מתקן לבדיקת מראה טורית

פרויקט תכן מוצר חדש – 034353/4

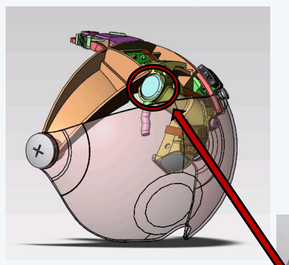
המנחה
ד"ר אליעזר אדלשטיין

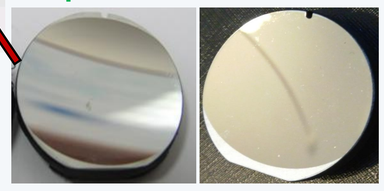
שמות חברי הקבוצה: ניר צרניק ועומר אלגרסי

הלקוח
אלביט מערכות

תקציר

- אלביט מערכות מפתחת, קסדות לטייסים.
- הקסדה מאפשרת לטייס שליטה ועקיבה בכל כיוון הסתכלות.
- במערכת האופטית בקסדה מראה בעלת פרופיל טורי.
- לדיוק המראה השלכות כבדות על איכות התמונה המוצגת לטייס.
- במקרים רבים מגיעות מהייצרן מראות זכוכית פגומות.
- נדרש לזהות מראות פגומות לפני הרכבתן (מיד עם הגיעון מהיצרן).



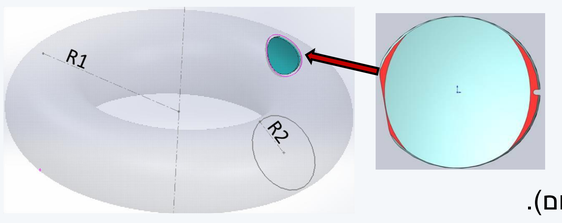


מראה פסולה מראה תקינה

מראה טורית - רקע תיאורטי

מבנה המראה:

מראה טורית הינה מראה אשר המשטח האופטי שלה מורכב מפרופיל עם שני רדיוסים (R1,R2).



טורוס

למראה הטורית מישור הושבה מדויק (מסומן באדום).

למראות הזכוכית ספק יחיד.

במערכות ללא עקיבה מגנטית יש מראות מאלומיניום.

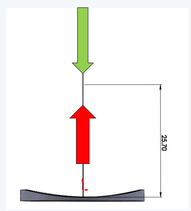
במראות הזכוכית הפרופיל הטורי מדויק מאוד! חוסר הדיוק הוא במיקום מישור ההושבה.

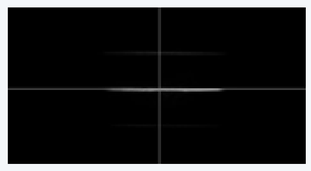
התכונות האופטיות של המראה:

למראה שני מוקדים. המוקדים במרחק חצי הרדיוסים מהם מורכב הטורוס (R1, R2).

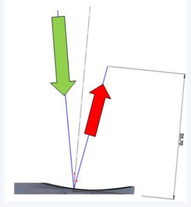
בעת הקרנת אלומת אור מקבילה על המראה יתקבל החזר בצורת קו במוקדים (הקווים ניצבים זה לזה).

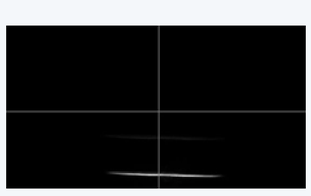
תיאורטית, מישור ההושבה של המראה מקביל לשני צירי הסיבוב של הרדיוסים.





במידה ומשטח ההושבה מוטה ביחס למישור הושבה תיאורטי תקין, מוקד המראה יתקבל באותו המרחק מהמראה אך בסטייה מהמרכז.





במראה תקינה, לפי ההגדרות לייצרן, מותרת סטיה זוויתית של משטח ההושבה עד 0.2 מעלות.

מטרת הפרויקט

תכן וייצור מתקן אשר יסנן את המראות הפגומות לאחר בדיקה קצרה בטרם הרכבתן במערכות.

דרישות הלקוח

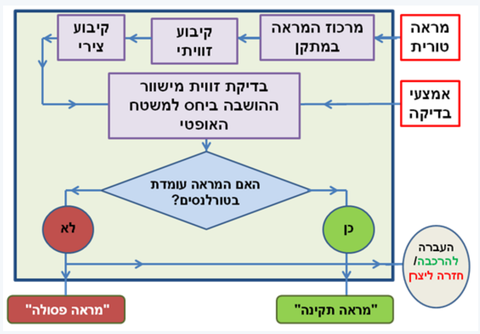
- סינון מראה אם זוית מישור הושבה גדול מ- 0.2^0
- דיוק מתקן המדידה - 0.04^0
- עלות ייצור חלקי המתקן – 2500$.
- זמן בדיקת 20 מראות - כשעה.
- מהלך הבדיקה לא יגרום לפגיעה במשטח האופטי של המראה.

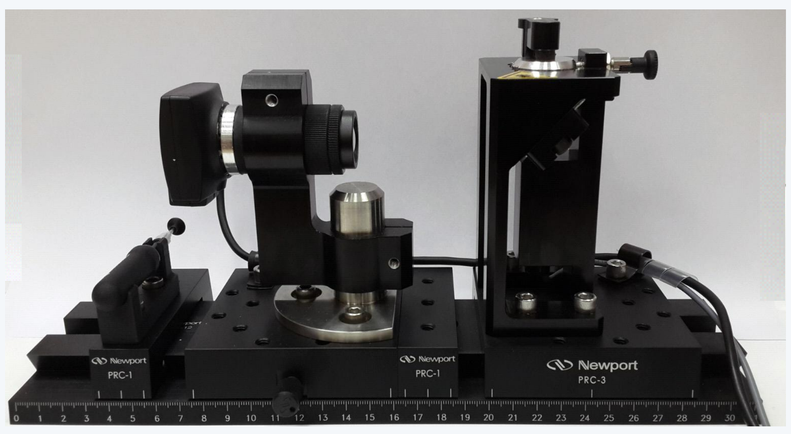
האתגרים ודרכי ההתמודדות

- דיוק המדידה – בדיקה ביחס למראת רפרנס מדוייקת.
- עלות ייצור נמוכה ביחס לדרישות הדיוק – תכן מכני פשוט ושימוש ברכיבים קיימים.
- מהירות בדיקה – בחירת חלופות פשוטות לתפעול ושימוש בתוכנת מחשב.

תיאור המוצר

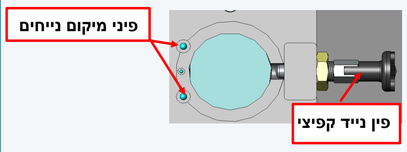
אנליזה פונקציונלית:





מנגנון מרכוז המראה:

שני פינים נייחים, המחוברים באפיצת מדחק אל בסיס המתקן, ופין שלישי הלוחץ בעזרת כוח קפיץ על צידה של המראה הנדפת כך שתשיק לשני הפינים הנייחים.



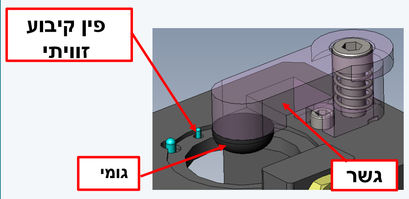
מנגנון קיבוע צירי:

גשר בעל בסיס צילינדרי מחובר לבסיס המתקן באמצעות בורג וקפיץ לחיצה.

בסיס הגשר מחובר אל בסיס המתקן כך שבאפשרותו לנוע סביב צירו .

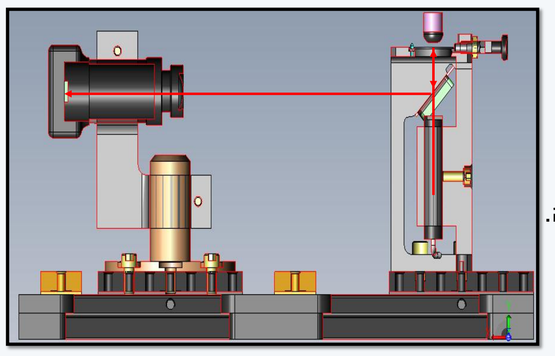
בורג משמש כפין מיקום עבור שני מצבי הגשר: לחיצה / הרפיה.

למשטח הלחיצה מחובר חוצץ גומי המגן על המראה מפני שריטות ועיוותים בעת לחיצה.



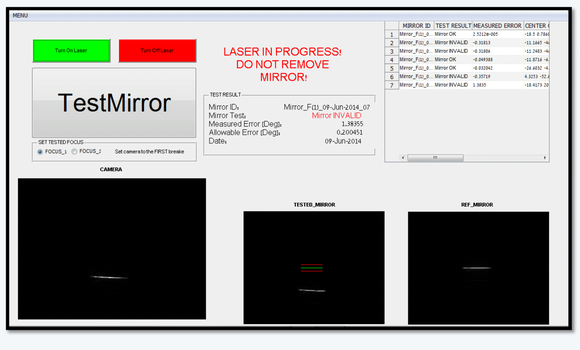
מנגנון קיבוע זוויתי:

פין מדוייק בקוטר 1 מ"מ. זהה לאופן הקיבוע הזוויתי של המראה בקסדה.



בדיקת זווית מישור ההושבה ביחס למשטח האופטי:

- דיודת הלייזר מקרינה קרן לייזר אל מרכז המראה בניצב למישור ההושבה.
- הלייזר עובר דרך מפצל אלומה אל המראה הנבדקת.
- מהמראה הלייזר חוזר אל מפצל האלומה וממנו מוקרן אל המצלמה
- המצלמה ממוקמת באחד ממוקדי המראה כך שבתמונה המצולמת מתקבלת צורת קו. ע"י עדשה ממרכזת מתקבלת רזולציה של 6 מיקרון.
- בתחילת בדיקת סט של מראות מוכנסת מראת רפרנס מדויקת ונתוניה נשמרים.
- מוכנסת מראה אשר מעוניינים לבדוק.
- תוכנת מחשב (MATLAB) משווה את מיקום הקו שהתקבל בתמונה לתמונת רפרנס ומחזירה ערך "תקין/פסול"

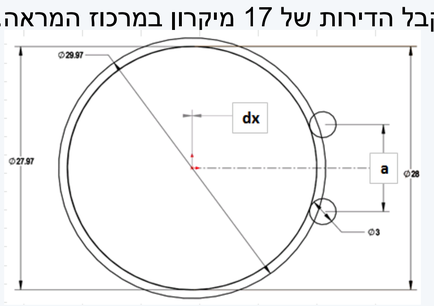


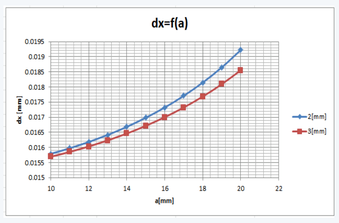
אנליזות טולרנסים ומאמצים

השפעת קוטר המראה על מיקומה במתקן:

מתקן ההצבה מתוכנן להצבה מדוייקת של מראה בעלת קוטר 28 מ"מ. קוטר המראות המגיעות מהיצרן נע בתחום 27.97-30 מ"מ. על ידי הצבת הפינים כך שהמרחק בינהם 15 מ"מ ניתן לקבל הדירות של 17 מיקרון במרכוז המראה.

הדירות 17 מיקרון = שגיאת מדידה 0.025 מעלות.





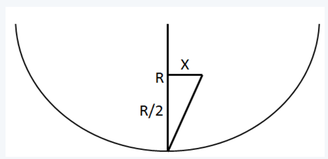
חישוב שגיאת המדידה:

השפעת הרזולוציה:

X	0.006	[mm]
R	51.45	[mm]
TETA=atan(X/R)	0.013	[deg]

השפעת שגיאת מיקום המראה במתקן:

X	0.01	[mm]
R	51.45	[mm]
TETA=atan(X/R)	0.025	[deg]



0.013+0.025 < 0.04

נבדק ונמצא כי המאמצים והמעוותים בעת הקיבוע למתקן זניחים

תודות

תודה מיוחדת לד"ר אליעזר אדלשטיין שליווה את כל תהליך פיתוח המוצר.

תודה למחלקת אופטיקה ומחלקת מכניקת מערכות ראש, חטיבת כלי טיס אלביט מערכות.

תודה לד"ר חגי במברגר – מרצה הקורס.