם 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 נוכל לקיים את האירוע במתכונת הרגילה עקב אילוצי הקורונה, ונקווה בכל זאת שההישגים של הסטודנטים ימשכו תשומת לב וייצרו תודה ראויה.

מבין כל הפרוייקטים מתבלט בהיקפו פרויקט הפורמולה. הפקולטה להנדסת מכונות מכירה בערכו של פרויקט דגל זה ומעניקה לו סיוע רב, מקצועי, כלכלי ולוגיסטי.

תודה גם לאגף קשרי ציבור ופיתוח משאבים ולגופים טכניונים אחרים על התמיכה התקציבית. אולם אנו זוכרים היטב כי פרויקט זה התחיל מן הסטודנטים ומנוהל עד היום על ידם באופן עצמאי ומקצועי ביותר.

אני מברך את כל המשתתפים, ומאחל 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. רובוט ארבע-רגלי "פלוטו".....
7. נשר - מערכת אוטונומית להטלת רובוטים מתקדמים.....
8. יחידות קצה להרכבת אטם במכסה עבור רובוט UR5.....
9. מתקן להוצאת פני מיקום בתהליך ייצור סר"מ.....
10. תכן התקן לכיסא גלגלים עבור חולי המיפלגיה.....
11. שיפורים בעגלת התחזוקה של רכב ה OHV.....
12. פגיעה במהירות ידועה.....
13. תכן תרמו-מכני של מתקן לאפיון "צינורות חום".....
14. תא נוסעים לרכב בעל יכולת תעופה.....
15. מערכת חיבור כנפיים לתא נוסעים.....
16. תכן שלדה לרכב פורמולה טכניון 2020.....
17. פיתוח מערכות מתלים ומכלול גלגל, פורמולה סטודנט 2020.....
18. מערכת הפחתת גרר פרויקט פורמולה 2020.....
19. הסבת רכב פורמולה בעירה 2019 לאוטונומי - אינטגרציה ושלדה.....
20. אקטואציה אוטונומית לבלמים ומערכת EBS.....

פרוייקטי גמר מחקרי

22. MyFive - פיתוח יד רובוטית מודפסת.....
23. אופטימיזציה לקביעת מסלולים במערכות עם יתירות.....
24. איסוף והעמסת חלקיקים ע"י חלקיק ביו היברידי מבוסס אבקן מבוסס מנגנון דיאלקטרופורטי.....
25. אפיון הכשל המכאני-כימי בשתלים דנטליים.....
26. אפיון והפעלה של קורה פייזואלקטרית המשמשת כרמקול לאותות בתחום השמע.....
27. אפקטים לא ליניאריים ברטט של קורות שלוחות.....
28. הכנסת אטם באמצעות בקרת עכבה.....
29. בקרת זרימה אקטיבית בעזרת פריקה דיאלקטרית על להבי רוטור.....
30. דינמיקה של מבנים שכבתיים אלסטיים-אקטיביים עם מצבים מנוונים.....
31. הנעה אופטית של חלקיק ג'אנוס עם ציפוי של מוליך למחצה.....
32. השפעות דלק מחודש, עשיר מימן, ושיטות הזרקה על בי צועי ופליטותיו של מנוע בעירה פנימית.....
33. השפעת הטקסטורה על התכונות המכניות של מתכות מסוג טיטניום וזירקוניום.....
34. זיהוי חומרים אנרגטיים בסביבה ימית.....
35. חקירת התגובה הלא ליניארית של רזונטורים אלקטרוסטטיים מסוג Double-Ended Tuning-Fork (DETF).....
36. חקלאות ימית בים פתוח - תכן מבנה ואנליזה.....
37. חקר יציבות החלקה על הקרח עם להב בודד באמצעות מודל Chaplygin's sleigh.....
38. חקר מנגנון היווצרות חלקיקים מבעירת רפורמט עשיר במימן.....
39. ייצור חלקיקים בעלי שני מצבי שיווי משקל ושינוי תכונותיהם באמצעות לחץ.....
40. מחקר ניסוי של פס שבירה בתהליך סטטי.....
41. מיון ואפיון דיאלקטרופורטיים של תאי זרע ותאי נבט זכריים.....
42. משפעת רך מבוסס אלקטרומגנטיות.....
43. נוקליאציה וגידול חללים בעופרת נזלית כתוצאה מפצלה.....
44. ניצול אנרגיה ישירות במערכת היברידיית המשלבת Solid-Oxide Fuel Cell ומנוע בעירה פנימית.....
45. ניתוח אנליטי של התנגשות שני חלקיקים טעונים בזורם צמיג.....
46. סימולציות נומריות של הזרקה וערבוב רפורמט למנוע בעירה פנימית.....
47. ספיגה אדיאבטית בשנאי חום מבוסס ספיגה בנוכחות גזים בלתי-מתעבים.....
48. צימוד אלקטרו-תנע במטא-חומרים פייזואלקטריים.....
49. רובוט גמיש הולך תוך ניצול הדינמיקה.....
50. תופעת מערבולות גורטלר בשילוב אפקט קוואנדה על גליל.....

51	תכן וויזואליזציה של זרימת בסוללת זרימה אבץ-ברום
52	תכן וייצור מטא משטחי היוגנס פברי-פרו
53	תכן וניתוח מערכות חקלאות בים פתוח
54	תכנון לייזר ראשבה על בסיס חומר דו מימדי באמצעות קריסטל פוטוני
55	תכנון סינפסות מכניות מלאכותיות במבחנה

פרוייקטי גמר הנדסי

58	אופטימיזציה מידול משאבה צנטריפוגלית
59	בקרת גלים בשפופרת אקוסטית
60	ייצוב מטוטלת הפוכה
61	דחליל רובוטי
62	השחלת מוט לתוך חריץ באמצעות שימוש בבקרת עכבה
63	השפעת יחס דחיסה על ביצועי מנוע TCR
64	זרוע רובוטית ללוקליזציה ומשוב תלת ממדי במציאות מדומה
65	זרוע רובוטית מודפסת עם שליטה על חוטית באמצעות כפפה
66	חישה אופטו-אקוסטית של רקמה והגדלת מפתח נומרי בסיב אופטי
67	ייצוב אופניים באמצעות היגוי בתנאי נסיעה משתנים
68	מידול מנוע ואופטימיזציה -פרויקט פורמולה טכניון 2020
69	ממשק מוח מכונה מבוסס גירוי טקטלי
70	מנגנון אבטחה דטונטורית (אבד"ט) עבור מנוע רקטי זעיר
71	מענה להרכבת צנרת רפואית (אינפוזיה) תוך שימוש ב-Caging Grasp
72	מערכת להמרת אנרגיית רוח להתפלת מים
73	מקרר מניטורי מסוג J-T באמצעות שימוש בטכנולוגיית
74	ניתור בריאות מבנים באמצעות סיבים אופטיים
75	סימולציה ביצוע משימת Peg-in-Hole ע"י רובוט 6 ד"ח ובקרת אימפדנס
76	עוקב שמש
77	פרויקט גמר צוות מנוע פורמולה - מערכת פליטה
78	פיתוח מדגים הנדסי עבור מיכל להודפים נוזליים מסוג דיאפרגמה לחלל
79	פתרון בעיית רעידות ותנודות עצמיות בכנף משנה צורה
80	(Multi-Application Cogeneration Project- Combined Heat &Power)[CHP]
81	רובוט להרכבת חלקים גמישים לתעלה
82	שבירת סימטריה בפליטת גביש ע"י טיפול פני שטח
83	שליטה בפתיחה וסגירה של ידיים רובוטיות
84	שסתום בקרת זרימה לדלק ג'ל
85	תכן מכאני ובקרה של רובוט המדמה את אפקט "החתול הנופל" בצורה אופקית
86	תכן מערכת ליצירת סילון קו-אקסיאלי
87	תכן ראשוני לקונספט חדש של כלי שייט מסוג Semi-SWATH
88	תכנון משאבה צנטריפוגלית באמצעות אופטימיזציה מבוססת מטלב
89	הפחתת צריכת דלק של כלי שיט על ידי מחזור רנקין אורגני (ORC) המנצל את חום גזי הפליטה של מנוע הדיזל הימי

פרויקטי גמר
תכן מוצר
חדש

2019
2020

רובוט ארבע-רגלי "פלוטו"

Quadruped Robot "Pluto"

אילון כהן, ניר ללום, שלומי שטרית, דניאל זיו, עדי ולדמן, ידידיה פופר | מנחים: ד"ר יהודה רוזנברג, ד"ר נעם ברוק

As part of its pursuit for technological innovation, Rafael has wanted to examine the capabilities of a Quadruped Robot in maneuvering in a multi-obstacle environment. We had been given a task to design a robot as an initial platform, aiming for it to become a multi-year project which will get improved and develop more capabilities each year. As a benchmark criterion for the success of the project, the robot is required to accomplish basic maneuvers through manual control under laboratory conditions. We split into two groups, design and control. Each group had its own responsibilities, but worked together to achieve an efficient interface. The work began with a literature review, continued with the selection of a mechanical and control concept, the design of the robot parts and the programming of the algorithms required to meet the requirements, receiving quotes and choosing a manufacturer, receiving components and assembling them, and finally conducting experiments to ensure the robot meets the requirements of the costumer.

כחלק מחתירתה לחדשנות טכנולוגית, עלה הצורך בחברת רפא"ל לבחון רובוט בעל מבנה ארבע-רגלי לשם תמרון בסביבה מרובת מכשולים. נדרשנו לתכנן רובוט הנשלט על-ידי בקר כפלטפורמה ראשונית, בשאיפה שיהפוך לפרויקט רב-שנתי אשר ישתכלל ויוסיף יכולות משנה לשנה. כאמת מידה להצלחת הפרויקט ניתנו דרישות תמרון בסיסיות בתנאי מעבדה. במסגרת הפרויקט התחלקנו לצוותי תכן ובקרה, כאשר כל צוות אמון על חלקו, אך נעשית עבודה משותפת ליצירת ממשק יעיל. העבודה החלה בסקר ספרות מעמיק, המשיכה בבחירת קונספט מכני ובקרתו, תכן חלקי הרובוט ותכנות האלגוריתמים הנדרשים על-מנת לעמוד בדרישות, קבלת הצעות מחיר ובחירת יצרן, הוצאה לייצור, קבלת הרכיבים והרכבתם, ולבסוף ניסויים לבדיקת עמידת הרובוט בדרישות המזמין ומסירתו ללקוח.



נשר - מערכת אוטונומית להטלת רובוטים מתקדמים

Nesher – Autonomous System for Launching Robots

דובי כוגן וניצן ברייטמן | מנחה: מר שלמה נזר

This project is a part of a worldwide approach of minimizing human interaction in life threatening environments. "Nesher" is an autonomous system for launching small advanced robots from a distance into confined spaces. These throwable robots are equipped with video and audio transmitters, have good shock resistance, and can be controlled from far. By sending the target location to the device, the "Nesher" can aim itself and calculate the force needed for a successful launch. The system is ready for launching a robot in about 30 seconds and covers a launching radius of 6 meters with 180 degrees angle. The robots can be inserted to 1.5X1.5 meters openings. The "Nesher" will be installed on an unmanned vehicle.

פרויקט זה מהווה חלק ממגמה כוללת של צמצום המעורבות האנושית במתארים בהם קיימת סכנה לחיי אדם. "נשר" הינה מערכת אוטונומית להטלת רובוטים מתקדמים ממרחק אל תוך חללים נסתרים על מנת להשיג יתרון טקטי משמעותי. הרובוטים המתקדמים מצוידים במצלמות, ניתנים לשליטה מרחוק ועמידים לזעזועים ותנאי שטח קשים. על ידי הזנת הנתונים אודות מיקום המטרה, ה"נשר" יודע לחשב את זוויות הצידוד וההגבהה וכן את הכוח הדרוש לשיגור הרובוט. השיגור עצמו מתבצע ברגע בו המשתמש נותן אישור סופי לירי, כאשר לצורך מניעת שיגור בשוגג המערכת מצוידת בשני מנגנוני אבטחה. המערכת מגיעה למוכנות שיגור בתוך כ- 30 שניות מרגע קבלת הנתונים, מכסה טווח רדיאלי של 6 מטרים עם זווית צידוד של לפחות 180 מעלות, ובעלת יכולת החדרת רובוט לפתח בגודל של 1.5X1.5 מטרים. המערכת מיועדת להתקנה על גבי פלטפורמה ניידת בלתי מאוישת.



יחידות קצה להרכבת אטם במכסה עבור רובוט UR5

End effector for mounting a gasket in the lid for a UR5 robot

שלום אלמיו, אברהם וינברגר, תמיר זיסרמן | מנחה: מר כפיר כהן

The goal of this project is to produce an end effector that will interface with the robotic arm and allow the robot to assemble a gasket in a lid rail, without adapting to a unique gasket or specific geometry and while giving feedback of the execution of the task. The challenge at the heart of this project is to design the interface between a robotic arm and flexible and soft components. This project is part of a production line automation process at the "Keter Plastic" factory. In this project, three concepts that meet the requirements were designed and manufactured: "The Trunk", "the Sewing Machine", and "The Press". "The Trunk" is a stiff product, while the "Sewing Machine" and "The Press" combine the use of an actuator controlled by an "Arduino" microprocessor. The concepts include various sensors that give feedback on their operation.

מטרת הפרויקט לייצר יחידת קצה אשר תתממשק אל הזרוע הרובוטית ותאפשר לרובוט להרכיב אטם במסילת מכסה. כל זאת, ללא התאמה לאטם ייחודי או גאומטריה ספציפית ותוך נתינת משוב על ביצוע המשימה. האתגר העומד במרכזו של פרוייקט זה הוא תכנון הממשק בין זרוע רובוטית לרכיבים גמישים ורכים ומישובו. פרויקט זה הינו חלק מתהליך אוטומציה במפעל "כתר פלסטיק". בפרויקט תוכננו ויוצרו שלושה קונספטים הנותנים מענה לדרישות: "החדק", "מכונת התפירה", ו"המכבש". "החדק" הינו מוצר קשיח ולעומתו "מכונת התפירה" ו"המכבש" משלבים שימוש באקטואטור הנשלט ומבוקר ע"י מיקרו-מעבד "אדרואינו". הקונספטים כוללים חיישנים שונים הנותנים משוב על פעולתם.



"המכבש"



"מכונת התפירה"



"החדק"

מתקן להוצאת פני מיקום בתהליך ייצור סר"מ

Device for the Removal of Location Pins in the Production of Conductive Strip

יאיר וימפיהימר, אמיר אריאל, ליאב אהרון | מנחה: מר דובי צוק

In a factory for producing Conductive Strips (Flexible Electric Prints) the materials must be located precisely on a platform and then pressed in an oven using heat and air pressure as well as vacuum environment.

The materials are organized between two aluminum plates using location pins with a 3-millimeter diameter. The number of pins used depends on the type of strip being produced, its sizes and can reach 120.

After the heat pressing and recovering, the pins are glued in place and must be removed by sheer force. The device consists of a pneumatic piston, a working table, and a unique aluminum plate. The unique plate holds spring loaded nails that, once pressed by the piston, push out the location pins. The factory worker slides the plates until the nails line up with the piston and then pushes a button to apply the force. This force pushes out the location pins.

במפעל לייצור סרטים מוליכים נדרש למקם את חומרי הגלם בדיוק רב על גבי משטח התבנית. לאחר מיכן מתבצע תהליך של כבישה באוטוקלאב - תנור חימום משולב לחץ וואקום. מיקום חומרי הגלם בתהליך מתבצע באמצעות מערכת של שתי פלטות אלומיניום וביניהם פני מיקום בקוטר 3 מ"מ. מספר פני המיקום תלוי בסוג הסר"מ ובגודלו ועשוי להגיע למאה ועשרים. לאחר הכבישה נדרש להוציא פנים אל ו אשר דבוקים בהיקפם לתבנית ולסר"מ.

המתקן מורכב מבוכנה פניאומטית קבועה במקום, משטח עבודה, ופלטת זיהוי. פלטת הזיהוי דומה לפלטה העליונה בתבנית ואליה מחוברות דרנים קפיציים. עובד המפעל מזיז את הפלטה על גבי משטח העבודה עד שהדרנים הקפיציים

נמצאים מתחת לבוכנה ואז לוחץ על כפתור להפעלה הבוכנה. הבוכנה דוחפת את הדרנים הקפיציים שעוברים דרך מערכת הפלטות ודוחפות החוצה את פני המיקום לתוך מיכל איסוף וניקוי הפנים



תכן התקן לכיסא גלגלים עבור חולי המיפלגיה

Wheelchair devise design for Hemiplegia patients

רחל רובל, עידן שריג, אלירן דטאוקר | מנחה: ד"ר הרש צבי פרוכטר

Half-body paralysis is one of the typical side effects of a stroke or as a result of a congenital malformation. The paralysis is the result of damage to the motor center in the brain. The damage appears as weakness or complete paralysis on one side of the body. The need to design this product is to allow people with unilateral paralysis to operate a wheelchair on their own without compromising on the functionality of the chair and considering the typical limitations of semi-physical paralysis. Today, there are designated wheelchairs and mechanisms for these patients, but they are expensive, cumbersome, and not always satisfying. In our project, we were required to design a mechanical propulsion system that is operated and controlled using one side of the body (hand and foot). The device is designed for a quick and simple connection to a standard wheelchair. Calculations and analyzes were performed to adjust the wheelchair's performance to patients' physical abilities. Two solutions have been created (shown in the pictures): one - driving one front wheel, the other driving the two front wheels connected to each other.

שיתוק חצי גופי הוא אחד התופעות לוואי הנפוצות לאירוע מוחי או קורה כתוצאה ממום מולד. השיתוק הוא תוצאה של נזק הנגרם למרכז המוטורי במוח. הנזק מתבטא בחולשה או שיתוק מלא בצד אחד של הגוף. המוצר נועד לאפשר לאנשים אלה לתפעל כיסא גלגלים באופן עצמי ללא התפשרות בפונקציונליות הכיסא. כיום קיימים כסאות גלגלים ייעודיים לחולים אלו אך, הם יקרים, מסורבלים ולא תמיד בעלי ביצועים מספקים. נדרשנו לתכן מערכת הנעה מכנית המופעלת ונשלטת באמצעות צד אחד של הגוף (יד ורגל). המתקן מיועד לחיבור מהיר ופשוט לכיסא גלגלים סטנדרטי. בוצעו חישובים ואנליזות בכדי להתאים את ביצועי תכן המתקן ליכולות הפיזיות של החולים. יוצרו שני פתרונות (המוצגים בתמונות): האחד - ניהוג בגלגל קדמי אחד, השני ניהוג בשני הגלגלים הקדמיים המחוברים ביניהם.



שיפורים בעגלת התחזוקה של רכב ה OHV

INTEL OHV MAINTENANCE CART IMPROVEMENT

גיל המרמן, עוז פרל וכפיר שחר | מנחה: מר שלמה נזר

This project was requested by Intel company, manufacturer of IC semi-conductors. The manufacturing process occurs in a clean room environment and in order to transfer the semi-conductors inside the factory, intel is using a unique technology called OHV, which transfer the IC in autonomous vehicles. The OHV maintenance occurs on top a dedicated cart, called "Maintenance cart".

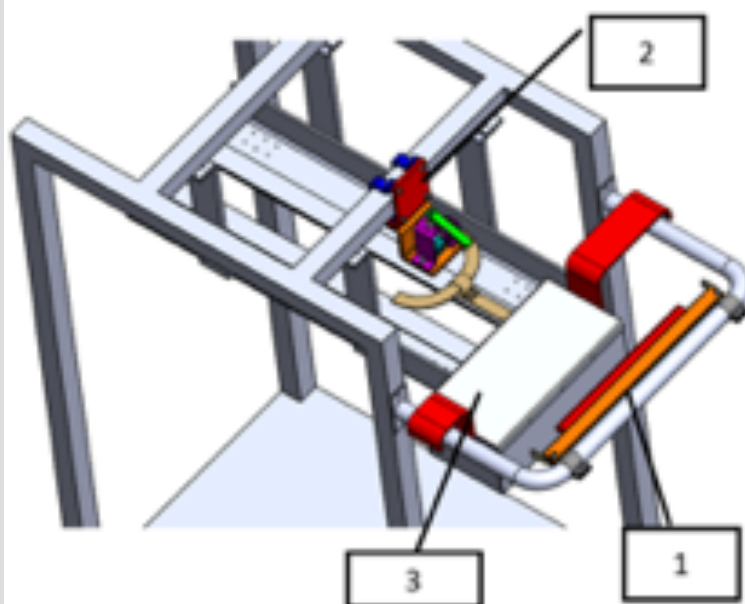
Our main goal was to improve the safety of the maintenance cart by redesign the OHV stopper and the braking system. In addition, we improved the loading process of the OHV to the maintenance cart.

To answer these requirements, we designed autonomous braking system which braking the cart as default and unlock the wheels only with active action of the user (1), an autonomous stopper that automatically activates when OHV loaded (2) and electronic "OHV to Cart loader" (3).

הפרויקט הוזמן על ידי חברת אינטל, יצרנית מוליכים למחצה. תהליך הייצור מתרחש בסביבת חדר נקי ושינוע המוליכים במפעל מתבצע על ידי רכבים אוטונומיים הנקראים OHV. תחזוקת הרכבים מתרחשת על גבי עגלת תחזוקה הנקראת "Maintenance cart".

הדרישה העיקרית של הלקוח הייתה שיפור בטיחות השימוש בעגלה על ידי תכנון מחדש של הגובלים של רכבי OHV ומערכת הבלימה. בנוסף שיפרנו את תהליך העמסת הרכב על גבי העגלה.

פתרנו את הבעיות על ידי תכנון של מערכת בלימה אוטונומית שבולמת את העגלה כברירת מחדל ומשחררת את הגלגלים רק על ידי פעולה אקטיבית של המשתמש (1), גובלים אוטונומיים שמופעלים אוטומטית בהעמסת ה OHV (2) ומערכת חשמלית של העמסת ה OHV על גבי העגלה (3).



פגיעה במהירות ידועה

Impact known velocity

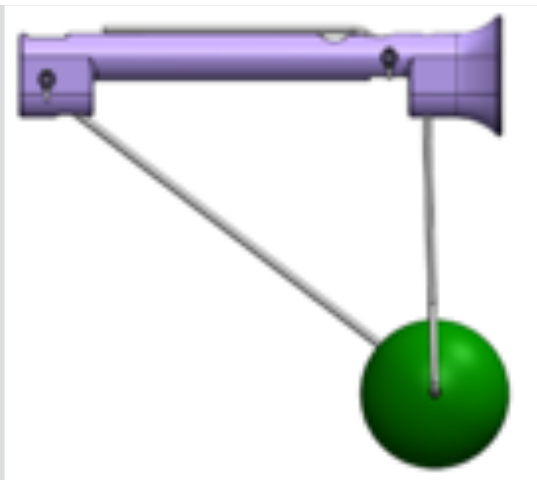
שקד תבור | מנחה: פרופ"ח ראובן כץ

As part of the experiments to be performed on aircraft bodies, it is required to shake the body by an impact and test its responses to find resonance frequencies and other parameters. Due to the uniqueness of the products manufactured in Raphael, it is required to perform the test in small, inaccessible places and at varying heights, which prevents the use of a Excitation Hammer due to the need for constant connection to a computer. As a solution to the problem, an Excitation Ball was designed and manufactured. This ball size, material, and sphere shape can be used to calculate the values needed, so that only the body is connected to a computer to measure the impact. To use the Excitation Ball optimally it is necessary to know the velocity of the impact of the Excitation Ball hitting the body. This value is important for the quality of the simulation's results.

The purpose of the project is to design and manufacture a device that ensures the velocity of the impact of the Excitation Ball on various bodies.

כחלק מהניסויים שיש לבצע על גופים תעופתיים, נדרש להרעיד את הגוף על ידי מכה ולבדוק את תגובתו למציאת תדר עצמי ופרמטרים נוספים. בשל היחודיות של המוצרים המיוצרים ברפאל, נדרש לבצע את הבדיקה במקומות קטנים, לא נגישים ובגבהים משתנים, מה שמונע שימוש בפטיש מודלי בגלל הצורך לחיבור מתמיד למחשב. כפתרון לבעיה יוצר כדור מודלי שלפי הגודל, החומר והצורה הספרית שלו ניתן לחשב את הערכים הדרושים כך שרק הגוף מחובר אל המחשב למדידת ההשפעה. על מנת להשתמש בכדור המודלי באופן מיטבי נדרש לדעת את מהירות הפגיעה של הכדור בגוף, נתון זה בעל חשיבות רבה לאיכות התוצאות של הסימולציות.

מטרת הפרויקט היא לתכן ולייצר מתקן המבטיח את מהירות הפגיעה של הכדור בגופים שונים.



תכן תרמו-מכני של מתקן לאפיון "צינורות חום"

Thermo-mechanical design for a "heat pipe" characterization device

אדיב עאמר, ראובן זלמן | מנחה: מר יוסי סבו

Electronic components are used in various systems as part of the development and production process at Raphael.

As we know, such components tend to heat up/ emit heat while functioning.

Therefore, heat removal is necessary in these components.

One of the most common solutions for heat removal is the use of heat pipes.

We are required to design and manufacture a device containing 5 test arrays to be tested simultaneously, designed to characterize the thermal performance of heat pipes under different boundary conditions (different diameters and lengths of heat pipes, as well as different orientations).

The device will enable dynamic testing with changing orientation and will have the ability to interface with software and control in order to make the information obtained from the implementation of testing algorithms accessible and displayed as a fast-graphical user interface (GUI).

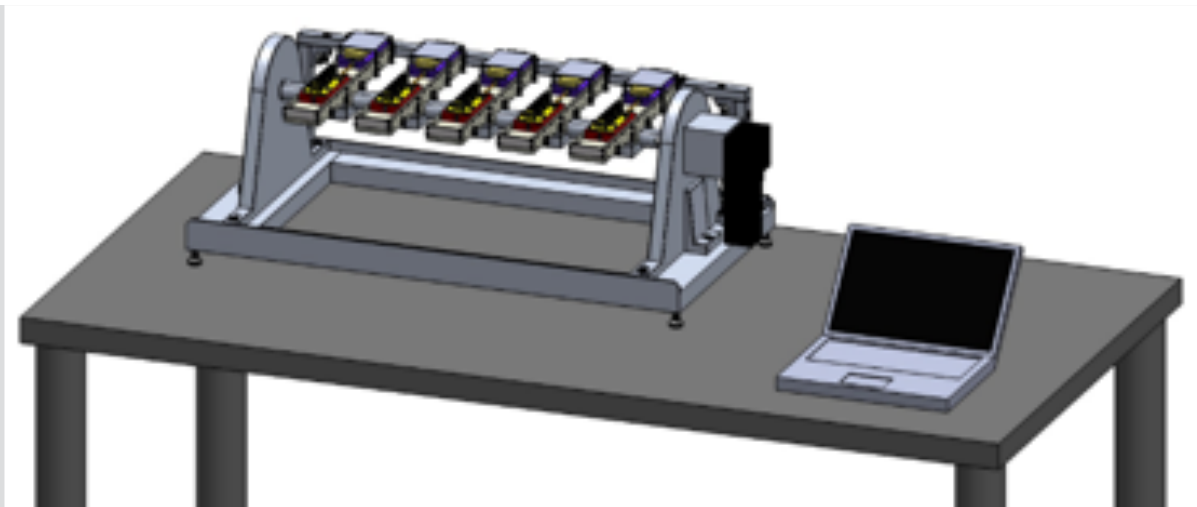
כחלק מתהליך הפיתוח והייצור של האמצעים השונים ברפאל, נעשה שימוש ברכיבים אלקטרוניים ואחרים במערכות השונות, אשר כידוע לנו, נוטים להתחמם/ פולטים חום בעת השימוש בהם.

אי לכך, נדרש לתכנן פתרון לסילוק והרחקת החום של הרכיבים.

אחד הפתרונות המקובלים לצורך סילוק החום וקירור רכיבים אלקטרוניים ורכיבים אחרים בתעופה ובמוצרים צבאיים מגוונים במערכות השונות הינו שימוש בצינורות חום (HEAT PIPES).

אנו נדרשים לתכנן ולייצר מתקן המכיל 5 מערכי בדיקה שייבדקו בו זמנית, המיועד לאפיון ביצועים תרמיים של צינורות חום תחת תנאי שפה שונים (קטרים ואורכים שונים של צינורות חום, כמו גם עבור אוריינטציות שונות).

המתקן יאפשר בדיקה דינמית ומימוש אוריינטציה משתנה ובעל יכולת להתממשק עם בקרה ותוכנה ע"מ להנגיש את המידע המתקבל ממימוש אלגוריתמי בדיקה לצורה גרפית מהירה.



תא נוסעים לרכב בעל יכולת תעופה

Passenger cabin for Urban Air Mobility Vehicle

סהר שוורץ, שחר ורטמן, עברי איש ימיני | מנחה: מר גיורא גורלי

The project's objective was to plan vehicle which can travel both on land and air, while its main abilities are VTOL (vertical take-off and landing) and the ability to disconnect its aerial components so that it can be used for urban driving. The leading principles of this project are design for low weight vs high strength, compliance with aviation and transportation standards and the design of an air to road transition mechanism. The passenger cabin is assembled from: Monocoque chassis whose structural strength derives from aluminum frame combined with composite materials. Suspension, steering & braking system which based on systems from a Toyota Aygo vehicle. rear wheel folding mechanism- a unique design which allows to deploy and retract the rear wheel while connecting/disconnecting from the aircraft body.

Leading interface- an aluminum rods placed at the rear part of the car which lifts and leads the car towards the aircraft's connection interface.

מטרת הפרויקט הייתה לתכנן כלי תחבורה דואלי המסוגל לנוע על הקרקע ולשמש כתא נוסעים מוטס, כאשר מאפייניו הבולטים הינם המראה ונחיתה אנכית וכן יכולת ניתוק של האלמנטים התעופתיים כך שיוכל לשמש את הנוסעים גם לנהיגה עירונית. העקרונות המובילים של פרויקט זה הינם ביצוע תכן שיניב משקל נמוך ככל הניתן למול חוזק גבוהה, עמידה בתקני כביש ותקנים תעופתיים ותכנון מנגנון מעבר בין תצורת אוויר לתצורת כביש. תא הנוסעים מורכב מ: תא הבנוי משלדת מונו-קוק (Monocoque) כאשר החוזק המבני מגיע ממוטות אלומיניום בשילוב עם מעטפת מחומרים מרוכבים. מערכות היגוי מתלים ובלימה - מתבססים על המערכות הקיימות ברכב מסוג Toyota Aygo. מנגנון קיפול גלגל אחורי - תכן ייעודי שתפקידו לקפל/לפרוס את הגלגל האחורי בעת חיבור/ניתוק מגוף כלי הטייס. ממשק הובלה לחיבור אל גוף המטוס - מוטות הרמה הממוקמים בחלקו האחורי של תא הנוסעים ותפקידם להוביל את תא הנוסעים אל גוף המטוס בעת החיבור אליו.

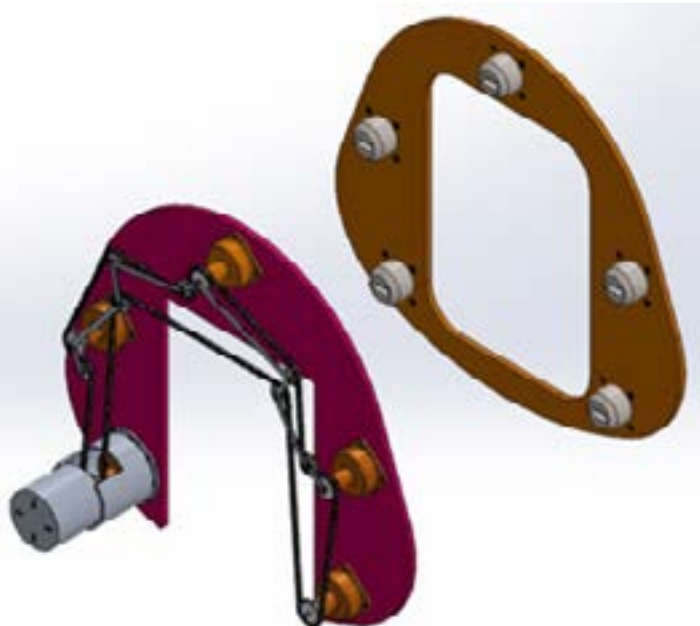


Wings and Cabin Connection System

עדי מיכאלוביץ, עמליה ברודי, קילא וולגל | מנחה: מר גיורא גורלי

To build a vehicle capable of flight and road travel, we designed a connection system between the passenger cabin and wings. The system is composed of five mechanisms, each one is like the quarter-turn lock. In the back part of the cabin there is a chain connecting the five mechanisms and ensures the mechanisms lock simultaneously. The chain is driven by a DC motor connected to it by a transmission. The motor has an internal brake to secure the lock. To disconnect the lock, voltage is applied in the reverse direction to rotate the motor in the opposite direction. The system has force sensors to signal to the user if the locking was performed.

לצורך בניית כלי המסוגל לשמש לנסיעה על כביש ולטיסה תכננו מערכת חיבור וניתוק בין תא נוסעים למכלול כנפיים. המערכת מורכבת מ-5 מנגנונים, כל אחד מסגנון סגר רבע סיבוב. בחלק האחורי של תא הנוסעים קיימת שרשרת המחברת בין חמשת המנגנונים, ומבטיחה שהמנגנונים ינעלו יחד. השרשרת מונעת על ידי מנוע DC המחובר אליה דרך תמסורת. למנוע בלם פנימי המשמש כאבטחת נעילה. כדי לנתק את החיבור, מספקים מתח בכיוון ההפוך על מנת לסובב את המנוע לכיוון השני. במערכת קיימים חיישני כוח כדי לאותת למשתמש האם הנעילה התבצעה.



תכן שלדה לרכב פורמולה טכניון 2020

Formula Technion 2020 Chassis Design

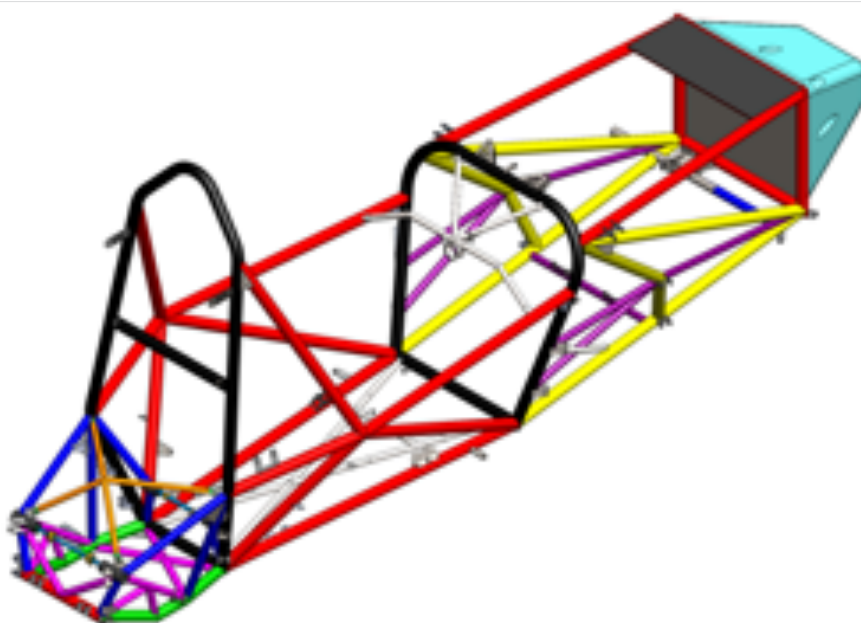
עמרי שטיין, יובל בר-סלע, רון קיזל, בועז לוי | מנחה: מר נמרוד מלר

Our project's objective was to produce a chassis for the 2020 Formula Technion combustion vehicle. We started this year's design based on the chassis geometry originally introduced in 2018. The main design objective of the chassis is to reduce weight and increase stiffness, while adhering to the competition regulations. The 2019 chassis was very lightweight but was not as stiff as required of us. We turned to FEA in order to find new ways to improve the chassis' stiffness-weight ratio and to find new ways of utilizing composite materials and non-ferrous metals (mainly titanium) in our design.

The main tools we used were Solidworks Weldments tools and Solidworks FEA

מטרת הפרוייקט היתה לתכן ולייצר את שלדת רכב הבעירה של פורמולה טכניון 2020. התחלנו לתכן את השלדה על בסיס המבנה הגיאומטרי שהוצג לראשונה ב-2018. המטרות העיקריות בתכן השלדה הן הפחתת המשקל והגדלת הקשיחות, תוך היצמדות לדרישות תקנון התחרות. שלדת 2019 היתה קלה מאוד אך לא היתה קשיחה במידה שנדרשנו אליה. פנינו לסימולציות אלמנטים סופיים על מנת למצוא דרכים לשיפור יחס קשיחות-משקל של השלדה, וכן למציאת דרכים חדשות לשימוש בחומרים מרוכבים ומתכות מתקדמות (בעיקר טיטניום) בתכן שלנו.

הכלים העיקריים בהם השתמשנו היו SolidWorks Weldment tools ו-SolidWorks FEA.



פיתוח מערכות מתלים ומכלול גלגל, פורמולה סטודנט 2020

Suspension and wheel assembly design, Formula Student 2020

לוטם נגר, פנינה פאדווא, ארנו בירון, תמיר פריינקלך | מנחה: מר נימרוד מלר

The purpose of the suspension and wheel assembly systems is the maintaining of optimal weight distribution and other dynamic parameters, such as high cornering grip and damping of road disturbances, to achieve maximum performance. Throughout the development process our main focus was to reduce the weight of all the different components while maintaining the desired performance, stiffness and safety factor. To achieve the reduction of weight we used, for the first time, 3D printed titanium parts that were designed using topology optimization. In addition some of the suspension rods were replaced with carbon fiber ones, and for the first time the team developed a custom made steering rack which is lighter than its commercial counterpart.

תפקיד מערכות המתלים והגלגל הוא שמירה על חלוקת משקל אופטימלית ופרמטרים דינמיים נוספים שמובילים לביצועיים מקסימליים במרוץ, לדוגמא אחיזה מרבית בפניות וריסון הפרעות מהכביש. לאורך הפיתוח התמקדנו במיוחד על הורדת המשקל של החלקים השונים במערכות בעוד שאנו משיגים את הביצועים הרצויים, עומדים במקדם הביטחון הרצוי ושומרים על קשיחות מרבית. לשם הורדת משקל ניסינו בפעם הראשונה הדפסה תלת ממדית מטיטניום לחלקים במערכת הגלגל, החלקים הללו תוכננו בעזרת אופטימיזציה טופולוגית. כמו כן, חלק ממוטות המתלים הוחלפו במוטות מסיבי פחמן, ובפעם הראשונה הקבוצה פיתחה מסרק הגה שאינו קנוי והנו קל יותר מהאלטרנטיבה בשוק.



מערכת הפחתת גרר פרויקט פורמולה 2020

Drag Reduction System Formula Group 2020

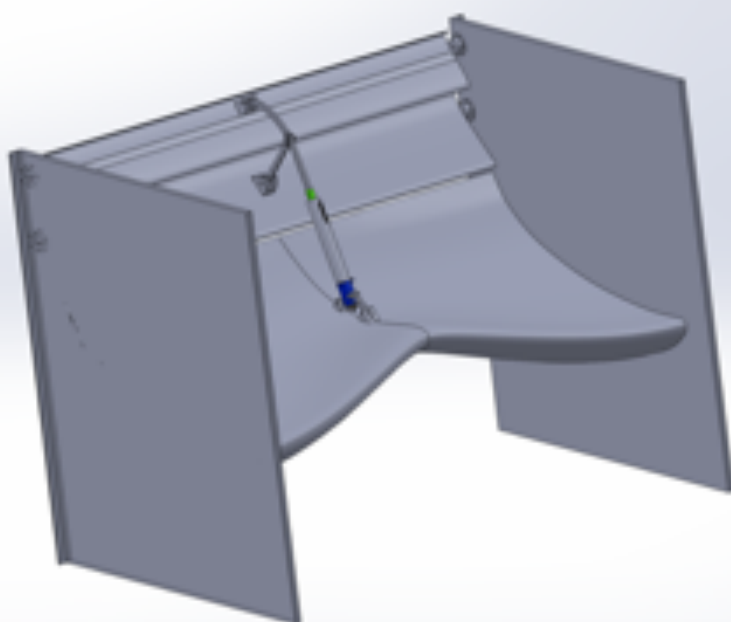
היתם סליבי | מנחה: ד"ר נפתלי סלע

The Drag Reduction System (DRS) was first designed in 2019. The idea was that if we can change the angle of the wings we can control the downforce and the drag that the car experiences, thus opening the wings at times to gain maximum speed.

This year the system was reengineered using a new mechanism that collects data from the computer like speed and the angle of the steering and determines when to open up the wings. We control the wings using an electric piston connected to the rear wings and the electric motor of the system.

מערכת הפחתת גרר תוכננה לפעם הראשונה בשנת 2019. הרעיון היה אם נשנה את זווית הכנפונים האחוריים נאפשר שליטה עם כוח הגרר והעילוי ונוכל להפחית את הגרר בזמנים שצריכים מקסימום מהירות.

השנה תיכננו את המערכת מחדש עם מנגנון שונה כך שהיה מקבלת נתונים ממחשב הרכב כמו מהירות הרכב וזווית ההגה, שנוכל להחליט מתי לפתוח ולסגור את הכנפונים. השליטה על הכנפונים מתבצעת ע"י בוכנה חשמלית מחוברת אל הכנפונים והמנוע על המערכת.



הסבת רכב פורמולה בעירה 2019 לאוטונומי - אינטגרציה ושלדה

Converting 2019 formula combustion race car into autonomous car – integration and chassis

יניב יולס | מנחה: ד"ר נפתלי סלע

The team has made changes to the existing chassis model of the 2019 combustion car, while complying with the regulations and system constraints, considering interfaces with the actuation, electrical and software teams. The main challenges were arranging the components (computer, controllers, gas cylinders) in the car while considering their large dimensions, creating high accessibility for the teams that maintains them, keeping the height of the car's center of gravity low and complying with the strict ruleset. The system consists of steel tubes which constitute the car's chassis and the trusses used for placing the components, brackets used for integrating between the car's systems and steel plates used for holding the components.

הצוות ביצע שינויים במודל השלדה הקיים מרכב בעירה 2019 תוך עמידה בדרישות התקנון ואילוצי המערכת והתחשבות בממשקים לקבוצות האקטואציה, חשמל ומחשבים של הרכב. האתגרים העיקריים לצוות היו מציאת מקום לרכיבים השונים (מחשב, בקרים, מכלי לחץ) תוך התחשבות בממדיהם הגדולים, הקפדה על נגישות גבוהה עבור הצוותים אשר מתפעלים אותם, שמירה על מרכז כובד נמוך ועמידה בחוקי התקנון הנוקשים. המערכת כוללת צינורות פלדה אשר מהווים את שלדת הרכב ואת מסבכי הצינורות למיקום הרכיבים, ברקטים לחיבור המערכות ופלטות מתכת להחזקת הרכיבים.



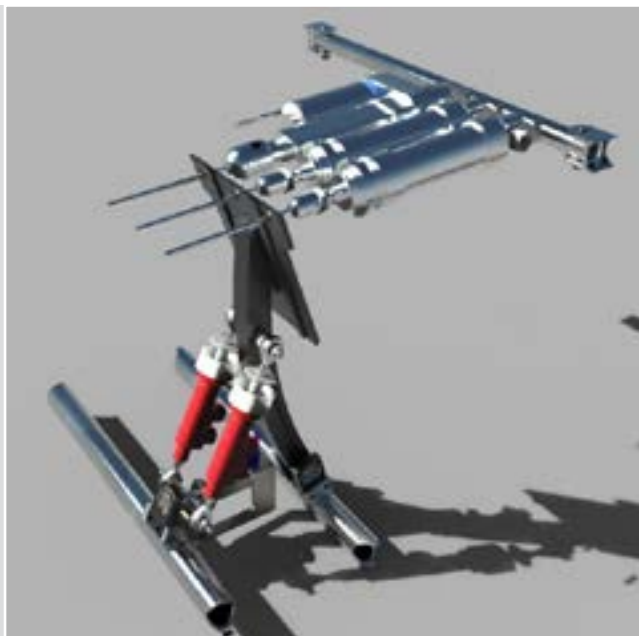
אקטואציה אוטונומית לבלמים ומערכת EBS

Brake Actuation and EBS System

מנחה: ד"ר נפתלי סלע | אדוארד קברין, חמזה חלייחל

This project is a part of the Electric Autonomous Formula Technion 2020 SAE. The main goal is to design a Brake Actuation System and Emergency Brake System (EBS). These systems are designed based on the FSD rules. The Brake Actuation System consists of the electric motor, linear actuator based on a propulsion screw, which is operated by the control system and press the brake pedal during operation. EBS system is an emergency brake system, which is supposed to brake the vehicle until a complete stop, while there is drop of electrical voltage. This system consists of two pneumatic pistons which are actuated by a gas tank. In case of emergency, one piston is activated on the brake pedal. If this piston is not activated due to a malfunction, the second piston will be activated. During the project, we have done a strength analyses to guarantee the systems can withstand the forces and stresses it experiences while the vehicle is driving.

פרוייקט זה - הוא חלק מפרוייקט הפורמולה האוטונומית של שנת 2020. מטרת הפרוייקט היא לבצע תהליך תכן מלא של מערכת אקטואציה אוטונומית לבלמים של הרכב ומערכת בלימת חירום (EBS). מערכות תוכננו בהתאם לחוקי התחרות FSD. מערכת אקטואציית הבלמים מורכבת ממנוע חשמלי - אקטואטור לינארי המבוסס על בורג הנעה, אשר מופעל על ידי מערכת בקרה ולוחץ על דוושת הבלם בזמן הפעלתו. מערכת EBS - היא מערכת בלימת חירום, אשר אמורה לבלום את הרכב בזמן חירום עד עצירה מלאה, כאשר יש נפילה של מתח חשמלי. מערכת זאת מורכבת משתי בוכנות פנאומטיות אשר מופעלות על ידי מיכל גז. בעת חירום בוכנה אחת מופעלת על דוושת הבלם. במידה ובוכנה זאת לא תופעל על ידי מיכל גז עקב תקלה כלשהי, הבוכנה שנייה תופעל במקומה. במהלך הפרוייקט בוצעו, בין היתר, אנליזות חוזק על מנת לוודא כי מערכות עומדות בכל העומסים הפועלים עלין בעת נסיעת הרכב.



The background of the cover is a composite image. The left half is a solid dark blue vertical band. The right half is a green-tinted photograph of an industrial machine, likely a lathe, with a large gear visible. The overall aesthetic is modern and industrial.

פרוייקטי גמר

מחקר

2019
2020

פיתוח יד רובטית מודפסת - MyFive

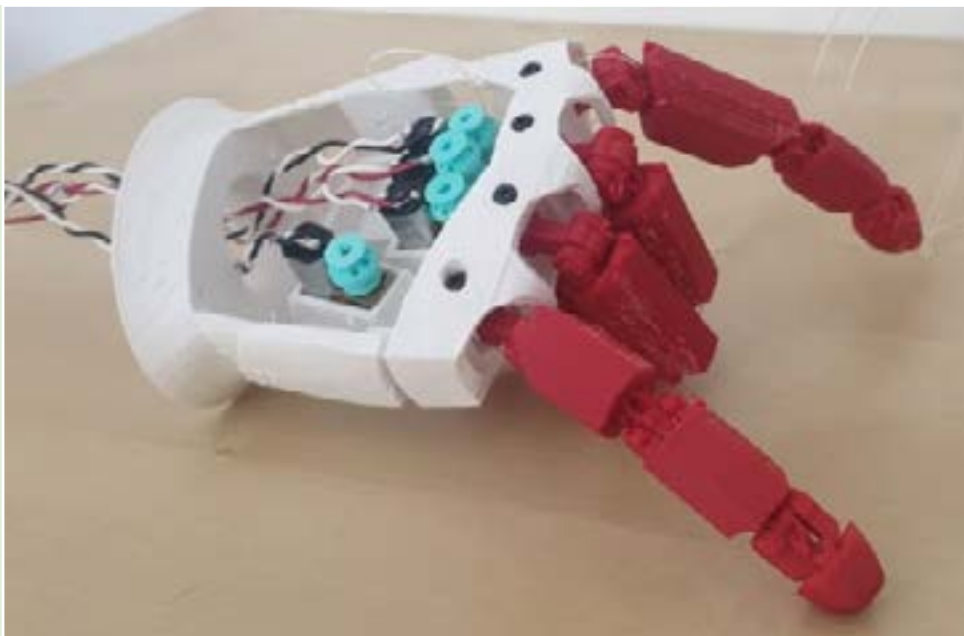
MyFive - 3D printed robotic hand

איגור דה פאולה - עיבוד נתונים | עדי צור ולירן ניירז - פעולת כף היד | ענבר יאראק - ממשק גדם וזיווד
זהר אור - אינטגרציה תכנון וניהול

מנחים: פרופ' אלון וולף, גב' שונית פולינסקי

The project's vision is to create a prosthetic arm for below the elbow amputees at an accessible price, up to 250\$, yet with good performance. Most parts are made from printed plastic. The idea is that all information required for manufacture will be available on the web such that every place with access for a 3D printer and a small budget could manufacture the prosthetic. Action principle – EMG sensors located on limb residual reads commands from user. Pass it to microprocessor that process it and gives an appropriate command to the motors to move the fingers. The project is continual, such that each year it progresses a bit. This year we have developed the socket from scratch, and now we have a primary model. We have changed the EMG sensors from wet type to a dry type that fits for long time use. In addition, we have upgraded hand grip such that it could close properly, and we have implemented a current control for it. Furthermore, we have chose a battery and packed all electrical component inside a shell that adds up together with socket and hand to a full functioning product.

חזון הפרוייקט הינו לאפשר לקטועי יד מתחת למרפק בעלי תקציב נמוך להשיג יד תותבת עם ביצועים טובים במחיר נמוך, עד \$250. היד מורכבת בעיקרה מחלקי פלסטיק מודפסים. הרעיון הוא שכל המידע הנדרש לייצור התותבת יהיה נגיש ברשת כך שבכל מקום עם גישה למדפסת תלת מימד ותקציב קטן ניתן יהיה לייצר את היד. עקרון הפעולה - חיישני EMG הממוקמים על השרירים קוראים את פקודות המשתמש ועוברים למיקרומעבד אשר מעבד אותם ונותן פקודות למנועים להפעיל את האצבעות. הפרוייקט הינו מתמשך כך שבכל שנה הוא מתקדם עוד. השנה פיתחנו מאפס את הסוקט, החיבור בין הגדם ליד והגענו למודל ראשוני עובד. המרנו את החיישנים הרטובים לחיישנים יבשים המתאימים לשימוש לארוך זמן. בנוסף שיפרנו את סגירת היד כך שהאצבעות תוכל להתקפלנה עד הסוף ויישמנו בקרת זרם לשליטה על הסגירה. כמו כן בחרנו סוללה עבור הפרוייקט וזיוודנו את כל הרכיבים האלקטרוניים בתוך מעטפת המתחברת לכדי מוצר שלם.



אופטימיזציה לקביעת מסלולים במערכות עם יתירות

Optimization of motion in systems with redundancy

סרה תדהר | מנחה: פרופ' יורם הלוי

The goal of this project is to optimize the energy consumed in a motion of a system with redundancy. This means the aforementioned system is planar, but has 3 co-dependent DoF, meaning there are infinitely many ways to follow a known path. As a soft constraint for the input signal and the motion of the minor DoF, penalty functions were added. We are concerned with optimizing the motion between two known points, and the tracking of a known path with respect to time. This was solved using optimal control theory, which supplies the missing boundary conditions. Since the differential equation is a Two Point Boundary Value Problem (TPBVP), and its eigenvalues are ill-conditioned, solving it directly is very difficult numerically. As a result, we use the Co-location method to solve this problem, which interpolates a solution based on an initial guess. Additionally, this problem was solved using a different approach. We assume polynomial motion in each DoF, and find an expression for the cost function using the polynomial coefficients. Using static optimization, a sub-optimal solution is obtained. We compare the two solutions as a function of the polynomial degree.

הפרויקט עוסק באופטימיזציה לאנרגיה שנצרכת בתנועה של מערכת עם יתירות בדרגות החופש. משמע, המערכת היא מישורית אך יש לה 3 דרגות חופש מצומדות, ולכן קיימות אינסוף דרכים לעקוב אחרי מסלול נתון. בכדי להגביל את אות הכניסה ואת התנועה של דרגת החופש המשנית, הוספו פונקציות עונש. הבעיה שאנו פותרים היא תנועה בין שתי נקודות נתונות, ועקיבה אחרי מסלול נתון בזמן ידוע. אנו פותרים זאת בעזרת תורת הבקרה האופטימלית, אשר מספקת את תנאי השפה שחסרים בבעיה. מאחר ולמשוואה הדיפרנציאלית יש תנאים בשני הצדדים (TPBVP), וההבדלים בין הערכים העצמיים שלה מאוד גדולים, פתירתה באופן ישיר היא מאוד קשה מבחינה נומרית. לכן, השתמשנו בשיטת קולוקציות, המשתמשת בניחוש התחלתי בכדי להתכנס לפתרון. בנוסף, הבעיה נפתרה גם בגישה אחרת. אנו מקרבים את התנועה לפולינומים בדרגות החופש, ומצאנו ביטוי למחיר לפי מקדמי הפולינומים. באמצעות אופטימיזציה סטטית, מתקבל פתרון תת-אופטימלי. השוואה בין התוצאות של שתי השיטות השונות כתלות במעלת הפולינום.

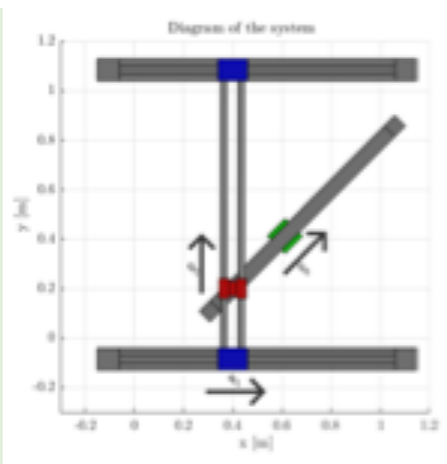


Figure -1 diagram of a planar system with 3 DoF

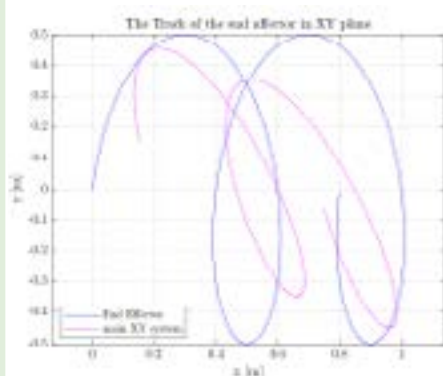


Figure -2 example of path for the system and the main sub-system

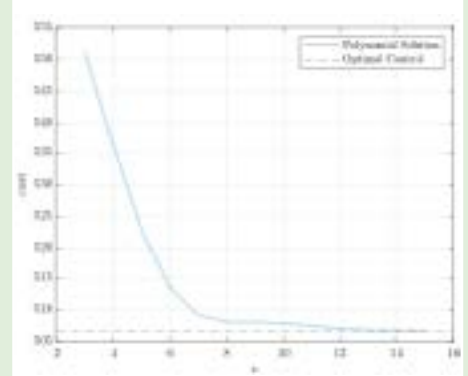


Figure -3 example of comparison for polynomial approximated optimization

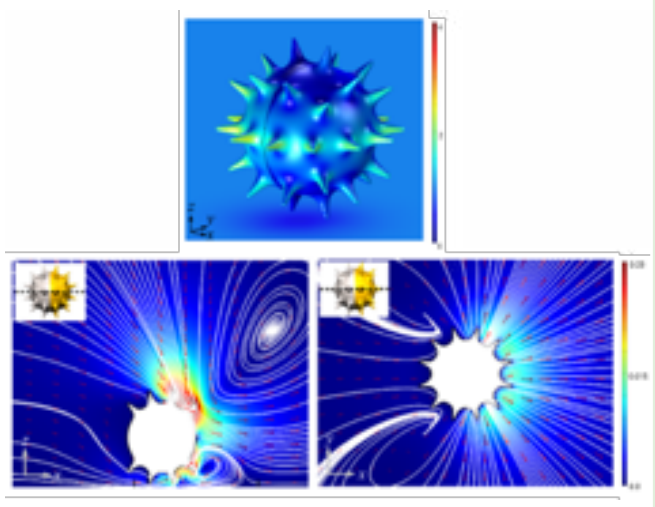
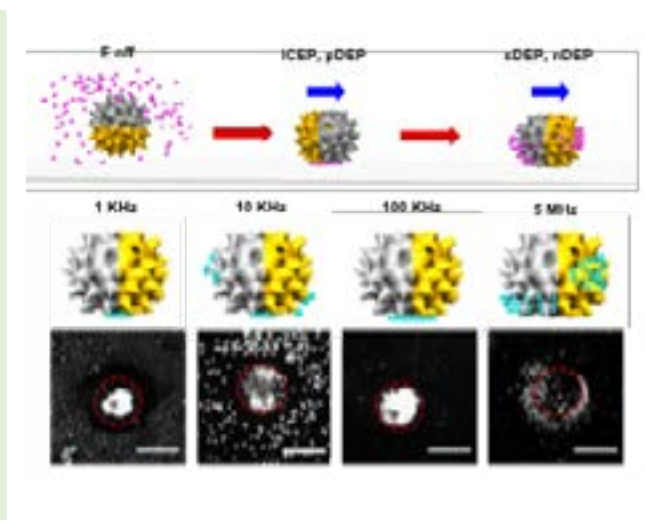
איסוף והעמסת חלקיקים ע"י חלקיק ביו היברידי מבוסס אבקן מבוסס מנגנון דיאלקטרופורטי

Enhanced cargo loading of an electrically powered active bio-hybrid pollen

ליאור פינקלמן | מנחה: פרופ"ח גלעד יוסיפון

The use of active particles for cargo transport offers unique potential for applications ranging from targeted drug delivery to lab-on-a-chip systems. Previously, Janus particles (JPs), acting as mobile microelectrodes have been shown to transport cargo which is trapped by a dielectrophoretic mechanism. Herein, we aim to extend this into an active pollen having multiple dielectrophoretic traps associated with its many spikes. We characterize its cargo loading behavior of varying cargo size and across a broad range of frequencies and voltages. In particular, we compare its unique features relative to those of the commonly used spherical JP exhibiting an enhanced cargo loading and interesting electro-convection response due to its irregular shape. The resultant findings open new opportunities of using bio-hybrid particles such as pollen with diverse and irregular shapes.

השימוש בחלקיקים אקטיביים לטובת הובלת מטען מציע פוטנציאל ייחודי למגוון יישומים הנדסיים, החל ממטן מדויק של תרופות עד למימוש מערכות "מעבדה על שבב". עבודות מחקר קודמות התמקדו בחלקיקי גאנוס כדוריים (או JP) שמשמשים כמיקרו-אלקטרודות ניידות, אשר הוכיחו מסוגלות ללכידת מטען והנעתם על בסיס מנגנון דיאלקטרופורטי. במחקר זה, אנו שואפים להרחיב תובנות אלו בעבור חלקיקי אבקנים, אשר בעקבות הצורה הגאומטרית הייחודית שלהם, בעלת קוצים מרובים, מציגים מלכודות דיאלקטרופורטיות מרובות הקשורות לאותם קוצים. אפיינו את יכולות העמסת המטען של האבקן עבור מגוון גדלי מטען ועבור סט רחב של תדרים ומתחים. פרטנית, אנו משווים את התכונות הייחודיות של האבקן ביחס לאלו של חלקיקי JP הכדוריים, הנפוצים לשימוש, כאשר השווה זו מציגה שיפור ביכולות העמסת מטען וחושפת תכונות ייחודיות הנובעות מהצורה הגאומטרית הלא שכיחה. הממצאים המוצגים פותחים הזדמנויות חדשות לשימוש בחלקיקים ביו-היברידיים כמו אבקנים מסוגים שונים, בעלי צורות מגוונות וייחודיות.



אפיון הכשל המכאנו-כימי בשתלים דנטליים

Characterization of The Mechano-Chemical Failure in Dental Implants

משה שמיר | מנחים: פרופ' דניאל ריטל, ד"ר קרן שם-טוב יונה

Dental implants made of titanium and its alloys are widely used these days, while about 30% of them causing peri-implantitis diseases around the implant.

My research shows mechano-chemical characterization of extracted dental implants following peri-implantitis, and in addition comparison with data collected from unused implants.

The research includes surface SEM pictures, metallographic preparation and SEM micro-structure pictures, surface roughness (Ra), and EDS/XPS analysis.

All this information and the comparison I'll do with unused implants will throw light on this whole problematic condition, hence allow deducing of some realizations about peri-implantitis or rejecting assumptions.

Later on, integration of various biological cultures will be examined, and farther research of corrosion progression in titanium and its alloys.

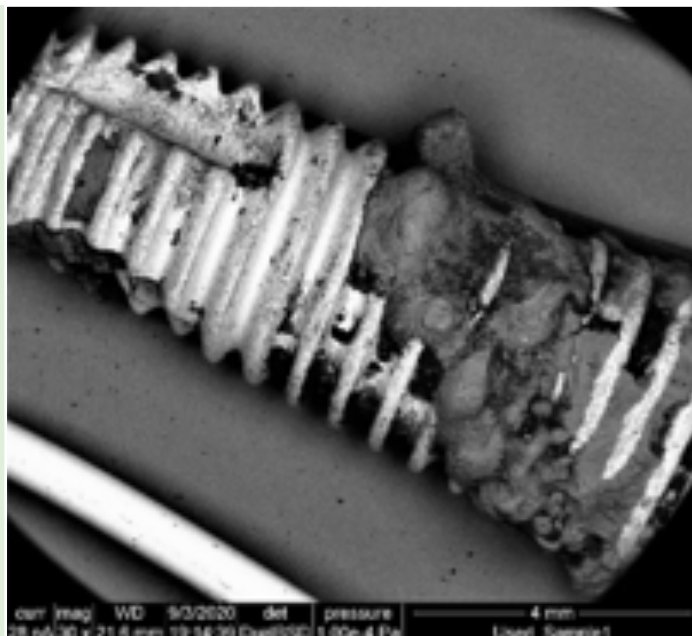
שתלים דנטליים העשויים טיטניום וסגסוגות טיטניום נמצאים בשימוש נרחב כיום, כאשר כ-30% מהם גורמים למחלות חניכיים סביב השתל.

המחקר שלי עוסק באפיון מכאנו-כימי של שתלים דנטליים שהוצאו בעקבות התפתחות המחלה, ובנוסף השוואתם לחקר ואיסוף נתונים משתלים חדשים שלא שומשו.

החקר כולל צילומי פני שטח, הכנה מטלוגרפית וצילומי מיקרו-מבנה במכשיר SEM, בדיקת חספוס פני השטח (Ra) ואנליזות EDS/XPS.

המידע הרב שנאסף וההשוואה שאעשה עם שתלים חדשים שלא שומשו ישפכו אור על הבעיה ויאפשרו להסיק מסקנות לגבי הגורמים למחלת החניכיים או לשלול השערות שעולות.

בהמשך המחקר שילוב של השפעות ביולוגיות מתרביות שונות ייבדקו, כמו גם העמקה של בחינת התפתחות הקורוזיה בטיטניום וסגסוגות טיטניום.



אפיון והפעלה של קורה פייזואלקטרית המשמשת כרמקול לאותות בתחום השמע

Characterization and proper operation of a piezoelectric cantilever that is used as a loudspeaker for audio signals

חוליאן לינטון | מנחה: פרופ' דוד אילתה

Piezoelectric actuators allow an efficient transduction of electric signals to acoustic audio signals. This efficiency emanates from the large piezoelectric coupling factor. Therefore, piezoelectric structures may be used as microscale loudspeakers for audio signals. The power density of audio signals at each acoustic wave frequency, is determined by the acoustic signal we want to play. Within the frequency range of human audio hearing (20Hz to 20kHz), we would like to determine different intensities whose combination will produce the desired acoustic signal. However, piezoelectric structures have specific natural frequencies, in which the transduction of electric signals into acoustic signals is very efficient, and a range of other frequencies in which this transduction is much weaker.

The aim of this project is to characterize the dynamic electromechanical response of a piezoelectric plate. Furthermore, a protocol will be developed to re-scale the electric signal, such that the acoustic signal will have the desirable power density spectrum.

אקטואטורים פייזואלקטריים מאפשרים להמיר אותות חשמליים לאותות מכניים, והמרה זו יעילה באופן יחסי תודות לעוצמה הגדולה של הצימוד האלקטרו-מכני. לכן, למבנים אלה יש פוטנציאל לשמש כרמקולים זעירים לאותות שמע. ניתן לתאר אות שמע (שיר, דיבור וכו') כאילו הוא מורכב ממספר סופי של אותות שמע בתדרים שונים, כשעוצמת כל אות משתנה באופן בלתי תלוי בזמן. תחום השמע האנושי הוא 20Hz עד 20kHz, ובכדי ליצר אות שמע, נרצה לקבוע עוצמות שונות לאותות בתדרים שונים בתחום תדרים זה.

השימוש באקטואטורים פייזואלקטריים לשידור אותות שמע מאתגר, מפני שלמבנים פייזואלקטריים יש תדירויות עצמיות. בתדירויות העצמיות ההמרה של אות חשמלי לאות אקוסטי היא יעילה במיוחד, ואילו בתחומי תדירויות אחרים יעילות ההמרה נמוכה בהרבה. מטרת הפרויקט היא לאפיין מבנה של פלטה פייזואלקטרית, ולזהות את תדירויותיה העצמיות. בנוסף יפותח פרוטוקול לעיבוד אותות חשמליים (אות שמע מוקלט) כך שפילוג עוצמת האות האקוסטי שישודר מהפלטה הרוטטת, לא יושפע מהתדירויות העצמיות של המבנה.

אפקטים לא ליניאריים ברטט של קורות שלוחות

Nonlinear effects in the free vibrations of cantilever beams

ליאור מוסניקוב | מנחה: פרופ' דוד אילתה

Micro resonators are a building block in many emerging sensor technologies. Sensors that are based on linear resonators have a superior performance. This is because the response of linear resonators is easy to calibrate, and it is also relatively easy to account for the effect of ambient conditions. It is well known that the natural frequency of a vibrating cantilever decreases as the amplitude of vibration increases. In the literature this effect is often referred too as 'dynamic softening', and this term suggests that the stiffness of the system decreases with increasing amplitude. In this research we will investigate this nonlinear effect, using approximate analytic solutions and finite-elements simulations. Specifically, the analytic solution will be a static analysis of the structure when it is subjected to 'd'Alembert' force, and dynamic simulations using 'frequency sweeps' and 'auto-resonance' methods.

רזונטורים מיקרו-מכניים מהווים אבן יסוד בהתקני חישה רבים. להתקני חישה שהתגובה שלהם לינארית יש יתרון גדול מפני שקל לכייל אותם, וקל להתחשב בהשפעת תנאי סביבה על ביצועיהם. במחקר זה נבחן אפקטים לא ליניאריים בתגובת התנודות החופשיות של קורה רוטטת. ידוע כי התדר הטבעי של קורה רוטטת יורד ככול שעוצמת התנודה גדלה. בספרות מקובל לכנות תופעה זאת כ"ריכוך דינמי", וכינוי זה מרמז על כך שהקשיחות האפקטיבית של המבנה יורדת עם עליית עוצמת התנודה. במחקר נבחן את התדר הטבעי של המבנה תוך שימוש במודלים אנליטיים ואנליזות אלמנטים סופיים. שיטות האנליזה יכללו חישובים סטטיים מקורבים בהם הדינמיקה מבוטאת בעזרת כוחות דה-לאמבר, ואנליזות דינמיות הכוללות 'סריקת תדר' ו'אוטו-רזוננס'.

הכנסת אטם באמצעות בקרת עכבה

Insertion of Gasket Using Impedance Control

נבו ענבר, גיא רותם | מנחים: מר ישראל שלהיים, פרופ"ח מרים זקסנהויז

Many companies in the industry integrate robots at their production lines to streamline processes. One of the main issues concerning some of these companies is performing tasks with flexible objects.

The purpose of this project is to investigate a possible solution to this problem using Impedance Control techniques.

Impedance Control allows control of the robot's interaction with its environment, thus helping it execute such tasks.

In this project we evaluated performance benefits using Impedance Control (in regard to position errors and forces) compared to more traditional control methods for the task of inserting a rubber gasket into a slot on a plastic box, using a UR5 robot.

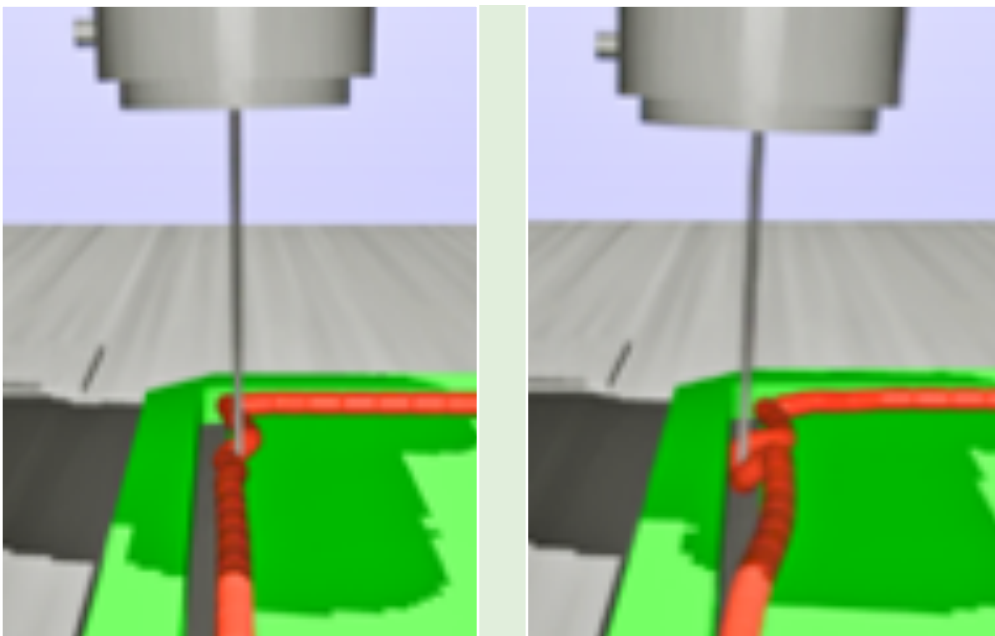
This project is part of the "Robots in the Industry" consortium.

חברות רבות בתעשייה משתמשות ברובוטים כחלק מפס הייצור במטרה לייעל תהליכים. אחת הבעיות המרכזיות בשימוש זה הנה ביצוע פעולות עם אובייקטים גמישים.

פרויקט זה בא לחקור מענה אפשרי לצורך זה, באמצעות שימוש בבקרת אימפדנס.

בקרת האימפדנס מאפשרת שליטה על אופן האינטראקציה של הרובוט עם הסביבה ובכך מסייעת בביצוע משימות המערבות מגע עם הסביבה. בפרויקט אנו חוקרים את ביצועי בקרת האימפדנס (מבחינת התמודדות עם שגיאות מיקום וכוחות) אל מול בקרה בשיטות קלאסיות עבור פעולה של הכנסת אטם גומי בתוך חריץ בקופסת פלסטיק על רובוט מסוג UR5.

הפרויקט הינו חלק ממאגד "רובוטיקה בתעשייה".



בקרת זרימה אקטיבית בעזרת פריקה דיאלקטרית על להבי רוטור

Active flow control using DBD actuation on rotor blades

דור פולונסקי | פרופ' דוד גרינבלט

Flow separation from a wing / rotating blade configuration (Rotor), is a known phenomenon, with accompanying effects that can harm the system, both aerodynamically and mechanically. Active flow control using DBD actuation, allows the utilization of the instability effect seen in high Reynolds flows, to change the concentration and intensity of the vortices along the blade, and so control the point of flow separation. Optimal control can significantly increase lift, and in certain cases as seen in this project, decrease drag forces. And so, decrease the energy consumption of the system.

התנתקות של אוויר מפני כנף \ מערכת מסתובב של להבים (רוטור), הינה תופעה ידועה, בעלת אפקטים נלווים היכולים להזיק לפעולת המערכת, הן אווירודינמית והן מכנית. בקרת זרימה אקטיבית בעזרת פריקה דיאלקטרית, מאפשרת ניצול תופעת אי היציבות הנגרמת במספרי ריינולדס גבוהים, כדי לשנות את ריכוז ועוצמת המערבולות לאורך הלהב ובכך לשלוט על נקודת ההתנתקות של האוויר. בקרה מיטבית, יכולה להביא לשיפור משמעותי של העילוי, ואף במקרים כמו שנתגלו בפרויקט זה, להקטין את כוחות הגרר ובכך להקטין את צריכת האנרגיה למערכת.

דינמיקה של מבנים שכבתיים אלסטיים-אקטיביים עם מצבים מנוונים

Dynamics of active elastic laminates with degenerate modes

גיא אלבז | מנחה: : פרופ"ח גל שמואל

We study wave propagation in a one-dimensional periodic elastic laminate. The alternation in the laminate properties is between viscoelastic layers—which dissipate energy and active layers—which supply energy to the system. Under certain conditions, two or more of the natural modes of the system coalesce. These states are referred to as degenerate states, which give rise to unusual wave phenomena, such as asymmetric reflections, super-sensitivity, etc.

In this project, we develop a method to identify under which conditions these states emerge. We also develop an analytic method to predict how elastic waves propagate in a laminate whose properties are spatially modulated about these conditions. We compare these predictions with finite elements simulations to find an excellent agreement. Our results show that when the laminate is excited in its two fundamental modes, only one remains, where the remaining wave depends on which end the laminate is excited. We thus refer to such laminates as chiral mode switches.

אנו חוקרים התקדמות גלים במבנים אלסטיים מחזוריים חד-ממדיים. החומר השכבתי עשוי שכבות המורכבות מחומרים ויסקו-אלסטיים-אשר מבצעים דיסיפציה של אנרגיה מהמערכת ומחומרים אקטיביים אשר מספקים אנרגיה למערכת. תחת תנאים מסוימים, שניים או יותר מהמצבים הטבעיים של המערכת מתלכדים ונעשים בלתי תלויים. מצבים אלו נקראים מצבים מנוונים, ומאפשרים לנו לחזות בתופעות גלים שלא נראו בטבע כמו החזרה לא סימטרית, רגישות על ועוד.

בפרויקט זה, אנו מפתחים שיטה למצוא תחת אילו תנאים מצבים אלו מתנוונים. בנוסף, אנו מפתחים שיטה אנליטית לחזות כיצד גלים אלסטיים מתקדמים תחת מבנה שכבתי שתכונות שכבותיו משתנות בצורה מרחבית סביב תנאים אלו. אנו משווים את התחזיות האנליטיות שלנו בעזרת סימולציות אלמנטים סופיים ומוצאים התאמה מצוינת. התוצאות שלנו מראות כי כאשר המבנה מעורער בשילוב של שני המצבים האופייניים שלו, רק אחד נשאר כאשר זה שנשאר מותנה בכיוון בו העמסנו את המבנה. על כן, אנחנו קוראים למבנה זה מצב קירלי.

הנעה אופטית של חלקיק ג'אנוס עם ציפוי של מוליך למחצה

Optically actuated Semi-Conducting Janus Particles

דניאל סופר | מנחה: פרופ"ח גלעד יוסיפון

Janus particles (JP) are microparticles with some broken symmetry, e.g. metallo-dielectric JP that are coated on one side and hence exhibiting a contrast in their electrical properties on their opposite sides. We intend to investigate the mobility of spherical Janus particle made of a dielectric material (e.g. Silica) with a half particle semi-conducting material coating (e.g. ZnO / InO) immersed within an electrolytic solution and under an applied alternating current electric field. We will then tune the light illumination in terms of both intensity and wavelength and see how the semiconducting JP respond. We expect the electronic conductivity of the semiconducting coating to change continuously from a dielectric to conductor-like behavior with increase of the light intensity of the right wavelength (i.e. photon energy beyond the bandgap of the semiconductor). Hence, a transition between different electrokinetic propulsion mechanisms with varying electric field frequency is expected. We will also examine if thermal effects are important due to absorption of the radiation.

חלקיקי ג'אנוס הינם חלקיקים מיקרוניים מהנדסים באופן ייחודי, הנותן להם תכונות חשמליות וגיאומטריות ייחודיות. אנו חוקרים כיצד חלקיק ג'אנוס כדורי העשוי מחומר דיאלקטרי (Silica למשל), שחציו מצופה בחומר מוליך למחצה (ZnO / InO לדוגמא), מגיב לשדה חשמלי תונד, תחת תנאי הארה שונים בתוך תמיסה אלקטרוליטית. אודות לסגולות המיוחדות של המוליך למחצה, תחת תנאי הארה מסוימים, חציו של חלקיק הג'אנוס נעשה מוליך בעוד שחציו השני נשאר דיאלקטרי. אנו מעוניינים לבדוק את ההשפעה של עוצמות אור שונות, ואורכי גל שונים על תכונותיו של חלקיק הג'אנוס. אנו משערים כי ציפוי המוליך למחצה של החלקיק ישנה את מוליכותו באופן רציף, ממבודד למוליך ככל שנגדיל את עוצמת האור עבור אורך הגל המתאים (אורך הגל שתואם לאנרגיית העירור של המוליך למחצה). כתוצאה מכך, ניתן לצפות למנגנוני הנעה שונים עבור תדירויות שדה חשמלי שונות. בנוסף, אנחנו נמדוד את השפעתם של אפקטים תרמיים עקב ספיגה של הקרינה.

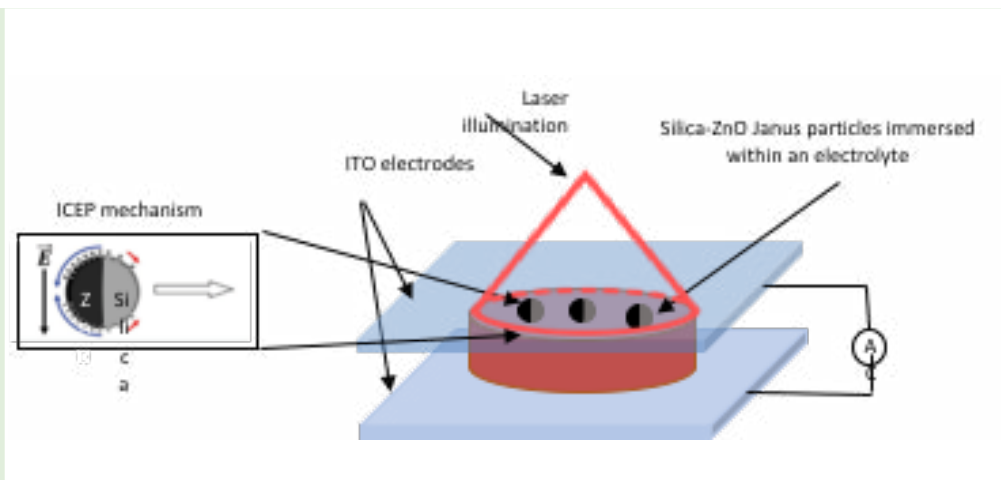


Fig.1: Schematic illustration of the experimental setup made of two parallel conducting glass slides with a spacer in between containing an electrolyte solution with JPs.

השפעות דלק מחודש, עשיר מימן, ושיטות הזרקה על ביצועיו ופליטותיו של מנוע בעירה פנימית

Influence of a hydrogen-rich reformat and injection method on performance and emissions of internal combustion engine

שלום אדם פרסי | מנחה: פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי

Hydrogen-rich reformat fuels are studied nowadays as potential alternative to reduce the dependency on fossil fuel. Hydrogen is gloriously known for his many qualities, some of them are high energy density (120 [Mj / kg]), high flammability limits, high burning velocities that opens a possibility of higher compression ratio leading to engine efficiency increase. This project is part of an ongoing research, to enable a steady production, on-board, of Hydrogen-rich reformat out of renewable fuels such as: Methanol, Ethanol etc., The production is carries out via Thermochemical recuperation (TCR) process. In this work, a comparison was made between different injection methods of reformat fuel. Engine performance and combustion parameters are evaluated. A high indicated efficiency (50%) is observed as well as a substantial reduction in engine emissions compare to gasoline baseline. However, further research is needed to improve the injection strategy to enable feasibility of the TCR process, and to farther reduce the engine emissions.

דלקים עשירי מימן נחקרים בימים אלו כדלקים פוטנציאליים העשויים להפחית את התלות בדלקי מאובנים. מימן ידוע רבות באיכויותיו, חלק מהן: צפיפות אנרגיה גבוהה (120 [Mj / kg]), גבולות הצתה רחבים, מהירויות בעירה גבוהות הפותחות אפשרות ליחס דחיסה גבוה יותר המוביל לעליית נצילות המנוע. פרויקט זה הוא חלק ממחקר מתמשך, החוקר היתכנות של ייצור onboard, במנוע עצמו, של רפורמט עשיר במימן מדלקים מתחדשים כגון: מתנול, אתנול וכו'. ייצור זה מתאפשר באמצעות תהליך "מחזור תרמו-כימית". בעבודה זו בוצעה השוואה בין שיטות הזרקת רפורמט שונות. בוצעה הערכה של ביצועי מנוע. נצפתה יעילות גבוהה (50%) (וכן ירידה משמעותית בפליטות המזהמים מהמנוע בהשוואה למנוע בנזין. עם זאת, יש צורך במחקר נוסף בכדי לשפר את אסטרטגיית ההזרקה כדי לאפשר היתכנות של תהליך ה - TCR, וכדי להקטין עוד יותר את פליטת המנוע.

השפעת הטקסטורה על התכונות המכניות של מתכות מסוג טיטניום וזירקוניום

The effects of texture on the mechanical properties of titanium and zirconium

דניאל טובול | מנחה: פרופ' דניאל ריטל

Most mechanical properties of materials are influenced by their crystallographic structure, mainly texture. Commercially pure zirconium and titanium both have an HCP crystallographic structure, resulting in a large influence of its orientation on the mechanical properties. During the project, a heat treatment aimed at changing the native texture was developed. The heat-treated samples are then compared to the non-treated sample of the same type under static and dynamic mechanical loadings. During said mechanical experiments, changes in mechanical properties were found in some of the samples type while other remained unaffected, indicating a potential influence of the stress state on the resulting mechanical properties.

חלק רב מהתכונות המכניות המרכזיות של חומרים שונים מושפע מהמבנה הקריסטלוגרפי שלהם אשר HCP ובפרט מהטקסטורה. למתכות זירקוניום וטיטניום מבנה תא יחידה הקסגו נלי מסוג בגלל צורתו ישנה חשיבות רבה לכיוונית שלו, שכן שינוי בכיוונית זאת גורם לשינוי במאפיינים, המכניים של החומר. במהלך הפרויקט נמצא טיפול תרמי לשינוי הטקסטורה של המתכות שנבדקו לאחר מכן המתכות עברו בדיקות מכניות סטטיות ודינמיות לצורך השוואה עם דגמי השוואה זהים שלא עברו את הטיפול התרמי המוזכר. במהלך הניסויים המכניים נמצאו הבדלים בחלק מסוגי. דגמי המתחה/ לחיצה בעוד שבאחרים התוצאות נשארו כמעט זהות

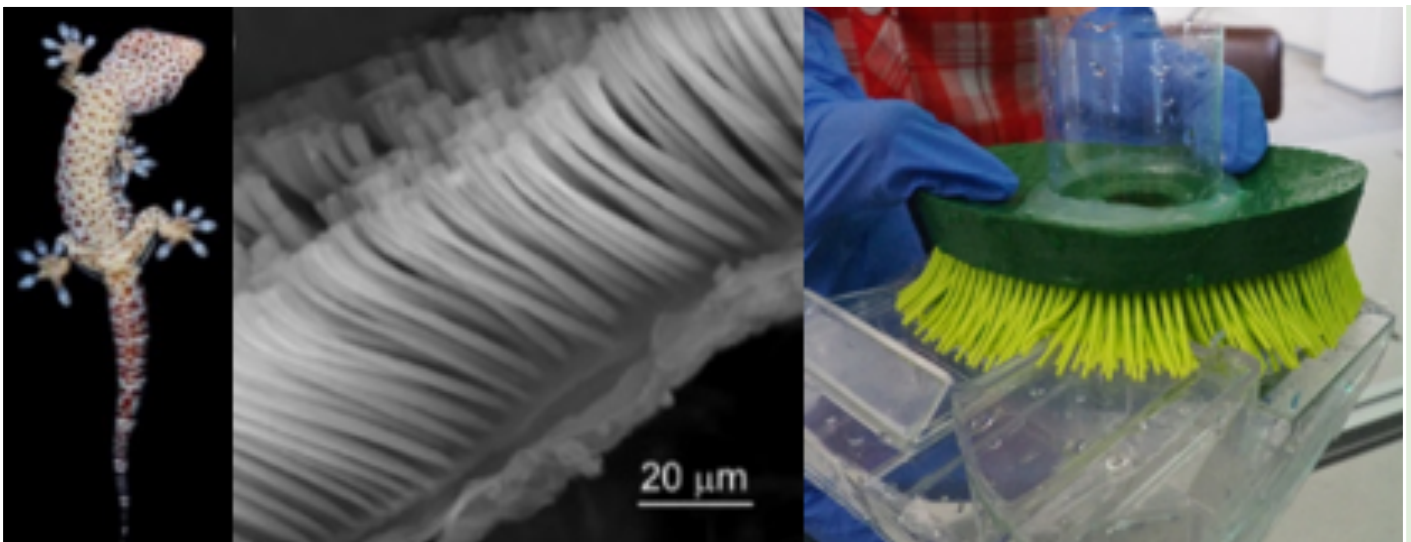
זיהוי חומרים אנרגטיים בסביבה ימית

Detection of energetic materials in marine environment

שמעיה עמית | מנחה: פרופ' איל זוסמן

In this project, we studied the ability to detect energetic materials in a marine environment, which is inherently violent and poses many mechanical challenges. The goal of the project was to develop a mechanical solution to enable the detection process, which requires protection from ocean flow and adaptability to adverse geometric surfaces. We were able to do this by implementing biomimicry principles in the microscopic research of geckos- on a much larger scale. Finally, the result of this research was complete protection from a standard ocean flow of $\sim 4[m/s]$ on an adverse surface. During the project, a prototype was built and was used in an extensive proof of concept experiment.

בפרויקט זה חקרנו זיהוי של חומר אנרגטי בסביבה ימית, שהינה אלימה ומעלה קשיים הנדסיים רבים. מטרת המחקר היא לאפשר את תהליך הזיהוי, המצריך הגנה מפני זרימת מים, ולפתח פתרון הנדסי שמסוגל להסתגל למשטחים גיאומטריים מורכבים. עשינו זאת בעזרת השראה מהטבע, ביומימטיקה, ויישום של הידע הרחב בתחום הביומימטיקה המיקרוני של שממיות- בסקלה מוגדלת בהרבה. תוצאות המחקר הראו שניתן להגן בצורה מוחלטת על תהליך הזיהוי על גבי משטח גיאומטרי מורכב, מפני זרימה ימית סטנדרטית של $\sim 4[m/s]$. במהלך המחקר פותח אב טיפוס ונעשה ניסוי הוכחת היתכנות נרחב.



חקירת התגובה הלא לינארית של רזונטורים אלקטרוסטטיים מסוג

Double-Ended Tuning-Fork (DETF)

Investigation of the nonlinear dynamic response of micro-scale electrostatic resonators of the Double-Ended Tuning-Fork type

דוד רוזנשטוק | מנחה: פרופ' דוד אילתה

In recent years MicroElectroMechanical Systems (MEMS) electrostatic resonators are gaining interest and are becoming commercially available. These resonators combine the relatively simple electrostatic actuation and sensing with the superior performance of mechanical resonators. Mechanical resonators have very high quality-factors that are far superior to the values that are typical to electronic systems. However, electrostatic resonators are known to exhibit a nonlinear response. Often the nonlinearity is attributed to known nonlinear effects associated with electrostatic actuation. The aim of this research project is to demonstrate that nonlinearities in the Double-Ended Tuning-Fork (DETF) type resonators are inherent to the mechanical structure. The analysis will include approximate analytic solutions and finite element simulations.

בשנים האחרונות חלה התקדמות משמעותית בפיתוח רזונטורים אלקטרוסטטיים במיקרו-מערכות, ורזונטורים כאלה נכנסים לשימוש מסחרי, למשל בפלאפונים. רזונטורים אלקטרוסטטיים משלבים את פשטות ההפעלה והחישה האלקטרוסטטיים במיקרו-מערכות, עם מקדם האיכות הגבוהה האופייני למערכות מכניות. אך ידוע כי התגובה הדינמית של רזונטורים אלקטרוסטטיים היא לא לינארית, ולרב אי לינאריות זו משויכת לתופעות אי לינאריות ידועות בהפעלה אלקטרוסטטית. בפרויקט מחקרי זה נתמקד ברזונטור מסוג Double-Ended Tuning-Fork (DETF). הכוונה היא להראות כי התגובה הלא לינארית היא תכונה טבעית של המבנה המכני, והיא לא בהכרח תלויה בהפעלה אלקטרוסטטית. המחקר יכלול פתרון אנליטי מקורב וכן סימולציות בתוכנת אלמנטים סופיים.

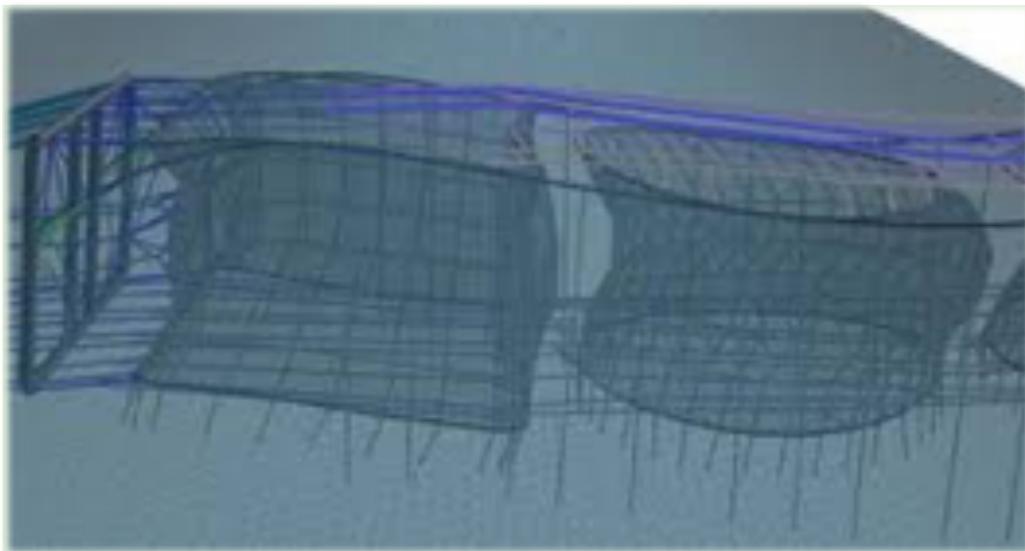
חקלאות ימית בים פתוח - תכן מבנה ואנליזה

Offshore aquaculture – structure design and analysis

גיא מונט | מנחה: פרופ"ח נתאי דרימר

The constant growth of the human population necessitate the development of new and improved methods of growing food on land and at sea. Open Sea Aquaculture is an important source of food growing, however its current application is low relative to the potential and its success depend on innovative engineering. Aquaculture is an industry that is developing in the world at an annual rate of about 5% -10%, mainly due to the depletion of fishing on the one hand and the increase in demand for food on the other hand. Aquaculture can be a simpler and cheaper alternative to increasing food consumption, which provides a solution over time. To this end, various fish farms are being design and operated. To understand how to make the best use of them, we must study and understand their dynamic behavior in the open seas and the effects of the environment on the marine structure. This is done by designing a structure and performing an analysis to study physical effects.

הגידול המתמיד באוכלוסייה מצריך פיתוח שיטות חדשות ומשופרות לגידול מזון ביבשה ובים. חקלאות ים פתוח מהווה מקור מזון לאנושות, שמימוש עדיין נמוך ביחס לפוטנציאל המהותי והצלחת המימוש תלויה בהנדסה יצירתית. החקלאות הימית היא ענף המתפתח בעולם בקצב שנתי של כ- 5%-10% זאת בעיקר בשל הידלדלות הדיג מחד ועליה בביקוש למזון מאידך. החקלאות הימית יכולה להוות חלופה פשוטה יותר וזולה יותר לצריכת המזון הגוברת אשר נותנת מענה לאורך זמן. לשם כך, נבנות ומופעלות חוות גידול דגים שונות. על מנת להבין כיצד ניתן לנצל באופן המיטבי ביותר, עלינו לחקור ולהבין את התנהגותן הדינמית בים הפתוח והשפעות הסביבה על המבנה הימי. זאת, ע"י עיצוב מבנה וביצוע אנליזה לחקר השפעות פיזיקליות.



חקר יציבות החלקה על הקרח עם להב בודד באמצעות מודל Chaplygin's sleigh

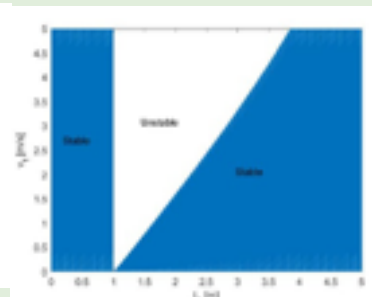
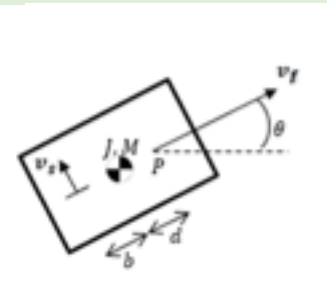
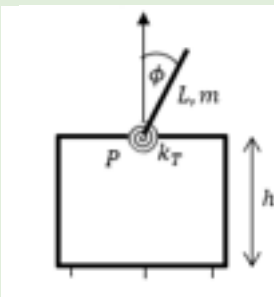
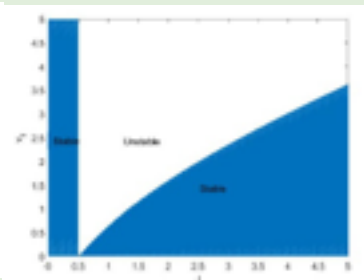
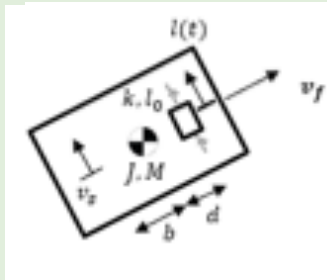
Studying ice skating stability with a single blade using Chaplygin's sleigh model

אילונה ג'ניה גרשטיין | מנחה: פרופ"ח יזהר אור

This project presents a model of a figure skater using the analysis of the movement of a skater on a single blade. The study is based on a spatial model of Chaplygin's sleigh, upon which an inverted pendulum is mounted via a torsion spring, in order to simulate the shift in the skaters' center-of-mass. In addition, a simplified planar model is presented wherein the inverted pendulum is replaced by a mass moving between two linear springs mounted upon the sleigh.

In this project, conditions for existence and stability of steady-state solutions of straight line motion and of turning with a constant radius, were studied as a function of the model parameters. The ideal case of no-slip constraint on the blade was studied, as well as a case of slip with viscous friction, which dramatically affected the dynamic behavior of the skater.

בפרויקט זה חקרנו יציבות בהחלקה על הקרח על רגל אחת, באמצעות ניתוח תנועת מחליק עם להב בודד. הניתוח מתבסס על מודל מרחבי של מחליק Chaplygin's sleigh עליו מורכבת מטוטלת הפוכה עם קפיץ פיתול במפרק, אשר מדמה את שינוי מיקום מרכז המסה של המחליק. בהמשך, מוצג פישוט למודל מישורי בו המטוטלת מוחלפת במסה נקודתית אשר נעה קווית בין זוג קפיצים המחוברים למחליק. בפרויקט נחקרו תחומי קיום יציבות של מצבי שיווי משקל כתלות בפרמטרי המודל, עבור תנועה מתמידה בקו ישר או סיבוב ברדיוס פנייה קבוע. נחקר המקרה האידיאלי של אילוץ אי-החלקה של הלהב וכן מקרה של החלקה עם כוח חיכוך ויסקוזי, אשר משפיע באופן דרמטי על ההתנהגות הדינמית של המחליק.



חקר מנגנון היווצרות חלקיקים מבעירת רפורמט עשיר במימן

Study of Particle Formation in Combustion Process of a Hydrogen-Rich Reformate

יהב בויס | מנחה: פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי

Thermochemical recuperation is a promising method of waste heat recovery in Internal Combustion Engines, to produce a hydrogen-rich reformat fuel. The first ever prototype built in the Technion showed up to 39% efficiency improvement and above 90% reduction in gaseous pollutants emission compared to gasoline-fed engine. Unexpectedly, the particulate emission, which is very harmful for humans, was found to be higher for an engine fed with the reformat compared to the gasoline-fed engine. Even though the reformat contains 75% H₂, and shouldn't lead to particulates formation. Therefore, it is assumed that the most probable particle source is the engine lubricant. Considering this, the main goal of the study is to discover the lubricant source most affecting particles formation in combustion of a hydrogen-rich reformat in ICE. Thus, we have built an experimental setup based on constant-volume combustion chamber (CVCC) representing an ICE combustion chamber. The CVCC will enable us to investigate various lubricating sources affecting particle formation and to discover the most significant ones.

מיחזור תרמוכימי Thermochemical recuperation הינה שיטה מבטיחה לניצול החום השיויר במנועי שריפה פנימית על מנת להפיק דלק רפורמט עשיר במימן. האבטיפוס הראשון של המערכת הביא לשיפור של עד 39% בנצילות המנוע ולירידת פליטות המזהמים הגזיים במעל ל-90%, זאת בהשוואה למנוע בנזין. בניגוד לצפיות, פליטת החלקיקים, שהינה מאוד מסוכנת לאדם, התגלתה כגבוהה יותר עם השימוש ברפורמט בהשוואה לבנזין. זאת על אף שהרפורמט, בעל ריכוז של 75% מימן, הינו דלק שלא מוביל ליצירת חלקיקים. משום כך, ההנחה הסבירה היא שמקור החלקיקים הינו בנזל הסיכה שבמנוע.

מטרת המחקר הינה לחקור את השפעת מקור הסיכוך במנוע על היווצרות החלקיקים בבעירת רפורמט עשיר במימן.

לשם כך, תוכננה ונבנתה מערכת ניסוי המאפשרת שריפה בנפח תא קבוע המייצג את צילינדר המנוע. באמצעות מערכת זו ניתן להפריד בין מקורות הסיכוך השונים בצילינדר ולמדוד את השפעת המקורות השונים על ריכוז החלקיקים הנוצרים בצילינדר.

ייצור חלקיקים בעלי שני מצבי שיווי משקל ושינוי תכונותיהם באמצעות לחץ

Design and Making Bi Stable Particles and Changing Their Properties Through Pressure

אופק סף | מנחה: פרופ"ח אמיר גת, מר אופק פרץ

The goal of this project is to make bi-stable particles and controlling their state by changing the pressure of the particles. Using experimental tools- making flexible spheres (particles) containing ethanol, container with water that will contain the spheres, external device that changes the pressure and temperature control system. The temperature of the entire system is the evaporation temperature of ethanol; thus, the ethanol is at liquid-gas phase. By increasing or decreasing the pressure the ethanol phase will change and the spheres volume will decrease or increase, respectively. During the project initial attempts were made on flexible structures (e.g.: balloons) in order to study the behavior of flexible bodied inside a liquid. By absolute controlling the spheres it will be possible to design a new form of liquid that is made of particles with same structure as the flexible spheres. This kind of liquid can be design and modified for specific purposes.

מטרת פרויקט זה היא ליצור חלקיקים בעלי שני מצבי שיווי משקל ולשלוט במצבם על ידי שינוי הלחץ במערכת. אופן הביצוע הינו על ידי ניסוי במעבדה- ייצור כדורים גמישים (חלקיקים) המכילים אתנול, מיכל עם מים אשר יכיל את הכדורים, מתקן חיצוני לשינוי הלחץ ומערכת לבקרת הטמפרטורה. טמפרטורת המערכת הינה טמפרטורת האידוי של אתנול כך שהאתנול במצב דו פאזי בין נוזל לגז. באמצעות הגדלה או הקטנה של הלחץ מצב הצבירה של האתנול ישתנה ובהתאמה נפח הכדורים יקטן או יגדל. במהלך הפרויקט נעשו מספר ניסיונות ראשוניים על מבנים גמישים שונים (לדוגמא: בלונים) על מנת לחקור את התנהגותם של גופים גמישים בתוך נוזל. על ידי שליטה מוחלטת בכדורים ניתן יהיה לייצר זורם חדש אשר מורכב מחלקיקים בעל מבנה דומה לכדורים הגמישים, כאשר את תכונות הזורם ניתן להנדס ולהתאים עבור מטרה ספציפית.

מחקר ניסויי של פס שבירה בתהליך סטטי

Experimental study of static shear localization

יובל דינו | מנחה: פרופ' דניאל ריטל

When applying load on a specimen, the resulting plastic deformation can be localized in a thin region referred to as a shear band. In this project we investigated the microstructure of the shear band of zirconium and titanium, with the aim to study about the microstructural change during the loading and how it affects the mechanical response of the material. During the project we performed a series of static compression experiments that were interrupted at pre-determined levels of applied strain and strain energy density levels. These experiments were performed on SCS specimens which are designed to have a 45 degrees shear, on three materials: zirconium, titanium grade 2 and titanium grade 4. After conducting the experiments, the specimens' microstructure was examined by optical microscopy to explore the microstructure of the shear band, local the grains size and their orientation and morphology. In the current stage, the specimens are investigated using scanning electron microscopy (SEM) that will yield information about the texture of the material.

בזמן הפעלת מאמץ על דגם, הדפורמציה הפלסטית שנוצרת יכולה להתרכז באזור צר הנקרא פס גזירה. בפרויקט זה בוצע מחקר של המיקרומבנה בפס הגזירה של זירקוניום וטיטניום, במטרה לחקור את שינוי המיקרומבנה בתהליך הגזירה ואת השפעתו על תגובותיו המכניות של החומר. במסגרת הפרויקט בוצעה סדרת ניסויי לחיצה סטטיים אשר הופסקו ברמות עיבור וברמות צפיפות אנרגיית עיבורים שונות שנקבעו מראש. ניסויים אלו בוצעו על דגמי SCS המאפשרים גזירה של 45 מעלות, משלושה סוגי חומרים: זירקוניום, טיטניום דרגה 2 וטיטניום דרגה 4. לאחר ביצוע הניסויים, המיקרומבנה של הדגמים נבחן באמצעות מיקרוסקופ אופטי כדי לחקור את המיקרומבנה בפס הגזירה, לבדוק את גודל הגרעינים, האוריינטציה והמורפולוגיה שלהם. בשלב הנוכחי, הדגמים נחקרים באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני חודר (SEM) שיספק מידע על טקסטורת החומר.

מיון ואפיון דיאלקטרופורטיים של תאי זרע ותאי נבט זכריים

Dielectrophoretic sorting and characterization of sperm and testicular germ cells

שחר ליבסטר | מנחה: פרופ"ח גלעד יוסיפון

Infertility affects approximately 7% of all men[1] when oligospermia, or low sperm count, is a common finding in most cases. IVF can be conducted using a single living sperm cell (ICSI procedure). In 15% of patients no sperm is found[2] - a case designated as azoospermia which requires a surgical extraction procedure or an intensive search due to the absence of an efficient method for finding rare sperm cells. We investigated a DEP-based sperm sorting device to automate the search. A sample of sperm within an electrolytic solution is injected in a micro-channel which lies on top of a sorting chip that contains an array of electrodes. Under the influence of AC electric field gradients, there are certain field frequencies at which the dielectrophoretic forces acting on the head and the tail of a sperm cell are of opposite directions. This allows trapping the tail of living cells and keeping the head away from potential harm due to electric field while debris and dead cells are sorted out. We also investigated the dielectrophoretic behavior of testicular germ cells and Sertoli cells under the influence of AC electric field gradients in different frequencies and solution conductivities. Using a quadrupolar electrode array and the electrorotation method we characterized the Clausius-Mossotti factor of the cells and their behavior.

כ-7% מהגברים מאובחנים באי-פוריות[1] כאשר אוליגוספרמיה, או ספירת זרע נמוכה, היא אחד הגורמים השכיחים לכך. לשם הפריה חוץ-גופית מספיק תא זרע בודד (שיטת ICSI). בקרב 15% מהמטופלים לא נמצאים תאי זרע כלל[2] - מצב המאובחן כאזוספרמיה ודורש התערבות כירורגית או הליך חיפוש אינטנסיבי, שכן כיום אין שיטה יעילה לאיתור תאי זרע נדירים. אנו חוקרים מערכת למיון אוטומטי של תאי זרע המבוססת על דיאלקטרופורוזה. דגימה של תאי זרע בתוך תמיסה אלקטרוליטית מוזרמת במיקרו-תעלה על גבי שבב עם מערך אלקטרודות. בין האלקטרודות שורר שדה חשמלי AC לא אחיד ובתדירויות שדה מסוימות זנב התא נמשך לגרדיאנט שדה חזק ואילו ראש התא נדחה. כך ניתן ללכוד תאים חיים דרך הזנב בעוד הראש מוגן מנזקים פוטנציאליים של השדה החשמלי ותאים מתים ופסולת נדחים גם כן. אנו חוקרים בנוסף את ההתנהגות הדיאלקטרופורטית של תאי נבט ותאי סרטולי בהשפעת שדה חשמלי לא אחיד בתדירויות שונות ומוליכויות תמיסה שונות. באמצעות מערך אלקטרודות בתצורת Quadrupole ושיטת אלקטרורוטציה אנו מאפיינים את מקדם קלאוזיוס-מוסוטי של התאים ואת התנהגותם.

1. Lotti, Francesco, and Mario Maggi. "Ultrasound of the male genital tract in relation to male reproductive health." *Human Reproduction Update* 21.1 (2015): 56-83.
2. Wosnitzer, Matthew, Marc Goldstein, and Matthew P. Hardy. "Review of azoospermia." *Spermatogenesis* 4.1 (2014): e28218.

משפעל רך מבוסס אלקטרומגנטיות

Electromagnetically based soft actuator

יונתן פצ'ו | מנחה: פרופ' איל זוסמן

The continuous growth in the field of robotics and human-robot interactions requires advancement in flexible, and yet powerful actuators. In this project we created a basic concept for a soft actuator based on electromagnetics dipole interactions. The goal was to create an axial force, like a muscle does, that can be controlled through the external magnetic field. Using a fiber that is made from a compliant material and arranged in a "zig zag" so it could function as a spring, and by winding small coils on each element of the muscle in cascade in order to create magnetic dipoles inside the fiber.

הצמיחה המתמשכת בתחום הרובוטיקה ואינטראקציות בין בני אדם לרובוטים דורשת התקדמות בהפעלה גמישה אך רבת עוצמה. בפרויקט זה יצרנו קונספט בסיסי למשפעל רך המבוסס על אינטראקציות דיפול אלקטרומגנטיות. המטרה הייתה ליצור כוח צירי, כמו שריר, שניתן לשלוט בו דרך השדה המגנטי החיצוני. על ידי שימוש בסיבים שעשויים מחומר רך שמסודרים ב"זיג זג" כדי שיוכל לתפקד כקפיץ, ועל ידי ליפוף סלילים קטנים על כל אלמנט של השריר בשרשרת, על מנת ליצור דיפולים מגנטיים בתוך הסיבים



elongationApplying an external magnetic field



נוקליאציה וגידול חללים בעופרת נוזלית כתוצאה מפצלה

Voids nucleation and growth in liquid lead in spallation

בת שבע ליידרמן | מנחה: פרופ"ח דן מרדכי, מר רומן קוסיצקי

In this project, we studied the governing parameters for voids nucleation and growth, which leads to spallation during impact. Spall is a local fracture induced by tensile stresses, during which microvoids nucleate, grow and finally coalesce to a fracture plane. Therefore, understanding the microstructural parameters controlling spallation is essential to predict damage at high strain rates. The two important parameters in spallation of liquid metals, which we examined in this project, are the viscosity and the free surface energy; the former affects the voids' growth rate and the latter is the main parameter opposing the nucleated voids' growth. We performed molecular dynamics (MD) simulations for calculating the two parameters in liquid Pb. The free surface energy was calculated from the change in potential energy per unit area due to introduction of spherical voids in the liquid crystal. The free surface energy was found to decrease with the void radius. The viscosity was calculated from the random walk of atoms in the liquid, using Stokes-Einstein Equation, the values were found to be comparable with experiments in the large range of temperatures. The quantification of the two parameters will be used in formulating a multiscale model for voids nucleation and growth.

בפרויקט זה נלמדו הפרמטרים השולטים בנוקליאציה וגידול חללים בפצלה כתוצאה מריווח גל הלם. פצלה היא שבר מקומי הנגרם כתוצאה ממאמצי מתיחה חזקים התהליך מתחיל בנוקליאציה של מיקרוחללים גידולם ולבסוף התחברותם למישור שבר. שני הפרמטרים החשובים בתהליך היווצרות הפצלה בנוזלים, אותם אנו בוחנים בעבודה זאת, הם הצמיגות ואנרגיית השפה החופשית. הצמיגות הינה פרמטר העיקרי המשפיע על קצב גידול המיקרוחללים ואנרגיית השפה של החלל הינה הפרמטר המתנגד לגידול החלל במהלך המתיחה. את החישובים של שני הפרמטרים ביצענו עבור עופרת נוזלית באמצעות סימולציות דינמיקה מולקולרית. אנרגיית השפה של החללים חושבה משינוי האנרגיה הפוטנציאל ליחידת שטח כתוצאה מיצירת חללים בגדלים שונים בגביש. נמצא שאנרגיית השפה קטנה עם רדיוס החלל. הצמיגות חולצה מתנועת האטומים במתכת הנוזלית, בהתבסס על נוסחת סטוקס-איינשטיין. נמצאה השוואה טובה לתוצאות ניסויים מהספרות בטמפרטורות שונות. כימות שני הפרמטרים האלה ישמש בהמשך לבניית מודל מרובה-סקאלות לנוקליאציה וגידול של חללים במטרה לפתח יכולת לחזות את המאמץ הדרוש ליצור פצלה בתנאים שונים.

ניצול אנרגיה שיורית במערכת היברידית המשלבת Solid-Oxide Fuel Cell ומנוע בעירה פנימית

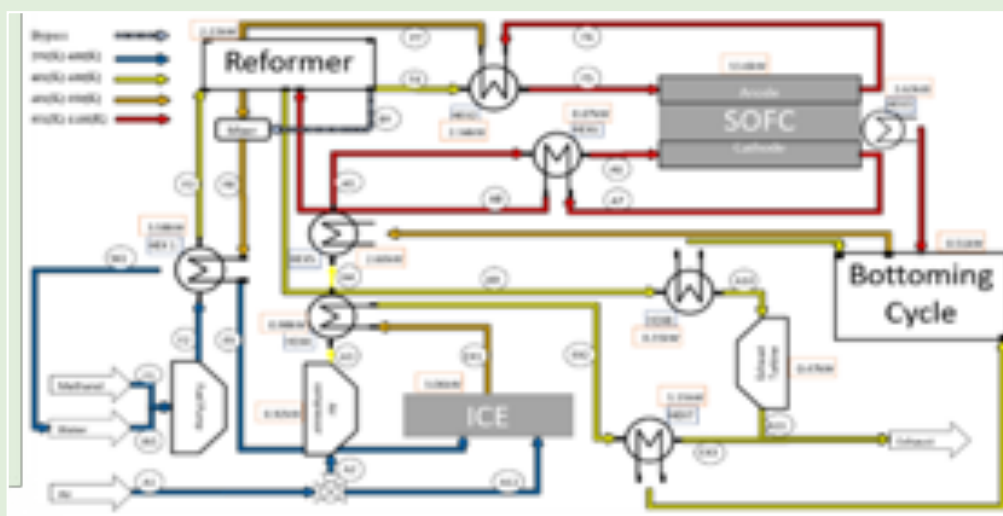
Waste Heat Recovery in a Hybrid System Combining a Solid-Oxide Fuel Cell and an IC Engine

שחר צור | מנחה: פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי

In an age where the demand for energy is growing but at the same time the restrictions on pollutant emissions are tightening, engineers are required to develop new systems that are more efficient and less polluting. The study explores the potential of state-of-the-art hybrid propulsion technology that incorporates a Solid Oxide Fuel Cell, an internal combustion engine and thermochemical recuperation for waste heat recovery and the extraction of hydrogen from renewable methanol fuel. After reviewing the various methods for producing available energy and recovering waste heat it was found that the proposed technology can yield fuel conversion efficiency of around 73%. This efficiency is significantly higher than the efficiency of fuel cells, internal combustion engines and makes it possible to achieve high overall energy efficiency from battery-based electric propulsion systems.

בעידן בו הדרישה לאנרגיה זמינה הולכת וגדלה אך במקביל מתהדקות המגבלות על פליטות המזהמים, נדרשים המהנדסים לפתח מערכות חדשות יעילות יותר ומזהמות פחות. המחקר חוקר את הפוטנציאל של טכנולוגיית הנעה היברידית חדישה המשלבת תא דלק מסוג

Solid Oxide Fuel Cell, מנוע בעירה פנימית ומיחזור תרמוכימי לניצול אנרגיה שיורית והפקת מימן מדלק מתחדש מתנול. לאחר סקירה של השיטות השונות להפקת אנרגיה זמינה וניצול אנרגיה שיורית נמצא שהטכנולוגיה המוצעת יכולה להניב נצילות המרת דלק בסביבות 73%. נצילות זו גבוהה באופן משמעותי מנצילותם של תאי דלק, מנועי בעירה פנימית וגם מאפשרת להשיג נצילות אנרגטית כוללת גבוהה ממערכות הנעה חשמליות מבוססות מצבר.



ניתוח אנליטי של התנגשות שני חלקיקים טעונים בזורם צמיג

Analytical description the collisions of two charged particles suspended in a viscous fluid

ניצן פופר | מנחה: פרופ"ח אמיר גת

The problem of electrically charged particles suspended in a fluid is often considered in the study of fluidized beds from a macroscopic perspective. In particular, the transfer of charge through the fluid volume and its relation to particle collisions is of interest in the design of flow batteries. In this work we attempt to analytically describe the microscopic behavior of the particles in order to gain insight to their macroscopic behavior. We investigate the collisions and the charge transfer in those collisions, in the simplified case of two particles moving one-dimensionally towards each other.

הבעיה של חלקיקים טעונים בתוך זורם צמיג נבחנת לרוב במחקר של מצעים מרחפים ממבט מאקרוסקופי. בפרט, מעבר המטען בתוך נפח הזורם והקשר בין מעבר המטען להתנגשויות בין החלקיקים בזורם נבחנים בהקשר לתכן של סוללות זרימה. בעבודה זו אנו חוקרים את ההתנהגות המיקרוסקופית של החלקיקים במטרה למצוא תובנות על התנהגות הסוללה כולה. אנו בוחנים את ההתנגשויות ואת מעבר המטען בהן במקרה המופשט של התנגשות חד מימדית בין שני חלקיקים.

סימולציות נומריות של הזרקה וערבוב רפורמט למנוע בעירה פנימית

Numerical simulations of reformat injection and mixing in internal combustion engine cylinder

איתן אברמן | מנחה: פרופ"ח ליאונד טרטקובסקי

Thermochemical recuperation has proven to be an efficient waste heat recovery method for internal combustion engines. MSR- Methanol Steam Reforming is a Thermochemical recuperation-based method, producing a hydrogen-rich gaseous fuel from a mixture of water and Methanol, increasing engine efficiency and lowering emissions due to the unique combustion properties of the hydrogen. This project is a CFD simulation based study of the MSR mixing process in the combustion chamber using LES and RANS turbulence models. The purpose of this work is to optimize mixing process thus improving engine performance. The simulations examine two different reformat injectors developed in the Internal Combustion Engines Lab. Furthermore, the effects of in-cylinder and injection pressures on the mixing process are also investigated in this project. Experimental validation of the CFD prediction results obtained in this study is to be conducted in a future study.

תהליך מיחזור תרמו-כימי הוכח כתהליך יעיל לניצול החום השורי של גזי פליטה במנוע שריפה פנימית. MSR-methanol steam reforming, הינה שיטה המבוססת על התהליך של המיחזור התרמו-כימי בו מופק דלק גזי עשיר במימן מתערובת מתנול ומים, ומאפשרת שיפור בנצילות המנוע תוך צמצום מזהמים בשל ניצול תכונות בעירה ייחודיות של מימן. הזרקה ה-MSR למנוע מבוצעת באמצעות הזרקה ישירה בלחצים גבוהים (עד 50 בר). פרויקט זה עוסק בחקר תהליך ערבוב מוצרי ה-MSR בתא השריפה באמצעות סימולציית CFD המבוססת על מודלים של טורבולנציה של RANS ו-LES. מטרת העבודה הינה ליצור תהליך ערבוב אופטימלי שיאפשר את שיפור ביצועי המנוע. הסימולציות בחנו שתי תצורות של מזרק להזרקה ישירה של מוצרי MSR המפותחות במעבדה למנועי שריפה פנימית. כמו כן, המחקר בוחן את השפעת לחצי ההזרקה ולחצי הצילינדר על תהליך הערבוב. במחקר עתידי יתבצע ניסוי ולידציה למודל ה-CFD אשר פותח במחקר זה.

ספיגה אדיאבטית בשנאי חום מבוסס ספיגה בנוכחות גזים בלתי-מתעבים

Adiabatic Absorption in Absorption Heat Transformer exposed to Non Condensable Gases

נוה אנגלסר | מנחים: פרופ' אמריטוס גרשון גרוסמן, מר יגאל אברון

Adiabatic Heat Transformers are type of heat pumps which use an absorption cycle to heat water using minimal primary energy. One of the processes in the cycle is adiabatic absorption. In this process, concentrated absorbent absorbs the refrigerant vapor, at adiabatic condition, and generates heat until the theoretical limit of saturation. In this work we analyze this process and examine the effect of trapped Non-Condensable gases within the system on the efficiency of the process. The lab-scale Heat Transformer we used for the experiments was built in the Technion as part of European Union project Indus3Es (www.indus3es.eu).

שנאי חום מבוסס ספיגה הינו מתקן אשר מחמם מים ללא השקעה משמעותית של חשמל, תוך שימוש במחזור ספיגה. אחד התהליכים במחזור ספיגה הינו ספיגה אדיאבטית. בתהליך זה תמיסה מרוכזת סופגת אדים של הרכיב הממס, בתנאים אדיאבטיים וכתוצאה מכך הטמפרטורה שלה עולה עד גבול עליון כלשהו התלוי בתנאי התהליך. המחקר עוסק בניתוח תהליך זה ובוחן כיצד משפיעה נוכחות של גזים בלתי מתעבים הנקלעים למערכת על יעילות הספיגה האדיאבטית. המתקן עליו בוצעו הניסויים הינו מתקן אבטיפוס שנבנה בטכניון כחלק מפרויקט Indus3Es של האיחוד האירופאי ובו נדרש לחמם מים חמים שיוריים (waste hot water) בסביבות 95°C של מפעל לטמפרטורה מספיק גבוהה (140°C) מעל אשר תאפשר שימוש חוזר במים.

צימוד אלקטרו-תנע במטא-חומרים פייזואלקטריים

Electro-momentum coupling in piezoelectric meta-materials

אלן מוהפרה | מנחה: פרופ"ח גל שמואל

Dynamic homogenization is a tool that can be used to replace the description of a composite material under dynamic loads with a simpler description by a homogeneous material with the same average reaction. When the effective behavior is fundamentally different from the local behavior, the composite material is called a meta-material, such as a material with negative effective stiffness and mass, or a material whose average momentum depends on the average distortion. Recently, using dynamic homogenization to describe the reaction of piezoelectric composites, it has been found that the average momentum can be coupled to the average electric field in a material. So far, explicit expressions for this expression have been developed only for one-dimensional problems. In this project, we provide expressions for this coupling in two-dimensional problems using a method we have developed based on Fourier series. These results promote the use of piezoelectric meta-materials as tunnelers of active waves.

הומוגניזציה דינמית הינה כלי המאפשר להחליף את התיאור של חומר מרוכב תחת עומסים דינמיים בתיאור פשוט יותר על ידי חומר הומוגני בעל אותה תגובה ממוצעת. כאשר ההתנהגות האפקטיבית שונה באופן בסיסי מההתנהגות המקומית, החומר המרוכב נקרא מטא-חומר, כגון חומר בעל קשיחות ומסה אפקטיביים שליליים, או חומר אשר התנע הממוצע שלו תלוי במעוות הממוצע. לאחרונה, בשימוש הומוגניזציה דינמית לתיאור התגובה של חומרים מרוכבים פייזואלקטריים, נמצא כי ניתן לצמד את התנע הממוצע לשדה החשמלי הממוצע בחומר. עד כה, ביטויים מפורשים לביטוי זה פותחו רק לבעיות חד-ממדיות. בפרויקט זה, אנו מספקים ביטויים לצימוד זה בבעיות דו-ממדיות בשימוש שיטה שפיתחנו המתבססת על טורי פורייה. תוצאות אלו מקדמות את השימוש במטא-חומרים פייזואלקטריים כמתעלי גלים אקטיביים.

רובוט גמיש הולך תוך ניצול דינמיקה

Walking soft robot exploiting dynamics

תומר מיזל | מנחה: פרופ' יצחק בוכר

The project researches the possibility to exploit the flexibility of the walking robot's parts to manifest a controlled motion in the plane. For that purpose, analysis was conducted in the project and an optimization of the flexible legs' kinematics, which outline the optimal trajectory for the best advance. In practice the robot's parts were printed on a 3D printer to form a kinematic mechanism in the spirit of the Jensen's mechanism. The project has 4 main parts: the first, a theoretical part of design and dimensional optimization of the leg's mechanism of the robot, to get the optimal foot trajectory. The second, a practical part of the design, 3D-printing, and the build of the robot for experiments, as the legs are printed of a flexible printing material. The third, a numerical part of building a numeric and dynamic simulation of the robot with the software MATLAB Simechanics, and design with it the control for the motors. And the last, investigation of the navigation of the robot using the simulation and printed robot and implementing the closed-loop control on the robot's motors with a microprocessor. Right now, the project is at a progressive phase of implementing the control system at the lab. A significant outcome of the analysis and simulation is the fact that the relative phase between the right and left sides determines the turn rate and direction. This is a new result for a robot with piecewise contacting legs.

בפרויקט נחקרת האפשרות לנצל את הגמישות של חלקי רובוט הולך כדי ליצר תנועה נשלטת במישור. לשם כך נערכה בפרויקט אנליזה ואופטימיזציה של קינמטיקת רגלים גמישות המתוות מסלול אופטימלי לשם התקדמות מיטבית. בפועל הודפסו חלקי רובוט במדפסת D3 על בסיס מנגנון קינמטי דמוי המכניזם של ג'נסן. לפרויקט 4 חלקים עיקריים: הראשון, חלק תיאורטי של תכנון ואופטימיזציה מימדים של מכניזם הרגל של הרובוט לקבלת מסלול רגל אופטימלי. השני, חלק מעשי של תכן, הדפסה בתלת מימד ובנייה של הרובוט עבור עריכת ניסויים, כאשר הרגליים מודפסות מחומר הדפסה גמיש. השלישי, חלק נומרי של בניית סימולציה דינמית ממוחשבת של הרובוט באמצעות התוכנה MATLAB Simechanics, ועיצוב הבקרה בעזרת הסימולציה. והאחרון, חקר הניווט של הרובוט באמצעות הסימולציה והדגם המודפס ויישום בקרה על מנועי הרובוט באמצעות מיקרו-המעבד STM32. בימים אלו הפרויקט נמצא בשלבים מתקדמים ביישום מערכת הבקרה במעבדה. הרובוט מחליף את נקודת המגע שלו עם הקרקע כאשר הודגם כי המופע (פאזה) שבין הרגלים מימין ומשמאל מכתיב את כוון הפניה ובכך מיצר פרמטר יחיד לנהוג.

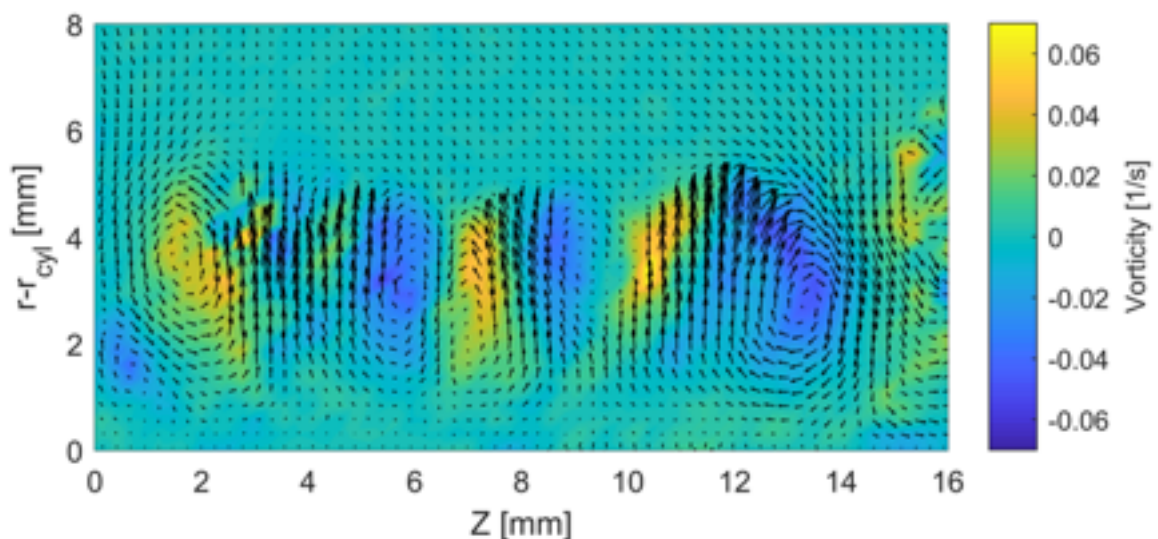
תופעת מערבולות גורטלר בשילוב אפקט קוואנדה על גליל

Appearance of Görtler Vortices On Quanda Effected Fluid on Cylinder

רענן שריג | מנחים: פרופ' דוד גרינבלט, מר לב דונאיביץ'

This project was done in the Flow Dynamics laboratory at the Machine Engineering Faculty, and is about the appearance of Görtler vortices on Quanda effected fluid during its flow on a cylinder. In this project, we created a new injection model for the syringes, which are used to push the fluid into the testing aquarium, and preforming experiments to try and define a mathematical model to the instability.

פרוייקט זה בוצע במעבדה לזרימה בפקולטה להנדסת מכונות בטכניון, ועסק בתופעת מערבולות גורטלר (Görtler) אשר התגלו על פני זורם הנצמד לגליל עקב אפקט קוואנדה. הפרוייקט כלל יצירת דגם עבור הזרקת הזורם לאקווריום, וביצוע ניסויים על מנת לנסות להרכי מודל מתמטי לאי היציבות הנדונה.



תכן וויזואליזציה של זרימת בסוללת זרימה אבץ-ברום

Design and flow visualization of a Zinc-Bromine Flow Battery Cell

דני נער | מנחה: פרופ"ח מתיו סאט

The rise of renewable energy sources has created the need for reliable large-scale energy storage in the form of flow batteries. The focus of this project is on the multiphase-single flow Zinc-Bromine cell that utilizes the low cost of the electrolyte and the high electrode potential difference without using a porous membrane, in order to provide a competitive and energy dense form of energy storage. An optically accessible cell was designed in order to visualize the electrolyte flow. Visualization of the electrolyte flow into the cell revealed the formation of droplets of organic phase in the active area of the battery. Phase separation and advective mixing were also detected in the inlet to the cell. We proposed and demonstrated a much-improved cell design that made the flow more homogeneous by eliminating stagnant zones where organic phase accumulated, reducing mixing effects, and avoiding large droplet formation.

ההתפתחות של מקורות אנרגיה מתחדשות יצרה צורך באחסון אמין של אנרגיה בקנה מידה גדול בצורת סוללות זרימה. פרויקט זה מתעסק בסוללת אבץ-ברום בעלת זרימה רב-פאזית המשתמשת בעלות הנמוכה של האלקטרוליט ובהפרש הפוטנציאלים הגבוה יחסית למערכת מימית, כדי לספק צורה חסכונית של אחסון אנרגיה ללא שימוש בממברנת חילוף יונים. בפרויקט זה תוכנן תא נגיש אופטית במטרה לחזות בזרימה בסוללה. ויזואליזציה של זרימת האלקטרוליטים לתוך התא גלתה היווצרות של טיפות גדולות של פאזה אורגנית באזור הפעיל של הסוללה. הפרדת פאזות וזרימה טורבולנטית גם התגלו בכניסה לתא. שיפורים בתכנון התא הוצעו ונבדקו בניסיון לאפשר זרימה הומוגנית כך שלא ייווצרו אזורים בהם הזרימה סטגנטית, המובילים להצטברות פאזה אורגנית, ובכך גם לצמצום ההשפעות ערבוב, והימנעות מהיווצרות טיפות גדולות.



תכן וייצור מטא משטחי הויגנס פברי-פרו

Design and manufacture Fabry-Pérot Huygens' metasurfaces

בנצי באט | מנחה: פרופ' אריאל אפשטיין

The emphasis of the project is the design and manufacturing of Fabry-Perot Huygens metasurfaces (FP-HMS) with 3D printing and an efficient modeling. The design of metasurfaces requires time consuming electromagnetic and numeric simulations. In this project we focus on achieving the desired field behavior by demanding field behavior above and below the model and building unit cells to accommodate the design. Each unit cell is a Fabry-Perot etalon and is comprised from dielectric and air layers between two PEC plates and the width are determent by solving the wave equations to fit the fields. After each unit cell is determined the full model is assembles. The manufacturing of the model constitutes a new way of manufacturing dielectric surfaces and has challenges of precision and effective modeling.

הפרוייקט מתמקד בדרך לייצר ולתכנן מטא משטחי הויגנס פברי-פרו בעזרת הדפסת תלת מימד ודרך מידול יעילה. תכן מטא משטחים הינה עבודה שדורשת סימולציות אלקטרומגנטיות ונומריות להשגת תכן מלא. בפרוייקט אנו מתמקדים בהשגת ההתנהגות האלקטרומגנטית הרצויה בכך שנותנים דרישות רצויות על השדות מעל ומתחת למשטח ובונים את המשטח בכדי שיתאים להתנהגות זו. המודל מורכב מ'תאי יחידה' שכל אחד מהם הוא מהוד פברי-פרו המורכב משכבות של חומר דיאלקטרי ואוויר בין משטחים מוליכים מושלמים ועובי השכבות נקבע ע"י פיתרון משוואות הגל בהתאם לדרישה על השדות. לאחר שכל 'תא יחידה' נקבע המשטח המלא מורכב. ייצור המשטח מתבצע בהדפסת תלת מימד ומהווה התחלה של דרך חדשה בייצור משטחים דיאלקטרים מסוג זה שכרוך באתגרים של דיוק, תכנון והדפסה בצורה יעילה.

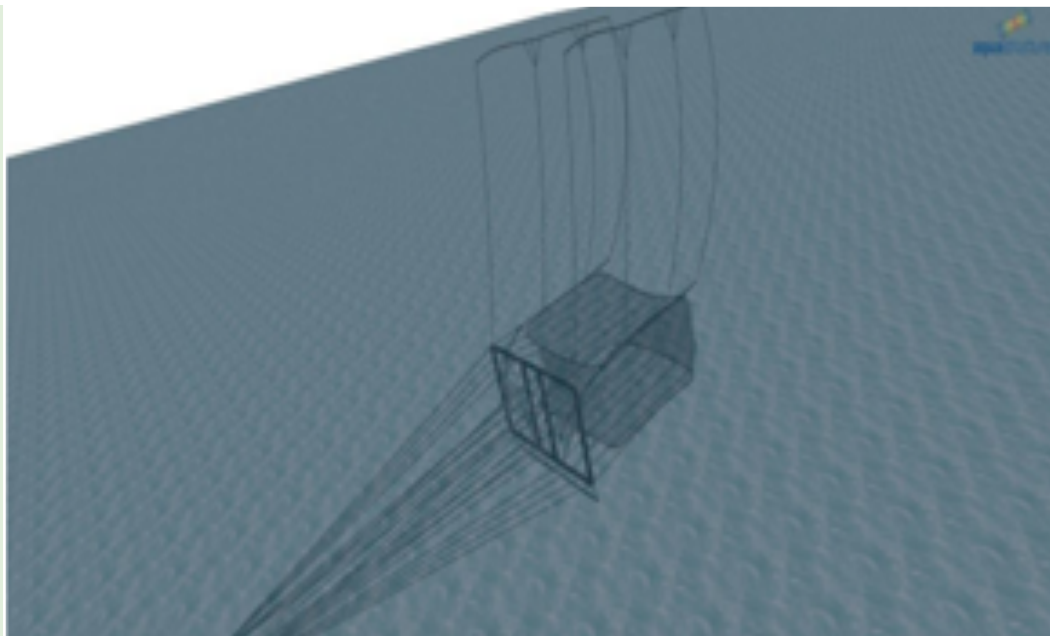
תכן וניתוח מערכות חקלאות בים פתוח

Design and analysis of offshore aquaculture systems

מנור אלעד שליין | מנחה: פרופ"ח נתאי דרימר

The aquaculture field is growing rapidly in the past years and brings new engineering challenges. One of the main ways to improve the fish quality and to utilize large spaces is to anchor the systems offshore. This requirement confronts the design with harsh environment for operation and endurance. One way to examine the environment effect is by numerical simulation in finite elements programs. To withstand the extreme loads efficiently, the structures for aquaculture must be very flexible, therefore, require hydro-elastic non-linear solution for large deformations. In this project, we validate the program by comparing the simulation's results with published results of a conducted laboratory experiment or sea trial

תחום החקלאות הימית צובר תאוצה בשנים האחרונות ומביא אתגרים הנדסיים חדשים. אחת הדרכים העיקריות לשיפור איכות הגידול של הדגים ולניצול מרחבים גדולים היא עגינת המערכת בים פתוח. צורך זה מביא אתו אתגרים רבים של תפקוד בתנאי סביבה קשים. אחת הדרכים לניתוח השפעת תנאי הסביבה על המערכת היא ביצוע סימולציות נומריות בתוכנות אלמנטים סופיים. המבנים בחקלאות ימית נדרשים להיות גמישים מאוד על מנת לעמוד בעומסים ביעילות, ולכן נדרש פתרון הידרו-אלסטי לא לינארי לדפורמציות גדולות. על מנת לבדוק כי תוצאות הסימולציה נכונות, בפרויקט זה נאמת את התכנה בה אנו משתמשים מול תוצאות שפורסמו מניסויי במעבדה או בים פתוח.



תכנון לייזר ראשבא על בסיס חומר דו מימדי באמצעות קריסטל פוטוני

2D Material Based Photonic Crystal Rashba Laser Design

ולדי גורובי | מנחה: פרופ' ארז חסמן

The research goal was to design a photonic crystal-based spin selective nano laser with atomically thin monolayer Transition metal dichalcogenide (ML-TMDC) as a gain medium. To achieve said goal, hexagonal shaped Kagome lattice photonic crystal, nano patterned with high refractive index Si₃N₄ was designed. To obtain high quality factor resonance, a bound in continuum mode was suggested, obtained by optimizing different parameters for the crystals core and cladding layers. After designing an appropriate cavity with relatively high quality factor, the lattice was perturbed by changing the circular building block into an ellipse with varying parameters. By doing so, the crystals band structures spin degeneracy was removed, due to a geometric Berry phase pickup. With the degeneracy removed, one can tap into the spin-valley degree of freedom characteristic for TMDCs, and achieve spin valley selective laser action at the monolayer limit. This design is currently at the fabrication stage, and we hope to accomplish novel nanolaser apparatus soon.

מטרת הניסוי היא לתכנן ננו-לייזר המבוסס על גביש פוטוני המאופיין בספיין סלקטיבי עם שכבה חד-אטומית של טונגסטן די-סולפיד כתווך ההגברה של הלייזר. על מנת לעמוד ביעד זה, נעשה שימוש בגביש פוטוני במבנה סריגי, עשוי סיליקון נייטרוד ובעל מקדם שבירה גבוה, המעוצב בצורת משושה ובעל חלוקה תבניתית של קגומה. במטרה להגיע למצב של תהודה עם מקדם איכות גבוה, הוצע שימוש במצב הכלוא ברצף, שניתן להשיג באמצעות תהליך אופטימיזציה לפרמטרים שונים בליבה הגבישית ובשכבות המעטפת. לאחר שלב תכנון של מהוד מתאים, בעל מקדם איכות גבוה באופן יחסי, נעשתה וריאציה בסריג באמצעות החלפת המבנה המעגלי למבנה אליפטי עם משתנים. החלפה זו גרמה להסרת הניון בדרגת החופש של הספיין במבנה הפסים, כתוצאה מצבירת פאזה ברי גיאומטרית. לאחר הסרת הניון, ניתן ללמוד על דרגות החופש של הפרדת הספיין ("עמקי הספיין"), המאפיינות טונגסטן דיסולפיד, ולהשיג לייזר סלקטיבי של עמקי ספיין בגבול של שכבה בודדת. אנו נמצאים בשלב הייצור של הדגם ומקווים להציג מנגנון ייחודי של ננו-לייזר בקרוב.

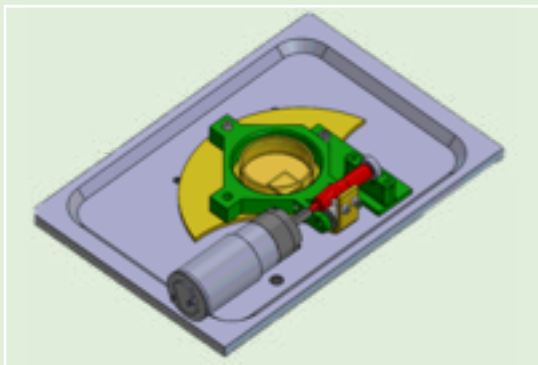
תכנון סינפסות מכניות מלאכותיות במבחנה

Design of an in vitro mechanical artificial synapses

קווין מוהפרה | מנחה: פרופ"ח שלי צליל

Proprioceptive sensory neurons behave as strain and strain rate sensors. Sensory neurons detect strain generated by muscle contractions and convert it into electrochemical signal, thereby communicating information about movement and position to the central nervous system. In this project we designed a device which mimics the deformations generated by muscle contraction, propagating the deformations through a viscoelastic medium (which mimics the extracellular matrix in the synapse) and generate strain within sensory neurons in culture. We used different stretch profiles (which mimics different muscle contraction patterns) and measured the action potential generated in the axons. The ability to create efficient mechanical coupling between artificial muscles and sensory neurons is a steppingstone towards coupling of sensory neurons to prosthetics.

תאי עצב סנסוריים פרופריוריצפטורים משמשים כמעין מדי עיבור ומהירות של השריר. כאשר שריר מתכווץ או נמתח, תאי העצב חשים בעיבור, מזהים את התנועה ומעבירים את המידע הלאה במערכת העצבית באמצעות אות אלקטרו- כימי. במסגרת הפרויקט תכננו מתקן אשר מחקה את תנועת השריר, מעביר את הדפורמציות המכניות דרך תווך ויסקואלסטי (המדמה את החומר הבין תאי בסינפסה) ויוצר עיבור מתיחה בתאי עצב סנסוריים בתרבות. ייצרנו פרופילי מתיחה שונים (המחקים תנועות שונות של השריר) ומדדנו את התגובה של תאי העצב. היכולת לייצר צימוד בין דפורמציות מכניות המיוצרות על ידי שריר מלאכותי לבין תגובה עצבית, מהווה אבן דרך ביכולת לצמד פרוטזה למערכת העצבים הסנסורית.



The background is a vertical collage of industrial images. The left side features a purple-tinted image of a robotic arm and a hand holding a tablet displaying a control interface with 'START' and 'FINISH' buttons. The right side shows a bright orange robotic arm welding a metal component, with sparks flying. The bottom of the image is a blurred view of a factory floor with various mechanical parts.

פרויקטי גמר הנדסי

2019
2020

אופטימיזציית מידול משאבה צנטריפוגלית

Optimization of centrifugal pump's modeling

דורון מרקוביץ', טל נויפלד | מנחה: פרופ' אמריטוס דן אדלר

The project deals mainly with geometrical optimization of the design of a water pump's centrifugal rotor, according to a given set of engineering and economical requirements. Using a Matlab algorithm we built an index of all possible combinations of the rotor's parameters, out of which we chose the optimal set per given requirements. A special attention to economical calculations was given during the project, simulating "real life" conditions. Following the selection of the optimal rotor, a mechanical drawing is being carried out in Solidworks, as well as an engineering review of the final product.

הפרויקט עוסק בעיקרו בביצוע אופטימיזציה גיאומטרית לתכן רוטור צנטריפוגלי של משאבת מים בהתאם לדרישות הנדסיות וכלכליות נתונות. אלגוריתם שנכתב בתוכנת Matlab מאפשר לבנות מאגר המכיל את כלל החלופות האפשריות של הפרמטרים המאפיינים רוטור צנטריפוגלי, ומתוכו לבחור את הרוטור האופטימלי עבור סט הדרישות הקיים. בפרויקט ניתן דגש על ביצוע חישובים שמטרתם "דקירת" הרוטור המשתלם ביותר מבחינה כלכלית, לשם הדמיית מצב ריאליסטי ככל הניתן. לאחר בחירת הרוטור האופטימלי מתבצע שרטוט מכני של המשאבה בתוכנת Solidworks וסקירה הנדסית של התוצר הסופי.

בקרת גלים בשפופרת אקוסטית

Wave control in an acoustic tube

איילון צרפתי | מנחה: ד"ר רן גבאי

Sound waves can be characterized by their progression in space. Waves may either stand or travel or composed of both. Acoustic tube is a system in which sound waves can be produced and measured.

In this project we have developed a system capable of producing sound waves and actively controlling the progress of the waves in the tube.

The system consists of a wave tube having two speakers producing waves, a spatial microphone array capable of measuring the sound wave regime in the tube and a microcontroller that sample the microphones, processes the measured data and controls the speakers to produce a desired real-time wave regime.

The control is done by actively identifying the wave from measurements of 6 microphones, analyzing the wave parameters and separating the different wave types.

Once detected, the controller calculates the mode of operation of the speakers required to get the desired wave regime in the tube (amplitude and phase of each speaker). The controller updates in real time the operation of the speakers to converge and preserve the desired wave regime in the tube.

The work on the project included analytical analysis, numerical simulations and application in a laboratory experimental system.

גלי קול ניתנים לאפיון לפי אופן ההתקדמות שלהם במרחב, ישנם גלים עומדים, גלים מתקדמים ויש כאלה המורכבים משניהם. שפופרת אקוסטית היא מערכת בה ניתן לייצר ולמדוד גלי קול.

בפרויקט זה פיתחנו מערכת המסוגלת לייצר גלי קול ולבקר באופן אקטיבי את אופן התקדמות הגלים בשפופרת.

המערכת מורכבת משפופרת גלים בעלת שני רמקולים לייצור גלים, מערך מיקרופונים מרחבי המסוגל למדוד את משטר גלי הקול בשפופרת ומיקרו-בקר הקורא את המיקרופונים, מעבד את הנתונים הנמדדים ושולט על הרמקולים על מנת לייצר משטר גלים רצוי בזמן אמת.

הבקרה נעשית על ידי זיהוי אקטיבי של הגל מתוך מדידות של 6 מיקרופונים, ניתוח פרמטרי הגל והפרדת סוגי הגלים השונים.

לאחר הזיהוי, חוג הבקרה מחשב את אופן הפעלת הרמקולים הדרוש (אמפליטודה ופאזה של כל רמקול) כדי לקבל בשפופרת את משטר הגלים הרצוי. החוג מעדכן בזמן אמת את פעולת הרמקולים כדי להתכנס ולשמר את משטר הגלים הרצוי בשפופרת.

העבודה על הפרויקט כללה ניתוח אנליטי, סימולציות נומריות ויישום במערכת ניסוי במעבדה.

ייצוב מטוטלת הפוכה

Control and stabilization of inverted pendulum

מנחה: מר רומן גודין | איתמר מורדל, יצחק אבו

The project is concerned with modeling and control of an inverted pendulum device, called The Reaction Wheel Pendulum. It is a simple pendulum with a rotating wheel at the end. The wheel is attached to the shaft of the DC motor and the coupling torque between the wheel and pendulum can be used to control the motion of the system. The control law uses the pendulum angle and/or its angular velocity supplied by installed incremental encoder and gyro to stabilize the closed-loop system. The control scheme is implemented in MATLAB/SIMULINK using dSPACE hardware.

The project includes the following milestones: non-linear mathematical modeling (including the plant, the sensors, and the actuator) and its linearization at two equilibrium points, experimental model verification at the down equilibrium point, unknown parameters estimation, controller design, and closed-loop system validation in simulations and laboratory experiments.

Two approaches were chosen to design the stabilizing controller: classical loop shaping and state feedback.

הפרוייקט עוסק במידול ובקרה של מטוטלת הפוכה המאוזנת באמצעות 'גלגל תנופה'. זוהי מטוטלת שמחובר אליה גלגל או דסקה בקצה. הגלגל מחובר לרוטור של מנוע DC והמומנט בין הגלגל למטוטלת משמש לשליטה על תנועת המערכת. הבקרה על זווית או המהירות הזוויתית של המטוטלת, מוזנת בחוג הסגור מהחיישנים המותקנים במערכת. הבקרה נבנתה על גבי MATLAB/SIMULINK בשימוש עם חומרה של חברת dSPACE.

אבני הבניין בפרוייקט: מידול תיאורטי של המערכת (הכולל מידול דינמיקה, חיישנים ומנוע), לינאריזציה של המודל המתמטי לנק' שיווי משקל, אימות המודל המתמטי בנק' ש"מ יציבה, שיעור פרמטרים לא ידועים, תכן בקרים ואימות מודל חוג סגור.

השתמשנו בשתי גישות לבקרה והן: 'Loop-Shaping' ומשוב מצב.



Robotic Scarecrow

ספיר מן | מנחים: פרופ"ח אילון רימון, מר רומן שמסוטדינוב

The main goal of the project is to build a robotic scarecrow that identifies birds and scares them off while being cost affective, durable to the outside weather and reliable.

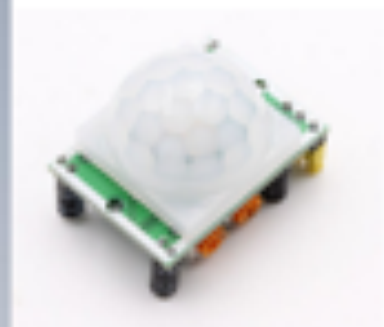
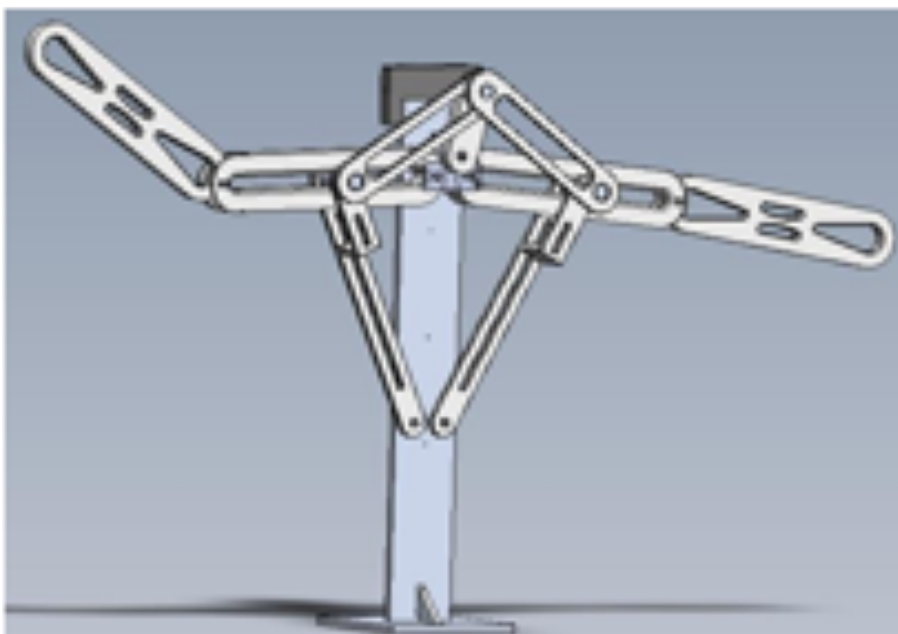
Motion sensors will identify the birds and the two arms of the robot which rotates in harmonic and sudden movements will scare the birds away. The robot is made entirely from very simple and inexpensive parts, the base of the robot and the pins are all machined, and the entire arm mechanism is printed in 3D. A main part of the project is choosing the right sensor in order to detect the birds, the comparison was between PIR (passive infrared sensor) sensor and HB100 sensor (based on microwaves and the Doppler affect).

The accuracy of the sensors is depended on size and speed of the detected item. The sensors are activated by micro processor 'Arduino'.

מטרת הפרוייקט היא יצירת דחליל מכאני אשר מזהה ציפורים ומבריח אותן ובו זמנית כדאי כלכלית, עמיד לפגעי מזג אויר ואמין.

זיהוי הציפורים יתבצע על ידי חיישני תנועה ושיטת ההברחה היא על ידי הפעלה של שתי זרועותיו של הרובוט בתנועה מחזורית וחדה בעת הזיהוי. הרובוט עשוי מחלקים פשוטים וזולים לייצור, כאשר בסיס הרובוט והפינים מיוצרים בעיבוד שבבי והזרועות מודפסות בתלת מימד. מיקוד הפרוייקט הוא בבחירת סנסורים לזיהוי הציפורים ונעשתה השוואה בין חיישן PIR (passive infrared sensor) ובין חיישן HB100 המשדר גלי מיקרו ומבוסס על עקרון דופלר.

בחינת הסנסורים מתמקדת בגילוי רמת הדיוק של החיישן כאשר התכונות העיקריות הן גודל ומהירות העצם אותו החיישן קולט. החיישנים מופעלים על ידי מיקרו בקר וקוד של 'ארדואינו'.



השחלת מוט לתוך חריץ באמצעות שימוש בבקרת עכבה

Inserting a rod into a slot using Impedance Control

נדב אמיר וגל שכמונדט | מנחים: פרופ"ח מרים זקסנהויז, מר ישראל שלהיים

With the rise in cooperation between humans and robots, alongside the growing use of robots to perform gentle tasks, it has become necessary to implement control laws that are sensitive to the relation between forces exerted on the end effector and its position. An example of such a control law is Impedance Control, which exploits the principle that the end effector acts like an impedance, hence it can be described by inertia, stiffness and damping matrices. Combined with the ability to change these matrices inside the control law, one can make the end effector react to its surroundings differently from the way it would react naturally (in terms of stiffness, damping and mass), according to the task at hand. In this project we used Impedance Control to perform a gentle task of inserting a stiff end of an electric wire into a cell on an electric board, which were modeled as a semi-rigid rod and a slot with springs, respectively. The slot exerted resistance to insertion, hence on the one hand, we had to make sure the rod will be inserted all the way in, and on the other hand to make sure the slot doesn't break. On the second part of the project, an algorithm from machine learning discipline was used in order to imitate a behavior close to Impedance Control. Finally, we compared the task performance using Impedance Control versus using classic control.

עם העלייה בהיקף שיתוף הפעולה בין בני אדם לרובוטים ושימוש ברובוטים לביצוע משימות עדינות, עלה הצורך במימוש חוקי בקרה הרגישים לקשר בין הכוח המופעל על יחידת הקצה למיקומה ומותאמים למשימות מגוונות. דוגמה לבקרה כזו הינה בקרת עכבה, המנצלת את העקרון לפיו יחידת הקצה של הרובוט מתנהגת כאימפדנס (עכבה), ולכן ניתן לתאר אותה באמצעות מטריצות אינרציה, קשיחות וריסון. באמצעות מניפולציות על מטריצות אלה בתוך חוק הבקרה, ניתן לגרום ליחידת הקצה להגיב לסביבה בצורה שונה מהאופן בו הייתה מגיבה בטבעיות (במונחים של קשיחות, ריסון ומסה), בהתאם למשימה. בפרויקט זה ביצענו שימוש בבקרת עכבה על מנת לבצע משימה עדינה של השחלת מוט (המדמה קצה קשיח של חוט חשמל) לתוך חריץ הממודל כמנגנון קפיצי (המדמה מחבר בארון חשמל). המנגנון מפעיל התנגדות להכנסת המוט, ולכן היה צור לוודא שלא נגרם נזק לרכיבים המעורבים ומאידך שהמוט יוכנס עד למיקום הרצוי. בשלב השני של הפרויקט בוצע שימוש באלגוריתם מתחום למידת המכונה על מנת לחקות התנהגות הקרובה לבקרת עכבה. לבסוף, השונו את ביצוע המשימה בעזרת בקרת עכבה למול שימוש בבקרה קלאסית.



השפעת יחס דחיסה על ביצועי מנוע TCR

Waste heat recovery potential and performance of internal combustion engine with high-pressure thermochemical recuperation at various compression ratios

נופר שנח ומיכל פדידה | מנחה: פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי

As a result of industrial development and increasing in transportation usage, causing increasing in the use of internal combustion engine, the need to find a new available and more eco-friendly source of energy raised as well. In addition, since there are a lot of energy losses in ICE, about 70% which 30% of them are because of the hot exhaust gases, there has been more research around the subject of Thermochemical recuperation (TCR). A TCR engine uses the energy of the exhaust gases to create a chemical reaction in the primary fuel, in this project - methanol, in order to achieve a gaseous mixture rich with hydrogen.

The challenge in increasing the engines compression ratio is the decreasing in the temperature of the exhaust gases, which reduces the percentage of converted methanol-low hydrogen concentration. In order to overcome this challenge, we conducted a set of experiments, changing some of the engine's parameters, in order to achieve an optimal compression ratio in which we get maximum efficiency.

עם התפתחות התעשייה והעליה בשימוש בכלי תחבורה עלה הצורך למציאת מקורות אנרגיה חלופיים לדלקים המחצביים וכן דלקים פחות מזהמים. כמו כן, מאחר שבמנוע בעירה פנימית קיימים הפסדי אנרגיה רבים (רק כ-30% מאנרגיית הדלקת מנוצלת להנעה) החל המחקר סביב שימוש במיחזור תרמוכימי (TCR). מנוע TCR עובד על עיקרון של ניצול אנרגיית גזי הפליטה ליצירת תגובה כימית בדלק הראשוני, מתנול בפרויקטנו, על מנת לקבל תערובת דלק עשירה במימן.

האתגר במחקר הוא שעם העלאת יחס הדחיסה במנוע טמפרטורת גזי הפליטה יורדת ובכך יורד אחוז המתנול המומר. לשם כך ביצענו ניסויים שונים, תוך שינוי פרמטרים בפעולת ומבנה המנוע, לקבלת יחס הדחיסה האופטימלי, יחס דחיסה מספיק גבוהה בו אנו מקבלים נצילות מירבית.

זרוע רובוטית ללוקליזציה ומשוב תלת ממדי במציאות מדומה

Robotic Arm for 3D Virtual Reality Localization and Feedback

ארי מלס-ברוורמן | מנחה: פרופ' אלון וולף

Virtual reality controllers collect information about the position of the user's hands in three-dimensional space and report it to the computer, which processes the inputs and relays a visual to the user's headset. Standard controllers only collect inputs; they cannot provide the user any feedback. This project aims to develop a robotic arm which the user attaches to their hand to be used as both an input and feedback device. Based on the angles of the arm joints, the position of the hand relative to the arm base can be determined. When the software detects that the hand is touching an object in virtual reality, it energizes the motors to provide a simulated normal force countering the user's motion

בקרי מציאות מדומה אוספים מידע על מיקום הידיים במרחב תלת ממדי ומדווחים למחשב, שמעבד את הנתונים ומעדכן בהתאם את התצוגה במשקפיים של המשתמש. בקרים רגילים רק אוספים נתונים, אך לא יכולים לתת משוב למשתמש. פרויקט הזה ממוקד בפיתוח זרוע רובוטית שהמשתמש מחבר ליד שלו העובד גם כמכשיר קלט וגם כמכשיר משוב. לפי זוויות מפרקי הזרוע ייקבע מיקום יד המשתמש ביחס לבסיס הזרוע. כשהתוכנה מזהה שהיד נוגעת במשהו במציאות מדומה, מנועי הזרוע מופעלים כדי לתת כוח נורמלי מדומה שמנוגד לתנועה של המשתמש.

זרוע רובוטית מודפסת עם שליטה על חוטית באמצעות כפפה

Robotic Hand with Wireless Control

נתנאל פרנקל , אריה פרבר | מנחה: מר רומן שמסוטינוב

In the past few years, we are witnessing a significant advancement in the fields of 3D printing and microprocessors. This advancement is shown through the speedy developments, serious price drops and the widespread abilities of these fields. Accordingly, the supporting industry had also developed rapidly ; more and more methods of 3D printing are available, and the use of these methods allows an easy, cheap, and fast developments of products for specific use. The same goes for the microprocessors supporting industry. This project makes use of the advantages described above, with the goal of printing a humanoid robotic hand that can mimic the hand movements of a person using a specially designed glove and can also send feedback to the user. This can be done with the help of sensors such as flex sensors and accelerometers. The hand itself can move with the help of stepper and servo motors.

בשנים האחרונות אנו עדים להתפתחות משמעותית בתחום ההדפסה התלת ממדית ותחום המיקרו-מעבדים. התפתחות זו באה לידי ביטוי בהתקדמות מהירה של התחומים ובירידת מחירים משמעותית, וכן בתפוצה רחבה מאוד של יכולות אלו. בהתאם, התפתחה מאוד התעשייה ההיקפית של תחומים אלו; מגוון אפשרויות הייצור בהדפסה הולך וגדל, כאשר שימוש בשיטות אלו מאפשר פיתוח קל, מהיר וזול של מוצרים המיועדים לשימוש ספציפי. כך גם הצידוד המקיף בו ניתן להשתמש במנגנון המופעל ע"י מיקרו-מעבד. פרויקט זה משתמש ביתרונות המתוארים למעלה, ומטרתו לבנות באמצעות הדפסה ומיקרו-בקרים מסוג ארדואינו זרוע רובוטית מודפסת המאפשרת חיקוי של תנועת היד של המשתמש וכן משוב חוזר, תוך שימוש ב חיישנים מתאימים כדוג' חיישני כפיפה לאצבעות ומדי תאוצה לתנועת הזרוע, וכן שימוש במנועי סרוו ו-stepper עבור הזרוע עצמה.



חישה אופטו-אקוסטית של רקמה והגדלת מפתח נומרי בסיב אופטי

Opto-acoustic sensing and NA optical fiber expansion

מתן אילוז | מנחים: פרופ"מ אמיר רוזנטל

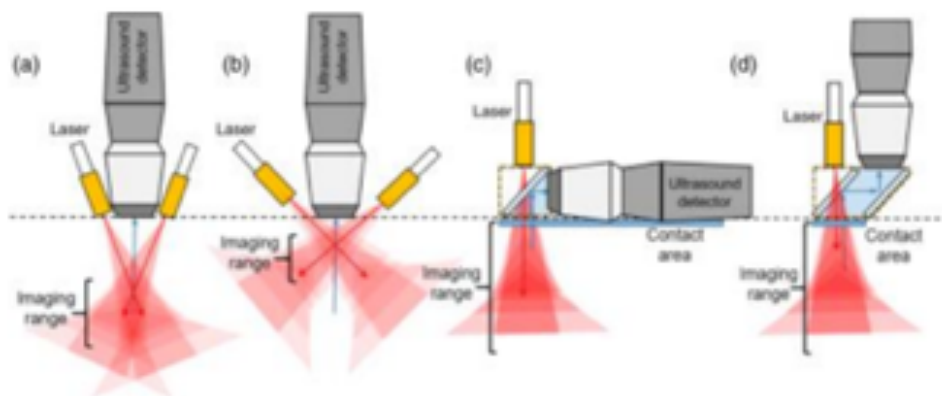
The aim of the first part of this project is to design and manufacture integrated opto-acoustic probe. In the field of opto-acoustic tomography, laser pulse is used to induce ultrasound signal from a tissue and detected by an ultrasound sensor. New technologies for ultrasound detection via optical interferometric techniques are being developed as part of the research of the laboratory for biomedical imaging and sensing. The geometrical relation between the optoacoustic laser and detector influences greatly the strength of the ultrasound signals detected. Therefore, the need for a well- designed probe, integrating both illumination and detection is of the essence.

The second part of this project is to create a method for increasing the numerical aperture of optical fiber via geometrics changes, in order to increase the amount of light that reaches the tissue.

we found that decreasing the inner diameter of the optical fiber is increasing the effective numerical aperture in the fiber exit, and therefore we get a bigger exit angle.

המטרה של החלק הראשון של הפרויקט היא תכן וייצור של מערכת אופטו-אקוסטית אשר שולחת פולסים של גלי אור על רקמה על מנת להגדיל את אור האולטרסאונד המתקבל מהתאבכות של הגל האופטי והגל האקוסטי. המערכת מסוגלת להאיר בזוויות שונות ומרחקים שונים על הרקמה.

החלק השני של הפרויקט מתעסק בשיטה להגדיל את המפתח של סיב אופטי בעזרת שינויים גיאומטריים בסיב על מנת להגדיל את כמות האור בציאה מהסיב אשר מאיר על רקמה, מצאנו כי דווקא דרך הקטנת הקוטר ההתחלתי של הסיב אפשר לקבל מפתח נומרי אפקטיבי גדול יותר ביציאה מהסיב.



ייצוב אופניים באמצעות היגוי בתנאי נסיעה משתנים

Control of a bicycle using front wheel steering in varying conditions

ניצן מקמל | מנחים: ד"ר מקסים קריסטלני, מר איליה שמיס

This project deals with stabilization of a miniature bicycle while using a simplified dynamical model for the control design purposes. The stabilization is obtained by means of a single control input, i.e. the steering angle of the front wheel as a constant velocity is assumed. The first part of the project is theoretical. In this part, the dynamical model of the bicycle is constructed, and a number of linear controllers are designed using various synthesis methods. This is done while taking into consideration the past experience from previous projects. In the second part, the work is done on the actual laboratory system which is controlled with an Arduino micro-controller. In this part the focus is on identification and control of the actuation mechanisms based on DC motors.

פרויקט זה עוסק בבקרת ייצוב של מודל אופניים תוך שימוש במודל דינמי מפושט. בקרת הייצוב נעשית באמצעות שליטה בזווית ההיגוי של הגלגל הקדמי תוך כדי נסיעה במהירות קבועה. חלקו הראשון של הפרויקט נעשה באופן תיאורטי בו תוקף ושופר המודל הדינמי הקיים ובוצע תכן של בקרים חדשים בשיטות שונות, תוך התחשבות בלקחים שהופקו בפרויקטים קודמים. בחלקו השני של הפרויקט העבודה מתבצעת על המערכת במעבדה הנשלטת באמצעות מיקרו-מעבד מסוג ארדואינו. בחלק זה הושם דגש על אימפלמנטציה, זיהוי ומידול דינמי של מנגנוני ההיגוי אשר מבוססים על מנועים חשמליים בזרם ישר.

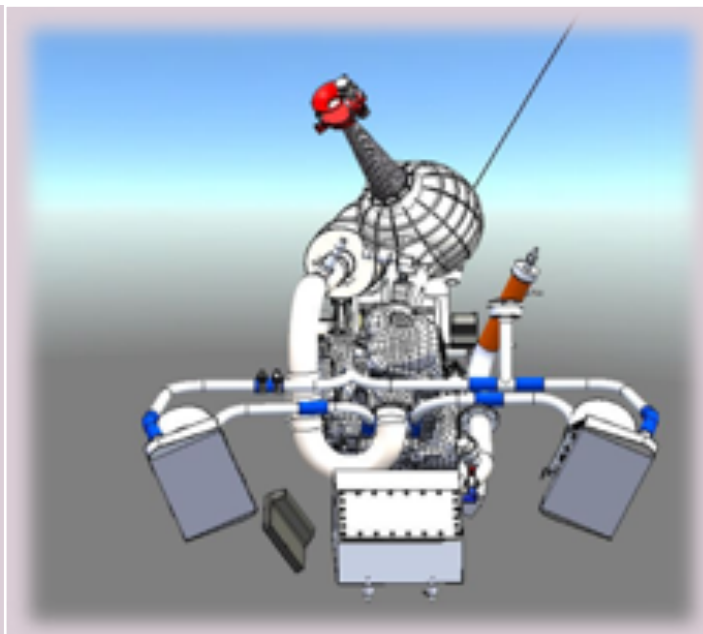
מידול מנוע ואופטימיזציה - פרויקט פורמולה טכניון 2020

Technion 2020 - Combustion Engine Modeling and optimization Formula Student Project

מואנס עומרי | מנחה: : פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי

This project is part of the Formula Technion Student Project. To run an internal combustion engine there is a need for some other systems that are called powertrain systems such as fuel system, intake manifold, exhaust system, cooling, etc. beside the engine itself, all the powertrain systems affect the engine performance strongly so it's important to design and choose them wisely in order to get the best performance of the engine. In this project some analyzes were done to check the performance. Using GT-POWER software, a full engine model was built to check the performance of the powertrain system and examine the effect of different parameters on the performance such as higher compression ratio piston and different fuel types. After these tests we decided to use E85 fuel and compression ratio of 14.1 at minimum (original compression ratio is 12.7), this modification gave as an extra 4 HP and lowered engine heat significantly. Using Ansys-Fluent software, a CFD analysis were done on the intake manifold to check the new situation of using different type of fuel. Another CFD analysis was done inside the combustion chamber to check the air flow motion inside the cylinder, this time using Star-CCM+ software with moving parts and mesh.

פרויקט זה נעשה במסגרת פרויקט הפורמולה בטכניון. כדי להפעיל מנוע בעירה פנימית נדרש מספר מערכות הכרחיות כדי לאפשר את זה כגון מערכת דלק, סעפת יניקה, סעפת פליטה, קירור וכו'... בנוסף למנוע עצמו, כל המערכות הקשורות למנוע משפיעות באופן ישיר על ביצועי המנוע וחשוב מאוד לתכנן ולבחור את המערכות הנכונות תוך כדי התחשבות בתנאים וגורמים אחרים ומטרת העל היא להוציא כמה שיותר הספק מהמנוע תוך כדי שמירה על אמינות מקסימלית והבטחת סיום המרוצים. בפרויקט הזה בוצעו מספר אנליזות וסימולציות למספר מערכות של המנוע. בעזרת תוכנת GT-POWER נבנה מודל של המנוע כולל המערכות הקשורות אליו ונבדקו פרמטרים שונים ואיך הם משפיעים על ביצועי מנוע כגון בוכנה עם יחס דחיסה יותר גבוה וסוגי דלק אחרים המותרים בתחרות ובסוף בחרנו לעבוד עם דלק E85 ויחס דחיסה 14.1 (יחס דחיסה מקורי הינו 12.7), עקב השינוי הזה קיבלנו 4 כ"ס תוספת והורדת טמפ' מנוע באופן משמעותי. בעזרת תוכנת Ansys-Fluent בוצעה אנליזת CFD לחלק מסעפת היניקה עקב התאמת המצב החדש לתקנון. בעזרת תוכנת Star-CCM+ בוצעה אנליזת CFD על תא השריפה כדי לבחון את זרימת האוויר בתוך הצלינדר.



ממשק מוח מכונה מבוסס גירוי טקטילי

Vibro Tactile Brain Computer Interface

אנדרי ויירו, יובל שאול | מנחה: פרופ"ח מרים זקסנהויז, מר רומן שמסוטינוב

This Project Focuses on developing a Stimulation Based Communication system using a Brain-Computer Interface (BCI) method. The guiding principle is that a vibrating stimulus inflicted upon an area of the human body leads to an electromagnetic activity at the same frequency in the brain – an activity which varies in amplitude with dependence on levels of the subject's concentration. By identifying amplitude changes it is possible to determine the area in which the subject is concentrating. With this theory in mind, and by subjecting participants to focused vibrations directed at their fingertips, creating an interface with people who lack other communication abilities becomes palpable. The focused frequencies can be allocated to either linguistical meanings, or perhaps mechanical ones (i.e. mind control).

מטרת הפרויקט היא לפתח ממשק תקשורת מוח-מחשב (BCI - Brain Computer Interface) מבוסס גירוי חושי (טקטילי) למשותקים. העיקרון המנחה הוא שהפעלת רטט בתדר מסוים על הגוף מובילה לפעולה אלקטרומגנטית באותו התדר במוח, ובאמפליטודה שתלויה במידת הריכוז באזור בו מופעל הרטט. אפשר לזהות את התדר של הפעילות במדידות EEG על הקרקפת מעל האזור המוחי שמעבד מידע מחיישני מגע בגוף. על ידי זיהוי שינויי אמפליטודה ניתן להסיק באיזה אזור התרכז המשתמש. הפרויקט מתמקד ביצירת ממשק תקשורת על ידי הפעלת רטטים בתדירויות שונות על אצבעות כף היד של המשתמש. כך, תוך שהמשתמש מתמקד בתדרים השונים המופעלים עליו, ניתן לקשר כל תדר למשמעות מילולית (או לחילופין מכאנית).

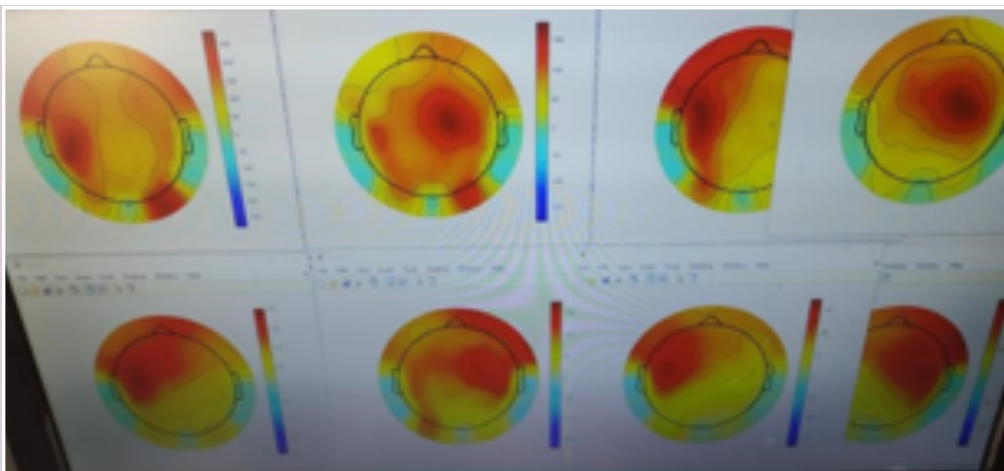


Figure 1 - Brain Activity intensity. Two actuators stimulating two fingers from different hands of the participant – Dark red areas appearing in the right or left lobes, correspond to the intensified brain activity due to the focused attention on the frequency of the specific stimuli.

מנגנון אבטחה דטונטורית (אבד"ט) עבור מנוע רקטי זעיר

Ignition Safe and Arm Device (ISAD) for small scale rocket engine

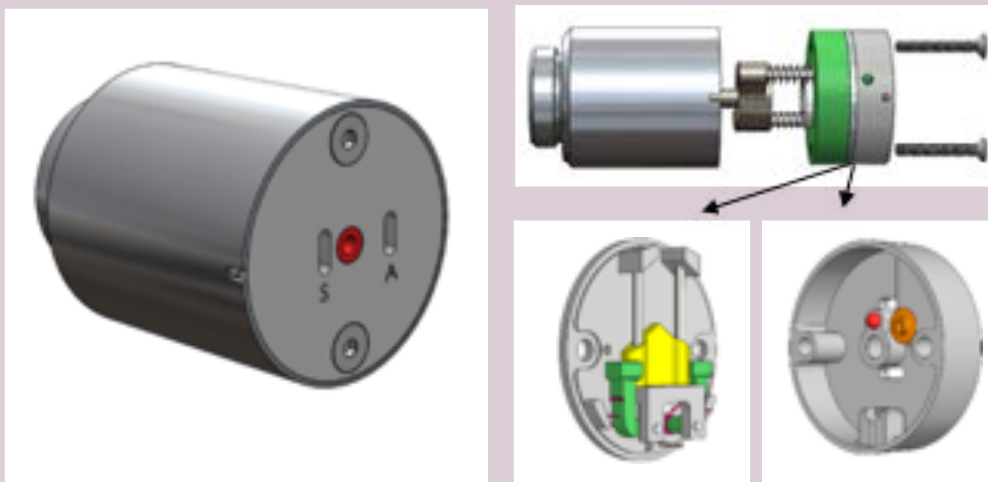
ניר זיו | מנחה: מר אברהם גרינבלט

As part of a R&D process of an accurate, lightweight shoulder-launched systems, the need has risen to develop an Ignition Safe and Arm Device for a small-scale rocket engine. The purpose of the mechanism is to ensure the initiation of the engine with high reliability, after the time period set for the safety of the operator.

As part of the project, a design was made for a mechanical ISAD with a small volume, low weight, an electrical logic system and without stored energy. The energy will be harvest during the linear acceleration phase, and initiate the rocket engine after two independent conditions of: linear acceleration - 1300g for 4[msec] and spin rate of 18[Hz], at distance that ensures the safety of the operator and the crew. The initiation will occur after 90 ± 5 [msec] from launch.

כחלק מהליך מחקר ופיתוח של מערכות משוגרות כתף, קלות משקל ומדויקות, עלה הצורך בפיתוח מנגנון אבד"ט עבור מנוע רקטי זעיר. תפקידו של המנגנון הוא להבטיח את ייזום המנוע הרקטי באמינות גבוהה, לאחר תום פרק הזמן שהוגדר לבטחון המפעיל ובטחון המסלול.

במסגרת הפרויקט, בוצע תכנון למנגנון אבד"ט מכאני עם מערך לוגיקה חשמלי, בעל נפח קטן, משקל נמוך וללא אנרגיה אצורה, אשר יקצור אנרגיה במהלך שלב התאוצה הקווית וייזום את המנוע לאחר קיומם של שני תנאי סביבה בלתי תלויים: תאוצה קווית - 1300g למשך 4 [msec] וקצב גלגול - 18 [Hz] במרחק המבטיח את בטחון המפעיל וסביבתו (בטחון מסלול). ייזום המנוע יתרחש לאחר 90 ± 5 [msec] מרגע שיגור המערכת.





מענה להרכבת צנרת רפואית (אינפוזיה) תוך שימוש ב-Caging Grasp A solution for the automatic assembly of an infusion tube using Caging-To-Grasping principle

אור שמש, חגי עפר | מנחה: פרופ"ח אילון רימון

The project is aimed to provide a solution for the automatic assembly of a flexible element, for one of the reference scenarios - assembling a wire loom inside an electrical cabinet, assembling a flexible gasket in the lid of a box, assembling an infusion tube to a pin. The scenario we focused on is the infusion tube assembly.

The system uses grippers that operate according to the Caging-To-Grasping principles for centering and locking a round element. After fixation and centering of the object (infusion tube), the tube is guided through the center of the grippers in steps until reaching the end of the tube. At this point the system leads the tube slightly outwards, and sticks it on a pin located on top of a desk gig.

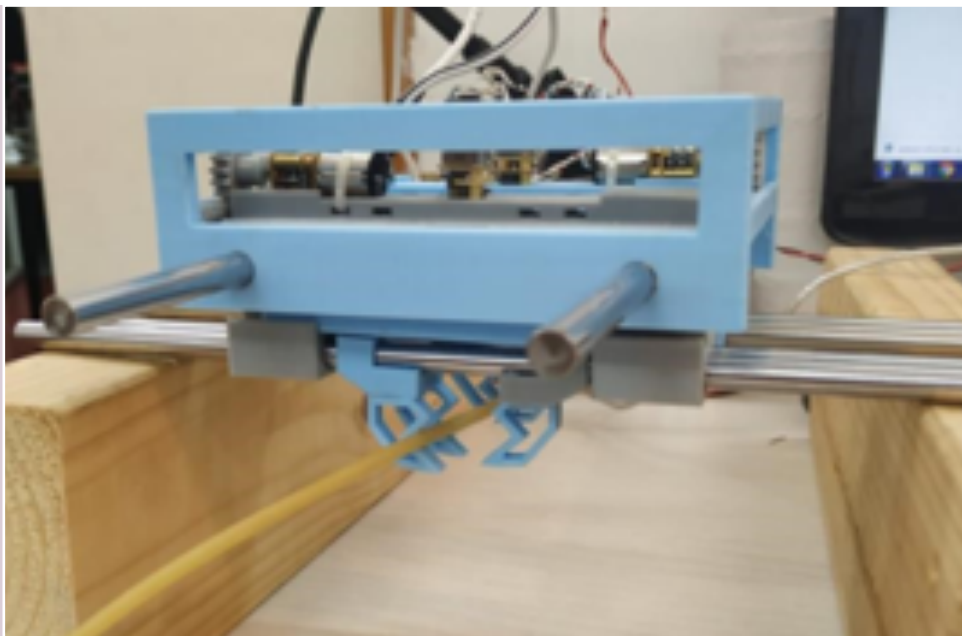
Stages of the project: characterization of the problem, modeling of the objects and defining possible solutions, design and production of the leading option, measurements and experimentation, improvement of the design and production of a second version, assembling motors and sensors, writing an operation algorithm.

מטרת הפרויקט היא מתן מענה להרכבה אוטומטית של אלמנט גמיש, לאחד מתרחישי הייחוס - הרכבת צמת חוטים בתוך ארון חשמל, הרכבת אטם גמיש במכסה של ארגז, הרכבת צינור אינפוזיה בנעץ. תרחיש הייחוס בו התמקדנו הוא הרכבת צינור האינפוזיה.

המערכת משתמשת בשתי תפסניות הפועלות לפי עקרון-CAGING TO-GRASPING למרכז ונעילה של אלמנט עגול.

לאחר קיבוע ומרכז האובייקט (צינור אינפוזיה), מתבצעת הולכה בצעדים עד להגעה לקצה הצינור. בשלב זה המערכת מוליכה את הצינור מעט החוצה, ונועצת אותו על נעץ הממוקם על גבי מתקן שולחני.

שלבי הפרויקט: איפיון הבעיה, מידול של האובייקטים והגדרת דרכי פתרון אפשריות, תכן וייצור של אפשרות מובילה, מדידות וניסוי, שיפור התכן וייצור של גרסה שנייה, הרכבת מנועים וחיישנים, כתיבת אלגוריתם פעולה.



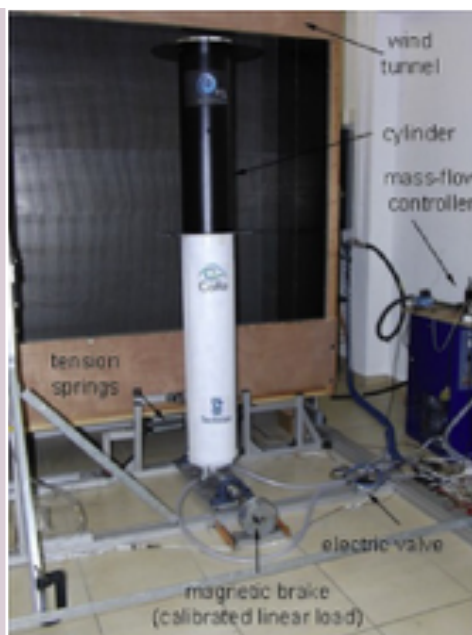
מערכת להמרת אנרגיית רוח להתפלת מים

Water desalination system based on harvested wind energy

אורי מימון ודיו אוריל | מנחים: פרופ' דוד גרינבלט, מר ענאן גרזודי

This project is part of an experimental system that is meant to turn wind power into water desalination. The system is designed as a vertical, hollow cylinder, which is mounted onto a shaft and balanced by heavy duty springs. by periodically blowing air out of small slots embedded in the cylinder the system creates the "Koanda" effect, which attracts the flow to the cylinder and reduces the pressure in that side which resolves in the cylinder rotating in that direction. By periodically changing the side in which the air is blown, an inverse harmonic oscillator motion is created, perpendicular to the direction of the wind flow. Our part in the project was to design and manufacture springs that will stabilize this oscillatory motion as well as designing and manufacturing a compatible pump that will turn the oscillatory motion into compressed water flow which will later be desalinated using a series of filters. The focus on both parts of the design was to minimize losses and by that improve the overall efficiency of the system.

פרוייקט זה הוא חלק ממערכת ניסויית להפקת אנרגיה מהרוח והמרתה להתפלה של מים. המערכת מורכבת מגליל אנכי חלול, וע"י הזרמת אוויר בפעימות דרך חריצים מצידי הגליל מנצלת את אפקט "קוואנדה" אשר גורם לתת לחץ באותו צד שבו הזרם האוויר וגורמת לכל הגליל לנוע לכיוון הזה. על ידי הזרמת אוויר בפעימות כל פעם בצד אחר נוצרת תנועה מחזורית של מטוטלת הפוכה אשר ניצבת לכיוון הרוח. חלקינו בפרוייקט היה תכנון וייצור של קפיצים על מנת לייצב את תנועת המטוטלת וכמו כן תכנון וייצור משאבה מותאמת לאופן פעולת המערכת שתפקידה להפוך את תנועת המטוטלת לדחיסה של מים ללחץ גבוה, שבהמשך ישמש להתפלת המים. הדגש העיקרי של חלקינו בפרוייקט הוא עבודה בהפסדים נמוכים על מנת להביא ליעילות מקסימלית של המערכת הכוללת.



מקרר מניטורי מסוג J-T באמצעות שימוש בטכנולוגיית

Additive Manufacturing

בן זינגר | מנחה: ד"ר בן-ציון מיטל

In this project, two different configurations of miniature cryocoolers which are categorized as "Hampson" cryocoolers family, based on J-T principle were examined.

The design was fitted to the additive manufacturing process which keeps the model free of design complexity. In addition, this complexity could not be achieved in any other manufacturing method. The main idea of the design was to manufacture the heat exchanger structure as one piece, using two different materials. In this way, the creation of complex helical hollow tubes, one next to the other, layer by layer was accomplished. The two configurations have better internal surface to high pressure hot gas volume ratio by dividing the hot gas mass flow to different number of high-pressure tubes (depend on the configuration). The analytical calculations that were based on different thermal empirical correlations, were compared to empirical experiment with cryocooler that was made by Chorowski et al. The results indicate better performances, while the first configuration is better than the second, and both are better than the traditional (Chorowski et al configuration).

בפרויקט זה תוכננו שתי חלופות שונות למקררים מיניאטוריים ממשפחת המקררים מסוג "Hampson", הפועלים על פי עקרון התפשטות בנחיר J-T. תכנון המקררים הותאם לשיטת הייצור על פי עקרונות ה- Additive Manufacturing. שיטה זו מדגישה רעיונית את החופש בתכנון גיאומטריות מורכבות, אשר לא ניתן ליצור בשיטות הייצור המקובלות כיום. הרעיון המרכזי במהלך התכנון, היה שימוש ביתרונות ההדפסה בשכבות על מנת ליצור את מחליף החום כגוף אחד ולא כמספר גופים בשלבים. בדרך זו, ניתן לשלוט בגיאומטריות ובחללים הפנימיים של מחליף החום.

תוכננו שתי חלופות תכן אשר מאפשרות יחס בין שטח פנים לבין נפח גז חם בלחץ גבוה, גבוה יותר, על ידי פיצול ספיקה נתונה למספר רב של צינוריות לחץ גבוה. האנליזה החישובית שנערכה על שתי הקונפיגורציות, התבססה על קורלציות אמפיריות השוותה למקרר מסורתי שמתאפיין בתכן דומה, אשר פותח ונבחן על ידי Chorowski et al.

תוצאות האנליזה האנליטית שבוצעה, מעידות על עדיפות הקונפיגורציה הראשונה שהוצעה על פני הקונפיגורציה השנייה, כך ששתי הקונפיגורציות הללו ניכרות בעליונותן על התכן המסורתי.

ניתור בריאות מבנים באמצעות סיבים אופטיים

Structure health monitoring using optical fibers

עידן דיסטפלד | מנחה: פרופ"מ שמואל אוסובסקי

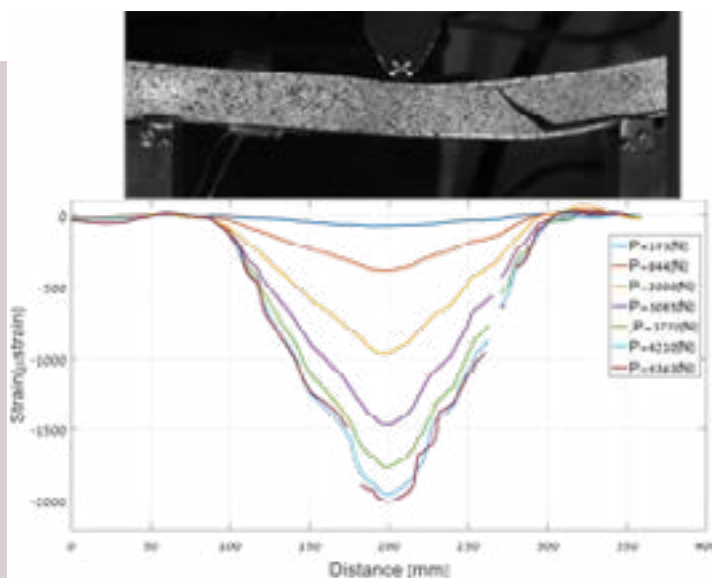
In this work, a novel strain and temperature sensing technology using optical fibers was studied. This system work on Rayleigh scatter principle. This system allows a quazi continuous measurement of these scalars along the fiber path. Using optical fiber can deliver detailed information regarding to the stress condition of a body and predict an early failure of a product. In addition, Due to high spatial resolution, a single optical fiber can perform as an elegant replacement for hundreds of strain gauges. Finally, the fiber small diameter can be exploited to embed it in composite structures. An example for potential usage is embedding an optical fiber along an airplane wing and checking the change in the strain profile between flights. This action can predict the failure thousands of hours before the actual failure, preventing catastrophic events.

In this project optical fiber was attached to structures as well embedded in a composite structures in order to measure the inner strain in the structures (figure 1-2).

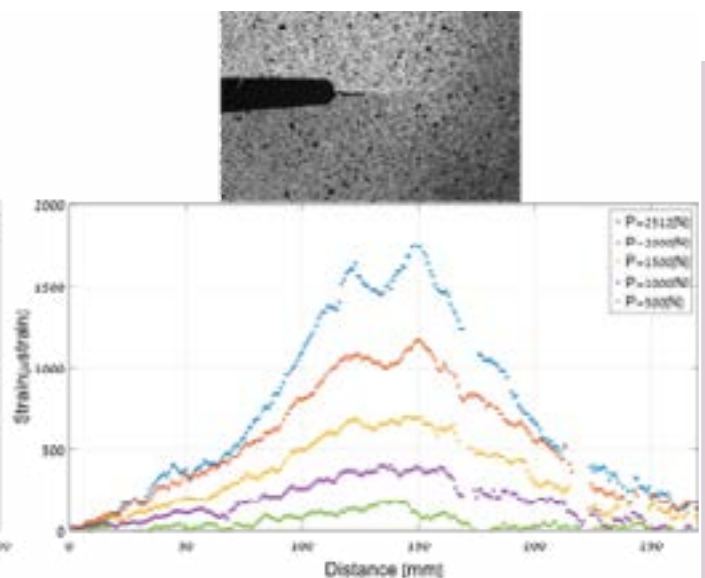
במסגרת העבודה אופיינה מערכת למדידת עיבורים וטמפרטורות באמצעות סיבים אופטיים העובדים על עקרון פיזור ריילי. מערכת זו מאפשרת מדידה קוואזי רציפה של הסקלרים לאורך מסלול הסיב.

שימוש בסיב אופטי יכול לספק מידע מקיף אודות מצב המאמצים בגוף מסוים ולעזור בחיזוי מוקדם של כשל של מוצר. בנוסף, עקב רזולוציה מרחבית גבוהה מאוד, סיב אופטי בודד יכול לשמש תחליף אלגנטי למאות מדי עיבור סטנדרטים. לבסוף, עקב קוטרו הקטן ועמידותו לטמפרטורה ניתן להטמיע סיבים בתוך מבנים מרוכבים ע"י הדבקה בין שכבתית וכך לקבל תמונה אודות מצב המאמצים בתוך החומר. דוגמא לשימוש אופייני בסיב היא הטמעה לאורך כנף מטוס ובדיקה של השינוי בפרופיל העיבור לאורך הכנף בין טיסה לטיסה. ביכולת פעולה זו לנבא את אזורי הכשל אלפי שעות טיסה לפני שהוא מתרחש, וכך למנוע אסונות פוטנציאליים.

במהלך הפרויקט הודבקו סיבים אופטיים חיצונית למספר מבנים הנדסיים וכן הוטמעו סיבים אופטיים בין שכבות חומר מרוכב על מנת לנתר את מצב המאמצים הפנימיים בחומר (איור 1-2).



איור 2. ניסוי כפיפה תלת נקודתי עבור מבנה כריך. סיב אופטי שתול בסקין העליון לאורך הקורה. התמונה העליונה היא תמונת דגם מבנה הכריך ברגע השבר בליבה. הגרף התחתון מראה את פרופיל העיבור לאורך הסיב בנקודות שונות בניסוי.



איור 1. ניסוי Compact tension. סיב אופטי שתול במבנה בצורה ניצבת לחרוץ. התמונה העליונה היא תמונת דגם הניסוי לאחר תחילת התקדמות הסדק. בגרף התחתון פרופיל העיבור לאורך הסיב בנקודות שונות בניסוי.

סימולציית ביצוע משימת Peg-in-Hole ע"י רובוט 6 ד"ח ובקרת אימפדנס

Simulation of Peg-in-Hole mission by 6DOF robot and impedance control

ימית גרון, סער ברקן | מנחים: פרופ"ח מרים זקסנהויז, מר ישראל שלהיים

The project is part of an association that aims to create a set of tools that will help industrial robots deal with a variety of functions, , such as: assembling flexible components (for e.g. rubber bands) , and threading electrical wires.

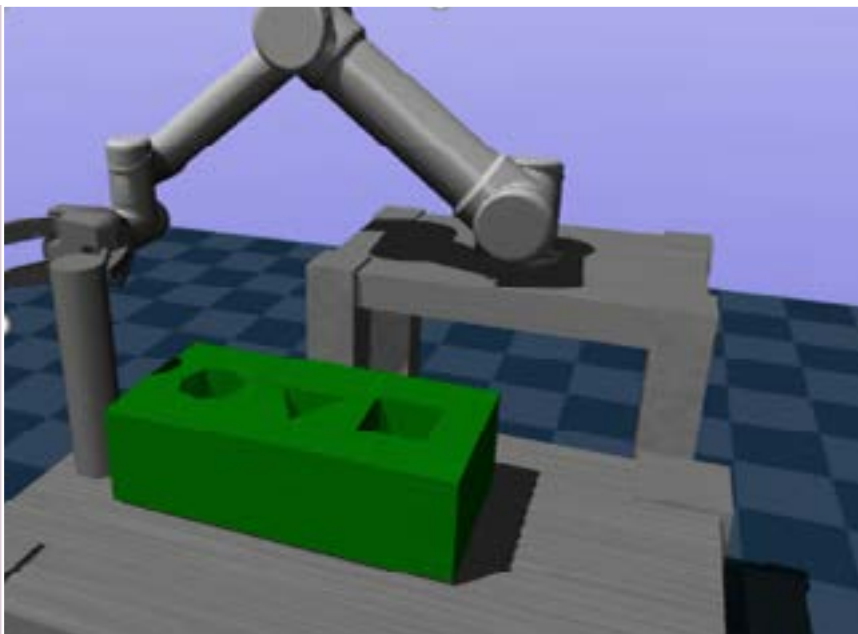
The purpose of our project is to create a simulation in the mujoco software of a 6D robot that: performs a Peg-in-Hole mission using impedance control.

The project includes: Examining the tolerances of accuracy and success of the task, and proving that impedance control improves success rates.

הפרוייקט הינו חלק ממאגד שמטרתו ליצור סט כלים אשר יעזרו לרובוטים תעשייתיים להתמודד עם מגוון משימות, כגון: הרכבת רכיבים גמישים (לדוג' גומיות) , והשחלת חוטי חשמל.

מטרת הפרוייקט שלנו הינו ליצור סימולציה בתוכנת mujoco של רובוט 6D אשר מבצע משימת Peg-in-Hole בעזרת בקרת אימפדנס.

הפרוייקט כולל: בחינת טולרנסיי דיוק והצלחה של המשימה , והוכחה כי בקרת אימפדנס משפרת את אחוזי ההצלחה.



Solar sun tracker

חי ראובני | מנחה: פרופ"ח טל כרמון

A solar tracker is a device that orients a payload towards the Sun. Payloads are usually solar panels or another optical element. For flat panels, trackers are used to minimize the angle of incidence between the incoming sunlight and the panel. Reducing this angle increases the amount of energy produced by the photovoltaic system. In this project a tracking system was designed and made, which operates with the help of solar energy and by using mechanical principles. The system was designed to operate by using bi-metal which is a component consisting of two strips of different metals which expand at different rates as they heated. The different expansions force the strip to bend when heated and thereby used to convert thermal energy into mechanical displacement. A mechanical tracking system has a significant advantage in terms of financial costs since the systems in use today are very expensive in relation to the energy produced with their help.

עוקב שמש הינו מכשיר אשר מתוכנן לכוון עומס, לרוב פאנל סולרי או אלמנט אופטי אחר לכיוון השמש. עבור פאנל סולרי העוקב משמש למזעור הזווית בין אור השמש לבין הפאנל. הקטנת זווית זו מגדילה את כמות האנרגיה המופקת על ידי הפאנל לאורך היום. במסגרת פרויקט זה תוכננה ונבנתה מערכת לעקיבה אחר תנועת השמש אשר פועלת בעזרת אנרגיה סולארית ועל ידי שימוש בעקרונות מכניים. המערכת תוכננה לפעול על ידי שימוש בבי-מטאל (דו-מתכת) אשר הינו רכיב המורכב משני פסי מתכות דקים בעלי מקדם התפשטות תרמית שונה המולחמים זה לזה. כאשר הבי-מטאל מתחמם כל מתכת מתפשטת בשיעור שונה דבר הגורם לבי-מטאל להתכווץ ועל ידי כך האנרגיה התרמית מתורגמת לעבודה מכנית באופן התלוי בטמפרטורה. למערכת עקיבה מכנית יש יתרון משמעותי מבחינת עלויות כספיות שכן המערכות הנמצאות בשימוש כיום, מאוד יקרות ביחס לכמות האנרגיה המופקת בעזרתן.

פרויקט גמר צוות מנוע פורמולה - מערכת פליטה

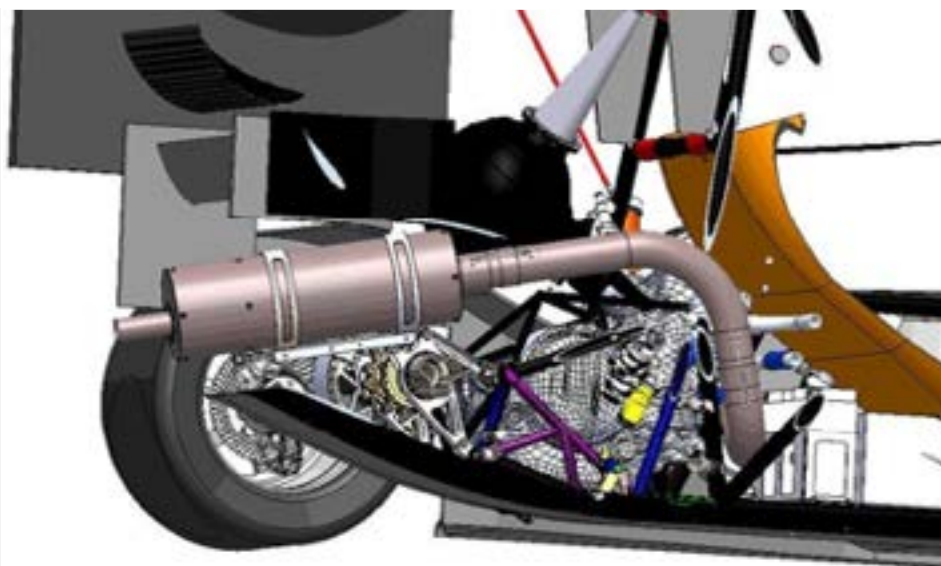
Formula Engine Team - Exhaust System

אלישע בן גדליהו | מנחה: פרופ"ח לאוניד טרטקובסקי

The Exhaust System was designed and manufactured as a part of the Technion Formula Student Project. There are two main parts in the system: Exhaust Manifold and Muffler. The Exhaust Manifold collects the exhaust gasses from the engine to the environment, and the Muffler is a device for reducing the noise emitted by the engine while maintaining high engine performance. The Muffler is designed as a combination of absorptive and resonator sections, it is modular and capable of assembly in multiple ways.

מערכת פליטה - הפרויקט מהווה חלק מפרויקט הפורמולה 2020, למערכת שני חלקים עיקריים: סעפת הפליטה ומשתיק. סעפת הפליטה הינו לסלק את הגזים השרופים מהמנוע לסביבה, תפקיד המשתיק הינו הנחתת הרעשים היוצאים מהמנוע תוך שמירה על ביצועי מנוע גבוהים.

המשתיק בעל חלק כושר ספיגה ותא תהודה ונבנה בצורה פריקה המאפשרת הרכבה בכמה תצורות שונות.



פיתוח מדגים הנדסי עבור מיכל להודפים נוזליים מסוג דיאפרגמה לחלל

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

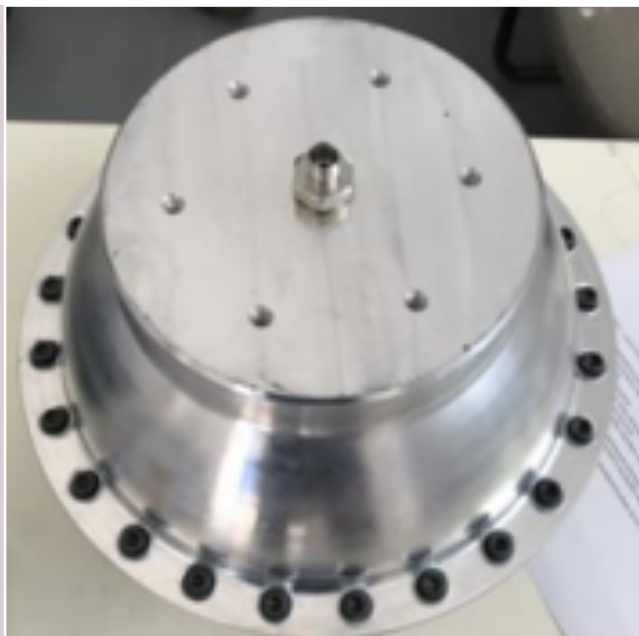
איתן כהן, אמיר צור שם | מנחה: מר דב חזן

As part of the effort of constructing a safer and "greener" rocket propulsion technology for spacecraft and satellites, the usage of hydrogen peroxide as an oxidizer in bipropellant system is being examined. Such propulsion systems offer advantages over traditional hydrazines' based fuel and nitrogen tetroxide as oxidizer, mainly due to their toxicity.

In our project, we took a part in the NewRocket and Technion program in developing innovative propulsion systems: bi-propellant rocket motors with kerosene-based gel as fuel, and high concentration hydrogen-peroxide as oxidizer. Our project's focus was on designing and assembling an EM (engineering model) of oxidizer tank suited for such a propulsion system. The chosen design is with an FEP diaphragm and aluminum tank shell. The main challenge was the precise diaphragm mounting in the tank for assurance of long term leak-tightness.

כחלק ממאמץ לפיתוח טכנולוגית מערכות הנעה בטוחות "וירוקות" יותר לחלליות ולוויינים, השימוש במי חמצן בריכוז גבוה כמחמצן במערכות הנעה דו-הודפיות נבחן בקפידה. מערכת הנעה כזאת מציעה יתרונות לעומת חלופות מסורתיות, המונעות על ידי דלקים מבוססי הידרזינים ותחמוצות חנקן כגון $4N_2O$ כמחמצן. זאת עקב הרעילות הגבוהה של חומרים אלה.

בפרוייקט שלנו לקחנו חלק בשיתוף פעולה בין חברת ניו-רוקט (NewRocket) לטכניון, בפיתוח מערכת הנעה חדשנית: דלק ג'לי מבוסס קרוסין, ומי חמצן בריכוז גבוה כמחמצן. המיקוד היה בתכן ובהרכבת מדגים הנדסי למיכל מחמצן המתאים למערכת הנעה כזו. התכן הנבחר הינו מיכל בעל דיאפרגמה עשויה FEP ומעטפת עשויה אלומיניום. האתגר העיקרי היה ביישום קפדני של חיבור הדיאפרגמה לדופן המיכל באופן שיבטיח אטימה לאורך זמן.



פתרון בעיית רעידות ותנודות עצמיות בכנף משנה צורה

Vibration problem solving in a morphing wing

דנה רבדין, שיר ארבל | מנחים: פרופ"ח אמיר גת, ד"ר שי אלבז

Traditional plane wing is constructed of two parts, the body of the wing and a shelf which are attached mechanically in order to enable maneuverings and different attack angles. The Morphing wing which is being developed around the world is expected to make planes operate more efficiently in several ways. The wing, constructed of one piece is made of an elastic matter, inside of it are embedded thin tubes in which air pressure is streamed. The air pressure creates a deformation within the elastic matter and the wing's shape changes accordingly to the wanted attack angle. This technology decreases energy losses - allows a higher lift coefficient for the same drag coefficient compared to a traditional wing and allows more efficient fuel consumption. Amir Gat's research group has been developing a prototype of this wing which was tested in a wind tunnel, during which a problem of vibrations and self-oscillations was discovered. In this project we focused on finding solutions for this problem. We focused on printing supports via 3D printer, which we placed in the center of the wing's body in order to sooth it's vibrations. In addition, we modeled and manufactured protective boards to prevent disturbances in the wind tunnel experiment.

כנף מטוס מסורתית מורכבת משני חלקים, גוף הכנף ומדף המחובר אליו באופן מכאני על מנת לאפשר תמרון ושינוי זווית ההתקפה של המטוס. כנף משנה צורה אשר נמצאת בפיתוח ברחבי העולם צפויה לייעל את פעילות המטוס בצורה שוטפת במספר אופנים. הכנף, מורכבת ממקשה אחת העשויה מחומר אלסטי, מכילה בתוכה צינורות דקים בהם מוזרם לחץ אוויר, לחץ האוויר גורם לחומר האלסטי להתעוות ולשנות את צורתו ובכך להתאים את עצמו לזווית ההתקפה הרצויה בכל רגע נתון. טכנולוגיה זו מפחיתה איבודי אנרגיה - מאפשרת קבלה של מקדם עילוי גבוה יותר מאשר בכנף סטנדרטית עבור מקדם גרר זהה ובנוסף חסכונית בדלק. קבוצת המחקר של אמיר גת פיתחה אב טיפוס לכנף זו אשר נוסתה במנהרת רוח, בה התגלתה בעיית רעידות ותנודות עצמיות של הכנף אשר פוגעות בתפקודה. בפרויקט זה התמקדנו ביישום פתרונות הנדסיים לבעיה המדוברת. התמקדנו בהדפסת תמיכות למרכז גוף הכנף באמצעות מדפסת תלת מימד על מנת לשכך את הרעידות. בנוסף מידלנו וייצרנו פלטות מגן אשר מטרתן למנוע הפרעות למהלך הניסוי במנהרת הרוח.

Multi-Application Cogeneration Project- Combined Heat & Power(CHP)

רועי בוסתן | מנחה: מר בוריס לאש

The project describes the design of a Multi Application Cogeneration to be used by the settlement Atlit on the Mediterranean coast, providing power to the community and for a factory, process steam for the factory, cooling load used by the factory and other main facilities, and providing desalinated water for Atlit community.

Building a system of this sort will provide independence to the settlement in terms of electricity, water, workplace and extra revenue off of the extra produced power. In addition there is a possibility to use desalination by products by the salt factory existing in vicinity.

The system includes a Gas Engine with an output of 8.6 MW, MED desalination module with a 2905 cubic meter capacity per day, 1.15 MW absorption chiller cooling system, and a heat recovery steam generator supplying 3T/h of 10 bar saturated steam.

Combining the different disciplines raises the thermal efficiency from 50% to 88.7%, while maintaining profitability, and returning initial investment in less than 3 years.

מטרת הפרויקט היא הקמת תחנת כוח מסוג Multi Application Cogeneration שתשמש את הישוב עתלית לייצור חשמל ליישוב ולמפעל, לספק קיטור תהליכי לצרכי המפעל, לספק צרכי קירור של מרכז מסחרי / של המפעל עצמו, ולהתפיל מי ים לשימוש היישוב.

הקמת מערכת כזאת תספק עצמאות ליישוב מבחינת חשמל, אספקת מים ומקור פרנסה מהמפעל ומהחשמל העודף. כמו כן ייתכן וניתן לנצל את שיירי המלח מתהליך ההתפלה בעזרת מפעל המלח הקיים בעתלית.

המערכת שנבחרה כוללת מנוע גז בהספק של 8.6 MW, מתקן MED המייצר מי שתייה בספיקה של 2905 מ"ק ליום, מערכת קירור של 1.15 MW הפועלת על עיקרון צ'ילר ספיגה, ומערכת השבת חום לצורך ייצור קיטור תהליכי רווי בלחץ של 10 באר וספיקה של 3 טון בשעה.

שילוב הדיסציפלינות השונות מעלה את הנצילות התרמית של המערכת מ-50% ל-88.7%, תוך שמירה על רווחיות, והחזרת ההשקעה תוך פחות משלוש שנים.

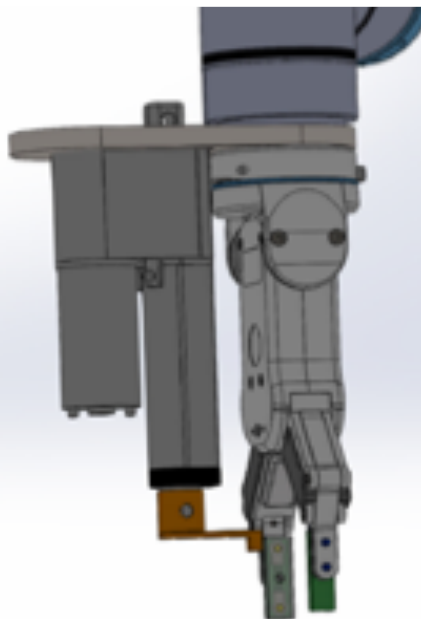
רובוט להרכבת חלקים גמישים לתעלה

Robot for elastic parts assembly

אלכסנדר בזמן, בר שיוביץ | מנחים: פרופ"ח מרים זקסנהויז, מר רומן שמסוטדינוב

The project includes two main sub-missions: the first one - design of gripping force and place real-time measuring interface. The second - design of pushing mechanism for an object installation into a groove. The technology is designated to be used in industries engaging assembly of elastic parts having, relatively to length, small lateral dimension (o-rings, rubber seals, etc.). The measurements are performed by miniature force and touch position sensors connected to the Arduino microcontroller. The pushing function is realized with the linear actuator controlled by the same controller. Also, the sensors covers adapted for OnRobot gripper, and the adaptor allowing connection of the actuator to the UR5 robot were designed.

הפרויקט כולל שתי תת-מטרות עיקריות: הראשונה - תכן ממשק מדידה של כוח ומיקום האחיזה בזמן אמת. השנייה - תכן מנגנון הרכבה של החלק הנתפס לתוך תעלה באמצעות דוחפן. הטכנולוגיה מיועדת לשימוש בתעשיות ייצור המשלבות הרכבה של חלקים גמישים קטנים בממד הרחבי ביחס לאורכם (או-רינגים, אטמים, וכו'). המדידות נעשות ע"י חיישני כוח ומיקום זעירים המחוברים למיקרומעבד ארדואינו. פונקציית הדחיפה ממומשת ע"י אקטואטור לינארי המבוקר ע"י אותו מעבד. בנוסף, נעשה תכן של כיסויי החיישנים המותאמים לגריפר של OnRobot ושל המתאם המאפשר חיבור האקטואטור לרובוט UR5.



שבירת סימטרייה בפליטת גביש ע"י טיפול פני שטח

Breaking Symmetry Of An Emitting Crystal Using Surface Treatment

שמואל כהן, גלעד הורניק | מנחה: פרופ"ח כרמל רוטשילד

Prof. Rothschild's group is currently developing a thermo – solar power plant, combining common turbine technology with photo – voltaic solar cells. In order to utilize both technologies incoming solar radiation is routed, using a field of mirrors, into a luminescent crystal. The crystal absorbs the radiation and randomly emits photons and converts the rest of the energy to heat, which in turn gets utilized by the turbine. Since, as mentioned above, the spontaneous emission is released in random direction, half of the emitted photons are sent back out of the station and thus half of the emitted radiation is lost. Classic solutions such as AR coatings are not applicable in this case on account of the high operating temperature of the station. In this project we researched, using Monte Carlo simulations, the effect of swapping one of the surfaces of the crystal with a diffusive surface, and whether it is possible to break the symmetry and force the emitted photons to prefer one side of the crystal over the other.

הקבוצה של פרופ' כרמל רוטשילד מפתחת תחנה תרמו-סולארית. הטכנולוגיה אותה מפתחת הקבוצה היא שילוב של טכנולוגיה תרמית וטכנולוגיה פוטו – וולטאית. הטכנולוגיה התרמית מבוססת על חימום של מלח נוזלי וסיבוב טורבינה. כדי לנצל את שתי הטכנולוגיות מנתבים את קרינת השמש על ידי מראות הפרוסות בשטח המרכזות את האור לתוך גביש. הגביש קולט את הקרינה ופולט את חלקה בתדרים המתאימים ליצירת חשמל ויתר האנרגיה מוסת לחימום ולהפעלת טורבינה. עבור מערכת זו עלתה הבעיה הבאה, מכיוון שכיוון הפליטה של הגביש אקראי, חצי מהפוטונים נפלטים חזרה, מחוץ למערכת, ולכן מחצית מהקרינה לא מנוצלת. פתרון קלאסי לבעיה זו הוא שימוש בציפויים אופטיים על הגביש שימנעו מהקרינה להיפלט החוצה בכיוון לא רצוי. לצערנו פתרון זה אינו ישים במקרה זה שכן רוב הציפויים הקיימים עשויים מחומרים פולימרים שלא עומדים בטמפרטורות הגבוהות של המלח, לכן נצרך פתרון אחר. לכן, בפרויקט זה חקרנו בעזרת הרצות סימולציות מונטה קרלו את השפעת שינוי פני השטח של צד אחד של הגביש למשטח מפזר והאם ניתן לגרום לפוטונים הנפלטים להעדיף לצאת מצד אחד של הגביש על פני האחר.

שליטה בפתיחה וסגירה של ידיים רובוטיות

Control of opening and closing robotic hand

רשל זנטי, רועי וקנין | מנחים: מר רומן שמסטודינב, מר איגור דמצ'נקו

In this project we will control the opening and closing of a robotic hand driven by five servo motors. The control will be performed by using a glove worn by a person, a flex sensor is connected to the glove which detects the closing and opening of the hand. Depending on the movement of the human hand, the robotic hand will close and open. In addition to controlling the robotic hand movement by the glove, we will expand the project to control the robotic hand by direct use of the human muscle, this control will be performed by connecting electrodes to the muscle. This project is intended for use in the laboratory for brain-machine interfaces for rehabilitation, for study and research purposes.

בפרויקט זה נשלוט בפתיחה וסגירה של יד רובוטית המונעת על ידי חמישה מנועי סרוו. השליטה תבוצע על ידי שימוש בכפפה המולבשת על יד אדם, לכפפה מחובר חיישן כפיפה אשר מזהה את הסגירה והפתיחה של היד. בהתאם לתנועת יד האדם, היד הרובוטית תיסגר ותיפתח. בנוסף לשליטה בתנועת היד הרובוטית על ידי הכפפה, נרחיב את הפרויקט לאפשרות שליטה על ידי שימוש ישיר בשריר האדם, שליטה זו תבוצע על ידי חיבור אלקטרודות לשריר. פרויקט זה מיועד לשימוש במעבדה לממשקי מוח מכונה לשיקום, לצורכי לימוד ומחקר.

שסתום בקרת זרימה לדלק ג'ל

Flow Control Valve for Gelled Fuel

מנחה: מר דב חזן | איתמר מאיר

In recent years, a demand for eco-friendly rocket fuels was born, as current fuels were pollutants and dangerous for human handling.

The NewRocket company developed a Technion patent (Prof. Benny Natan) in which a gelled kerosene fuel, which contains small particulate reactants. This fuel is more eco-friendly and considerably less dangerous for humans than contemporary rocket fuels.

Thus, a need for corresponding rocket propulsion components, which can handle this type of solid-particles-containing-gelled fuel has been developed. This, in contrast with regular homogenous liquid fuels. In this project we investigate a valve manufactured by Nana Engineers for NewRocket. For this a designated testing system was developed and relevant criteria of tests were derived. These included leakage/sealing tests, life cycle tests, and pressure drop/flow tests. By these tests it is intended to remove primary uncertainties regarding the functioning of the valve. The project was stopped due to valve failure during the tests and the valve is being investigated.

בשנים האחרונות עלה הצורך בשימוש בדלקים יותר ידידותיים במערכות הנעה רקטיות לחלל ולטילים, שכן הדלקים הנפוצים היו מסוכנים להחשפות וגרמו לזיהום אוויר בשימושם.

לשם מענה על צורך זה חברת NewRocket פיתחה פטנט של הטכניון (פרופ' בני נתן) שבו משתמשים בדלק ג'ל של kerosene, המכיל חלקיקי חומר מפעיל מוצק. דלק זה ידידותי יותר לסביבה ולמשתמש ועל כן נולד הצורך ברכיבי מערכת הנעה שיכולים להתמודד עם דלק מהסוג הזה. זאת בניגוד לדלקים נוזליים הומוגניים פשוטים יותר.

בפרוייקט זה אנו בוחנים שסתום שהוכן ע"י חברת Nana Engineers עבור חברת NewRocket. במסגרת הפרוייקט נבנה מערך ניסוי כדי לבחון את יכולות האטימה והתפקוד של השסתום. נקבעו קריטריונים על פיהם יבחן השסתום, שכוללים אטימה ודליפות, אורך חיים, מפלי לחץ וספיקה. הכוונה בכך לסילק אי וודאיות ראשוניות אודות תפקוד השסתום. הפרוייקט הופסק לאחר שבמהלך הניסויים נוצרה תקלה בשסתום, ונפתח תחקיר.

תכן מכאני ובקרה של רובוט המדמה את אפקט "החתול הנופל" בצורה אופקית Mechanical and Control Design of a Robot that Demonstrates the "Falling Cat" Effect Horizontally

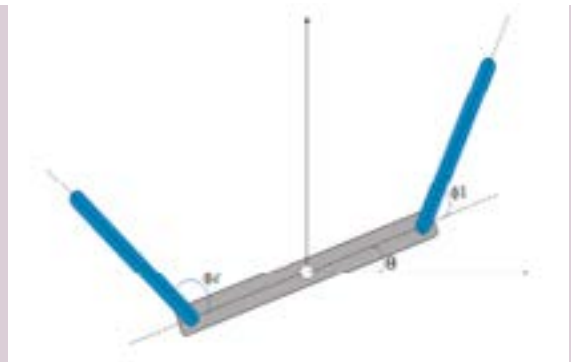
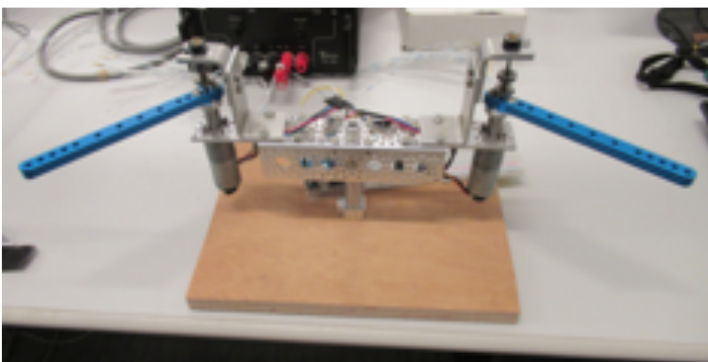
דניאל פוריץ, אלמן מוסייב | מנחה: פרופ"ח יזהר אור

This project deals with the design and implementation of a robot that demonstrates the "falling cat" effect in its horizontal form. The electrical and control system are based on an Arduino board which receives measurements from a pair of encoders and potentiometers (one for each DOF) which constitute the feedback to the closed loop. The loop is closed in relation to an external command determining the movement profile of the arms.

The purpose of the system is to rotate the central link (passive link) by a sinusoidal movement, with phase difference, of two arms connected at the ends of the link. The side links are driven by a pair of DC motors that receive commands from the output of the implemented algorithm on the Arduino board.

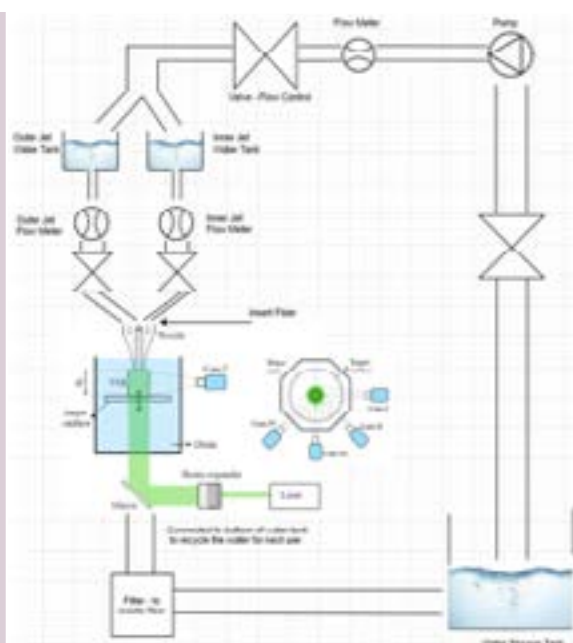
פרוייקט זה עוסק בתכנון ומימוש של רובוט המדגים את אפקט "החתול הנופל" בצורתו האופקית. המערכת החשמלית ומערכת הבקרה מבוססת על כרטיס ארדואינו אשר מקבל מדידות מזוג אנקודרים וזוג פוטנציומטרים (אחד לכל דרגת חופש) המהווים את המשוב לחוג הסגור ועל בסיסם נסגר החוג ביחס לפקודה חיצונית הקובעת את פרופיל התנועה של הזרועות.

מטרת המערכת הינה לסובב את החוליה המרכזית (חוליה פאסיבית) על ידי תנועה סינוסואידלית, בהפרש פאזה, של שתי זרועות המחוברות בקצות החוליה. החוליות הצדדיות מונעות ע"י זוג מנועי DC המקבלים פקודות מיציאת האלגוריתם הממומש על כרטיס הארדואינו.



אביב אלזרע, פלג מליח | **מנחים: פרופ"ח רנה ואן-האוט, ד"ר חאלד גומיד**

זרימה עמוסת חלקיקים מצויה במגוון אפליקציות רחב בתחומים וטשטייתיים, רפואיים וסביבתיים. ידע ושלטה על זרימה זו חיוני עבור הפחתת זיהום אוויר, שיפור מתן תרופות ושלטה על תכונות החומר. בפרויקט זה תכננו מערכת ליצירת סילון קו-אקסיאלי השולט על אוריינטציית סיבים אנאיזוטרופיים המוכנסים לתוך הזורם. אוריינטציית הסיבים נמדדת על ידי מערכת אופטית המבוססת Tomographic Particle Image Velocimetry (Tomo-PIV). שליטה על אוריינטציית הסיבים תאפשר לנו לשלוט על תכונות החומר הרצויות ולמדל את האינטראקציה בין טורבולנציה לסיבים אנאיזוטרופיים.



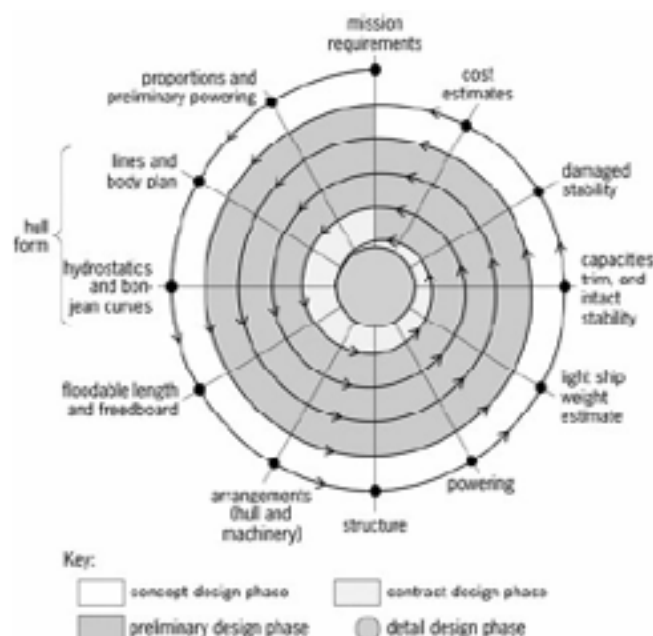
תכן ראשוני לקונספט חדש של כלי שיט מסוג Semi-SWATH

Preliminary Design of a New Concept of a Semi-SWATH Vessel

מנחה: פרופ"ח נתאי דרימר | ליאור גולדברג, עופר רוט

A Semi-SWATH is a twin-hull vessel (catamaran) which partially (at the bow section) uses the concept of a Small Water-plane Area Twin Hull (SWATH) design. The main advantage of this type of design is the reduction of wave making resistance, and an improvement in the seakeeping. In this project, a unique concept of a docking vessel, which can dock, carry and launch a barge at open sea. This unique concept allows a fast transportation of the docked barge to its destination, and launching it at open sea for loading and unloading operations. A design of a vessel is typically done in a spiral process, where each step depends on the previous step, until the converged final design, which meets the specifications, is achieved. The project consists of a full integration between all the engineering aspects of naval architecture throughout the first cycle of the design spiral.

כלי שיט מסוג Semi-SWATH¹ הינו כלי שיט דו גופי (קטמרן), העושה שימוש למחצה (בחרטום) בעקרון תכנוני של קווי גוף בעלי שטח חתך פני מים נמוך. בגוף כלי שכזה גלום יתרון משמעותי בהיבטים של הפחתת גרר יצירת גלים ונוחות הפלגה בגלים. בפרויקט תוכנן קונספט ייחודי של כלי שיט נושא אשר מספין ומשיק אסדה בים פתוח באמצעות מערכת נטל. הרעיון מאפשר שינוע אסדות במרחבי הים בהסנפתן על גבי הכלי הנושא במהירות גבוהה והשקתן באתר פריקת וטעינת האסדה. בתכן כלי שיט נהוג להתקדם בשלבי התכן באופן ספירלי בו ישנה חזרה משתפרת על שלבי התכן, עקב השפעה הדדית של כל שלב על השלבים שקדמו לו, עד התכנסות לתכן הסופי שעומד בדרישות באופן יעיל. הפרויקט כלל אינטגרציה של כל ההיבטים ההנדסיים באדריכלות ימית, בספירלת התכן הראשונה, כמוראה בציוור.



תכנון משאבה צנטריפוגלית באמצעות אופטימיזציה מבוססת מטלב

Centrifugal Pumps Design using Matlab based Optimization

אליהוא עצמוני, גל שלונצ'יק | מנחה: פרופ' אמריטוס דן אדלר

Many of engineering problems, especially turbo design problems, include a variety of challenges, scientifically and engineering, which makes it difficult for the designer to reach the best engineering solution. We aim to effectively solve problems in the design of a centrifugal pump. Currently, there is no single solution to the given problem due to lack of models or equations that define it. In this project we wrote code using the Matlab software. The input contains basic parameters that define a pump and the output sorts selected pumps according to certain requirements and design restrictions. After processing the results, which also included economic considerations, we selected the optimal pump.

בעיות הנדסיות רבות, ובפרט בעיות בתחום תכן טורב ו-משאבות, מכילות מספר אתגרים, הן מתחום המדע והן מתחום ההנדסה, אשר מהווים קושי להגיע אל הפתרון ההנדסי המיטבי. מטרת הפרויקט היא לפתור באופן יעיל בעיות בשלב התכן של משאבה צנטריפוגלית, כשבמקביל אין פתרון חד-ערכי עקב חוסר במודלים או במשוואות המגדירות אותה. בפרויקט זה כתבנו קוד באמצעות תוכנת המטלב. הקלט מכיל פרמטרים בסיסיים שמגדירים משאבה והפלט ממיין משאבות נבחרות לפי דרישות מסויימות והגבלות תכן. לאחר עיבוד תוצאות שביצענו, שכלל גם שיקולים כלכליים, בחרנו את המשאבה האופטימלית.

הפחתת צריכת דלק של כלי שיט על ידי מחזור רנקין אורגני (ORC) המנצל את חום גזי הפליטה של מנוע הדיזל הימי.

Reducing fuel consumption of Marine Turbo-Diesel by installing ORC on exhaust line.

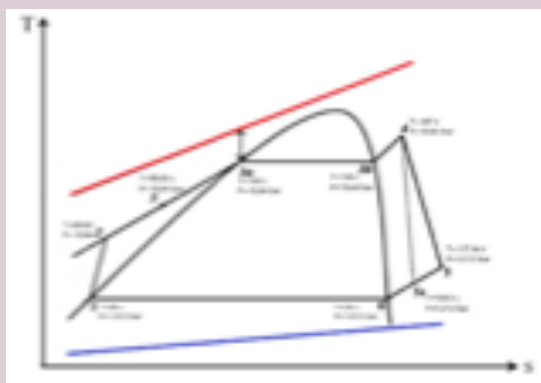
אליאור ירדן | מנחה: מר בוריס לאש

The exhaust gases pollutions of Diesel engines that are used in marine vessels all over the ocean are a serious ecological problem that must be resolved. International organizations are restricting the pollutions that are permitted in such use, and marine companies are in need for solutions in order to keep their activity and not to be harmed by those regulations.

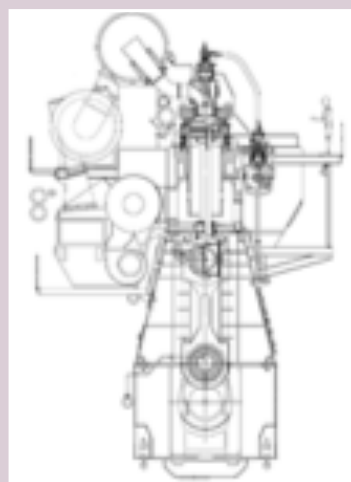
In our project we aim to reduce the fuel consumption of the Marine Diesel engine by 10%, using the heat conserved in the exhaust gas. We use the Organic Rankine Cycle (ORC) for that purpose, where our external range of temperatures is $19 \div 236^\circ\text{C}$. This range of temperatures contains a thermodynamic energy which we use by setting the exhaust gas as the heat source and the sea water as the cold reservoir.

In the first part we show a thermodynamic analysis of the ORC system, and in the second part we design and plan the system's components in a way that the installation will be economical efficient.

גזי הפליטה של מנועי הדיזל המותקנים על הספינות ברחבי הים מהווים בעיה אקולוגית מאתגרת. מכיוון שכך, תקנים בין לאומיים נכנסים לפעולה בשנים אלו ממש ומאלצים חברות ספנות להפחית את כמות המזהמים הנפלטים מארובות הספינה. פרויקט זה שם למטרה להפחית את שימוש הדלק שצורך המנוע ב-10% ע"י ניצול חום גזי הפליטה היוצאים ממנוע הספינה. טמפרטורת גזי הפליטה הממוצעת מגיעה ל-235 מעלות צלזיוס. ומנגד, טמפרטורת מי הים הממוצעת במשט מגיעה ל-19 מעלות צלזיוס. טווח טמפרטורות זה מכיל אנרגיה תרמודינמית שניתן לנצלה למטרת פרויקט זה. מהות הפרויקט היא שימוש במחזור רנקין אורגני המופעל על ידי גז קירור n-Pentane. הפרויקט מכיל בחלקו הראשון ניתוח תרמודינמי של המערכת ובחלקו השני בחירה ותכנון הנדסי של מרכיביה, כך שיהיה כדאי גם מבחינה כלכלית.



T-s diagram of the ORC



Marine-Diesel engine