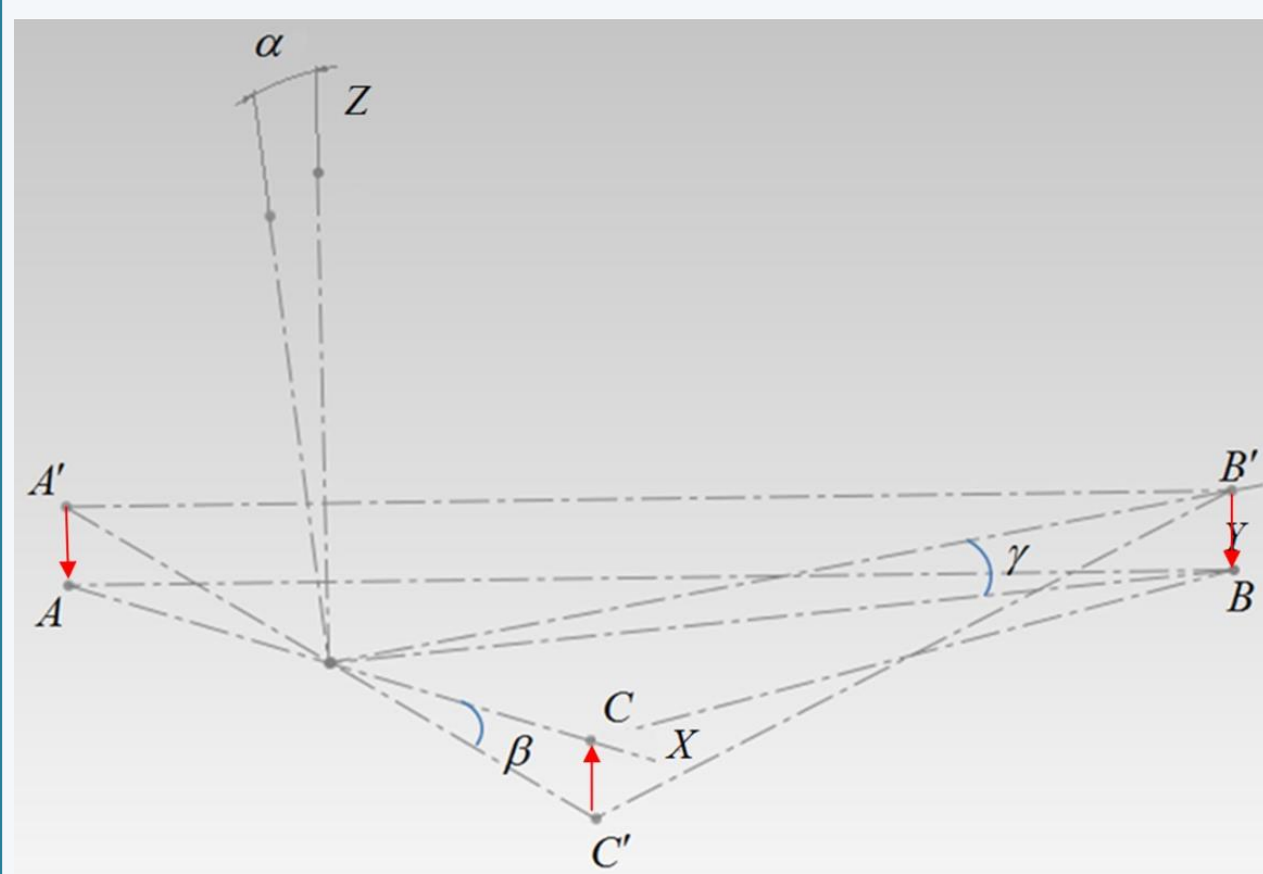
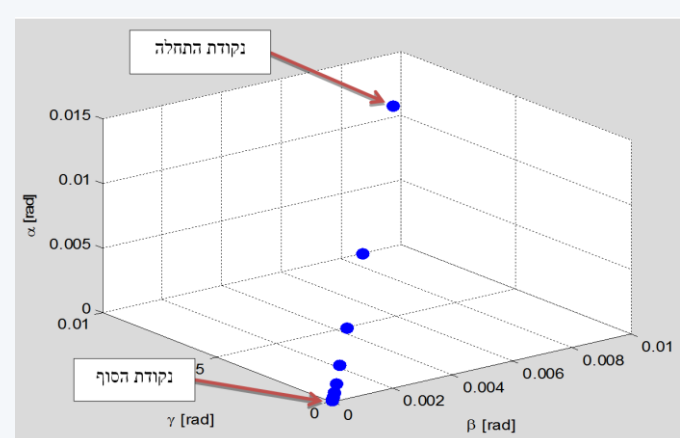


רקע תיאורי



שלוש נקודות פילוס A', B', C' מפוזרות בצורה סימטרית על היקף המעגל ומגדירות את המישור המפולס π_t . כדי לדעת את זווית הנטייה α של המישור π_t ממצבו האופקי, משתמשים בקריאה של מד השיפוע-זוויות הנטייה בכיוונים X ו-Y (γ, β) ומקבלים: $\alpha = \cos^{-1}(\cos(\beta)\cos(\gamma))$. תהליך הפילוס מבוצע ע"י הזזה של שלוש הנקודות עד להגעת המישור למצבו האופקי. הוא נעשה במספר צעדים, כאשר גודל כל צעד מהווה סידרה יורדת ומתכנסת:



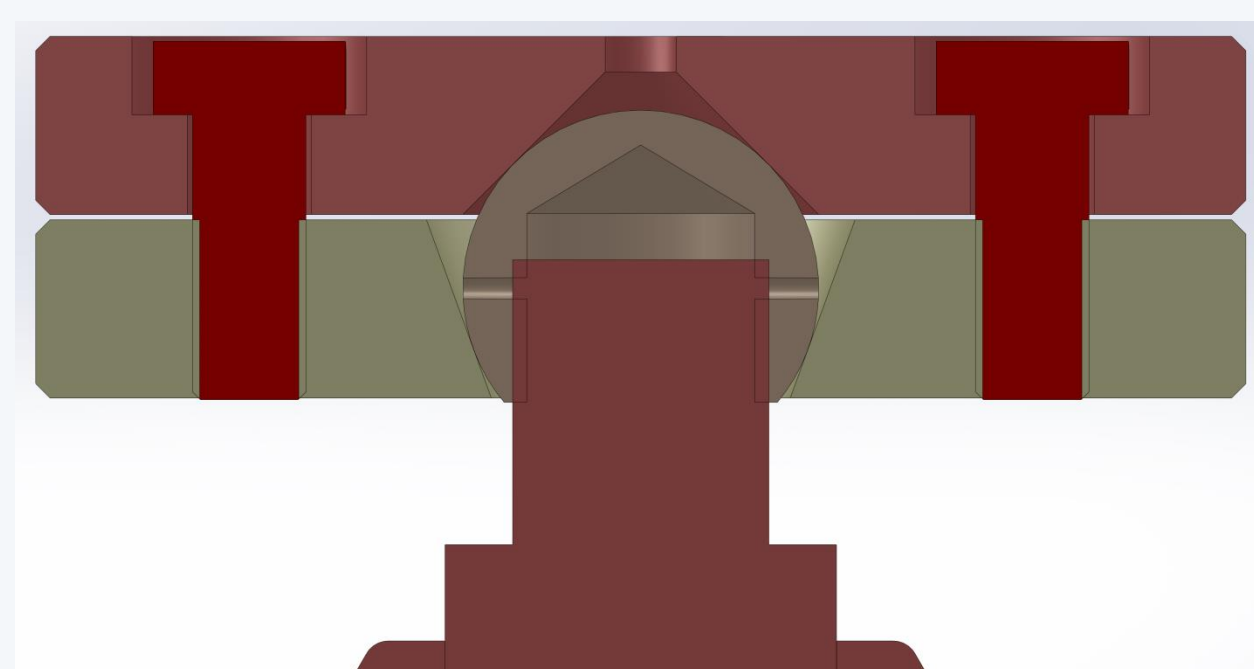
$$a_n = \frac{a_{n-1}}{2}$$

מכיון שמערכת הצירים נמצאת על המישור המפולס עצמו, לא קיים מישור ייחוס קבוע. כדי להתמודד עם בעיה זו הנקודות A', C' מוזזות בצורה א-סימטרית.

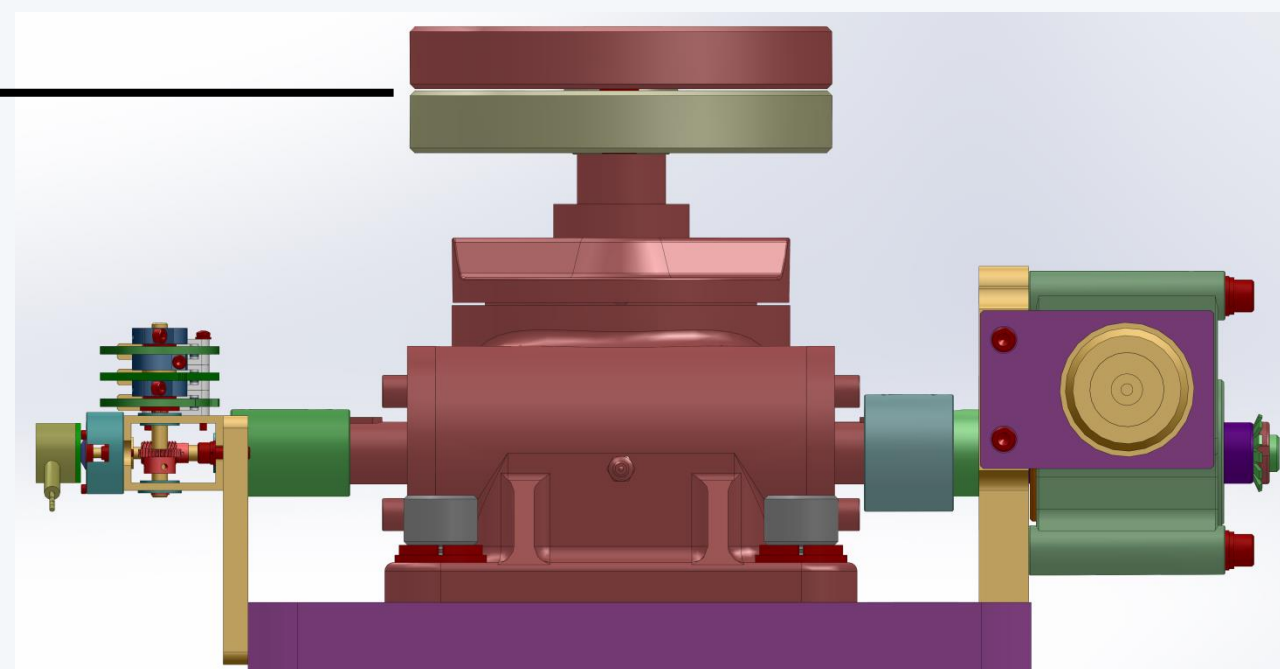
תקציר

"ALIS" - (Automatic Integrated Leveling System) הינה מערכת לפילוס אוטומטי של מסובבי אנטנה המשמשת לכוונן מערכות מכ"ם. שיקולי בטיחות, עלות ותפעול הובילו לצורך אמיתי בהחלפת הפילוס הידני הקיים בחברה כיום בפילוס אוטומטי המבוצע תוך זמן קצר בהרבה. מתוך תוצאות מדידת מד השיפוע מחושב התיקון הנדרש בגודל ובכיוון בכל אחת משלוש נקודות הפילוס של המערכת ופקודת הנעה נמסרת בהתאם לכל אחת מהן. המערכת מבצעת את תהליך הפילוס בצורה אוטומטית, בדיוק של 0.01° ובזמן מקסימלי של 15 דקות. הצורך בדיוק כה גבוה נובע מכך שסטייה של 0.01° בזווית היציאה של האלומה מהמסדר תגרום להטיית ב-1.8m לכל 10 km של התקדמות. מערכות מכ"ם הינן כבדות ביותר וכתוצאה מכך המערכת שלנו תוכננה להתמודד עם עומס הרמה של 35,595 N ועומס לשבר של 98,226 N. המערכת "ALIS" מהווה חלק אינטגרלי במערכות מכ"ם והתקנתה פשוטה ומהירה ומתבצעת כחלק מהרכבת מערכת המכ"ם עצמה.

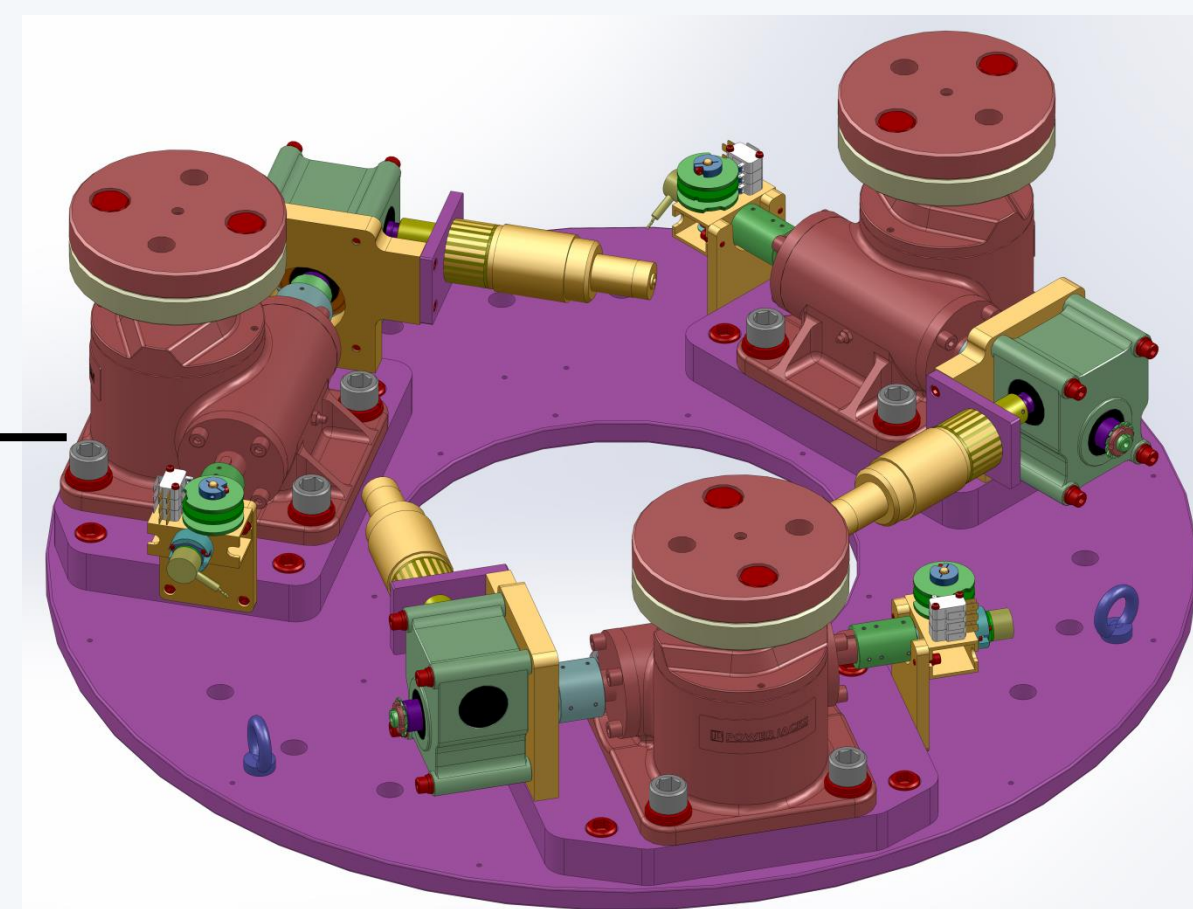
תיאור המוצר



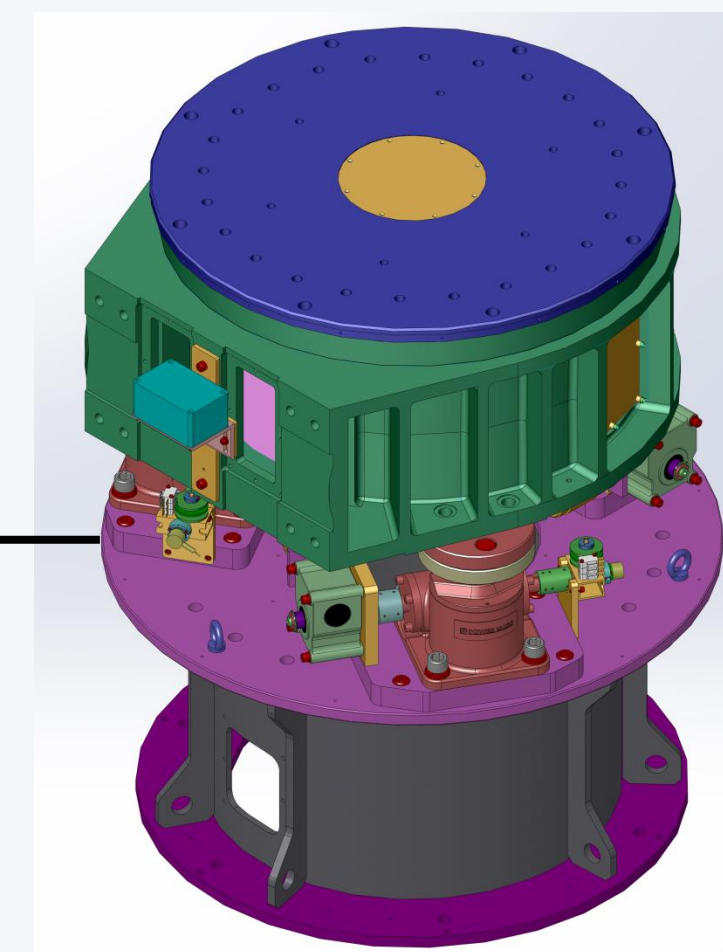
חתך של הפרק הכדורי



יחידת הגבהה

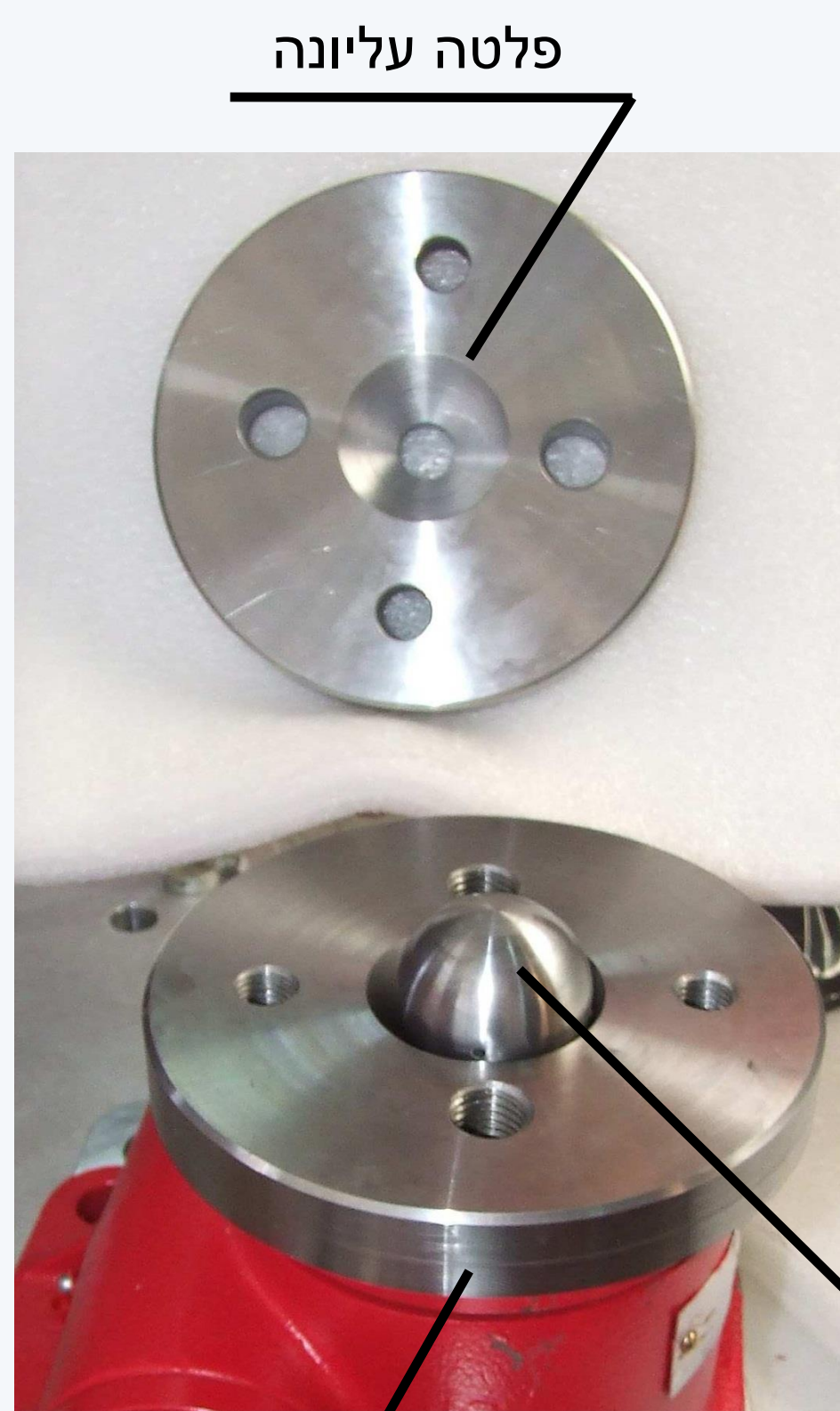


מערכת "ALIS"

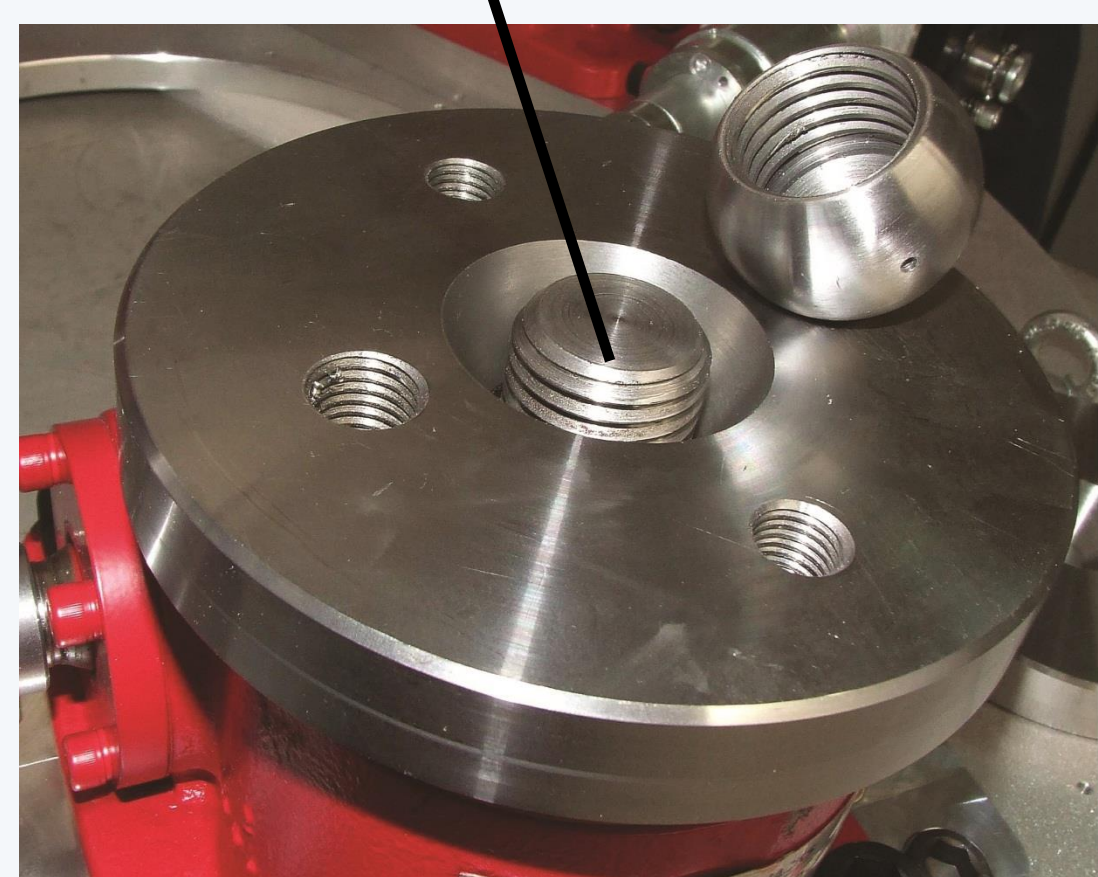


המערכת בסביבת העבודה

מודל ממוחשב



פלטת עליונה



ראש המגבה



מנוע

מגבה בורגי



פלטת

אוזן הרמה

אב טיפוס

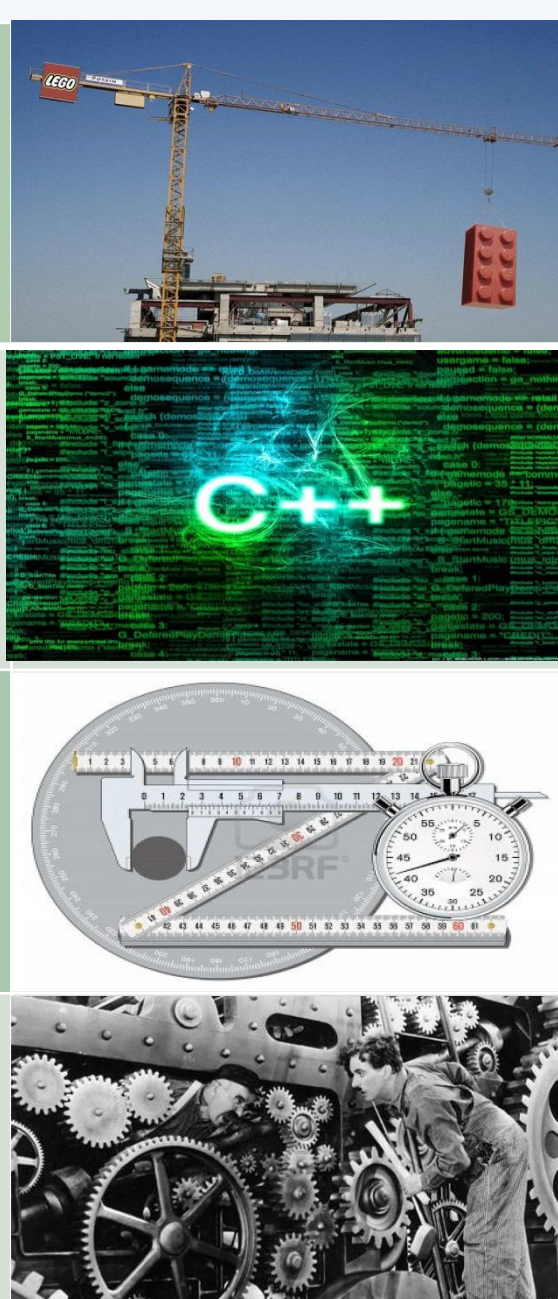
האתגרים

פילוס תחת עומס צירי רב ונוכחות מומנט כפיפה הנובע עקב אקסצנטריות המערכת.

תכנון ומימוש אלגוריתם פילוס ללא קיום מישור ייחוס בפועל.

עמידה בדרישות דיוק גבוהות לפילוס המערכת (רזולוציית הפילוס - 0.05 מ"מ, דיוק הפילוס - 0.01°)

תכן מורכב של מנגנון ההגבהה - מגבה, פרק כדורי, תמסורת ויחידת בקרה.



דרישות הלקוח

דרישות ואילוצים	
דיוק	0.01°
זמן פילוס מקסימלי	15 דקות
עומס לשבר	98,226 N
עומס הרמה	35,595 N
מומנט לשבר	34,000 Nm
מומנט הרמה	3,400 Nm
שליטה ובקרה	מרחוק

פונקציות דרושות:

- מדידת הפילוס - מדידה של רכיבי זוויות הסטייה מהמישור האופקי בעזרת מד שיפוע אורתוגונילי.
- חישוב התיקון לפילוס - מתוצאות המדידה יש לחשב את התיקון הדרוש (בגודלו ובכיוונו) בכל אחת מנקודות הפילוס.
- ביצוע הפילוס - הזזה אוטומטית של נקודות הפילוס לפי התיקון שחושב.
- נעילה עצמית - שמירה על פילוס הגוף הנבדק לאחר סיום הפילוס בנוכחות עומס צירי ומומנט כפיפה.

תודות

תודתנו הכנה והערכתנו המלאה נתונות למספר אנשים, אשר בלעדיהם לא היינו מצליחים במשימה. בראש ובראשונה למנחה המסור שלנו - ד"ר ארנון גילן, אשר עבד לילות כימים ולימד אותנו סטנדרטים של עבודה מה הם. תודה רבה על הסבלנות, האדיבות והמענה המקצועי לכל פניה ובכל זמן. לד"ר חגי במברגר, על ההנחיה המעשירה והתובנות במהלך הקורס. לפרופ' ראובן כץ על תמיכה חסרת גבולות מאחורי הקלעים ונכונות לסייע בעצה ובמעשה בכל עת. ואחרונים חביבים - ללקוח יוסי ביטון וצוות ORBIT FR, אשר ליוו אותנו בכל צעד של הפרויקט. תודה על שיתוף הפעולה הפורה ותחושת הביטחון מהרגע הראשון.

חלוקת עבודה

פעולה	אחריות	סטודנטים	ORBIT FR
תכנון	תכנון	קונספט למערכת, אלגוריתם פילוס	בקרה, אספקת חשמל
ביצוע	ביצוע	תכן מכני (אנליזות, חישובים שרטוטים), מציאת רכיבים העונים על הדרישות	יחידת הבקרה, מערכת אספקת החשמל, ייצור והזמנת החלקים