

מערכת פלנטרית

מכונות 2

13/02/2013

Ben Gurion University

Isaac Maman

הוראות בטיחות:

- המעבדות הן שטח תפעולי המשופע בעצמים חמים וזרמי חשמל גבוהים.
- מותר לסטודנטים לעבוד במעבדה רק כאשר נמצא במקום עובד מסגל המעבדה ו/או מדריך מוסמך אשר מודע לניסוי אותו הם מבצעים.
- אין להכניס למעבדה מזון ושתייה. אין לאכול, לשתות או לעשן במעבדה. אסור להשתמש בטלפונים סלולריים בתוך המעבדה (המעבדה היא שיעור לכול דבר)
- לבעלי שיער ארוך- חובה לאסוף את השער בכניסה לכל חדר מעבדה או ניסוי ולהכניסו מתחת לחולצה
- אין לעבוד עם שרוולים ארוכים ולא רכוסים ו/או בגדים רפויים
- סטודנט שלא יגיע עם נעליים סגורות- היינו נעלים סגורות באופן מלא גם מלפנים (אצבעות רגליים) וגם מאחור (קרסול חשוף) לא יוכל לבצע המעבדה ולא יקבע לו שיבוץ מחדש. הערה- אין להגיע עם נעלי "CROCS" למעבדות
- בכל מקרה של ספק או חשש בהפעלה של מערכת הניסוי יש להתייעץ עם המדריך או איש הסגל האחראי. חל איסור חמור על הפעלת מערכות ניסוי ללא אישור טכנאי או מדריך ו/או במידה ויש ספק או חשש.
- לא יקבע מועד שיבוץ חדש לסטודנט אשר לא ימלא חובות אלו

- חל איסור על הישענות על קונסטרוקציית המתכת.
- הקפד על סביבת עבודה נקייה- ציוד שאינו בשימוש, החזר אותו למקומו.
- אל תכניס ידים או כלים לא נחוצים למכלול
- שמור על מרחק של 30 ס"מ מקצה השולחן העגול
- בכל הפעלה יידע את המדריך ובן זוגך
- לא יודע כיצד להפעיל? קרא למדריך או טכנאי.

מערכת פלנטרית

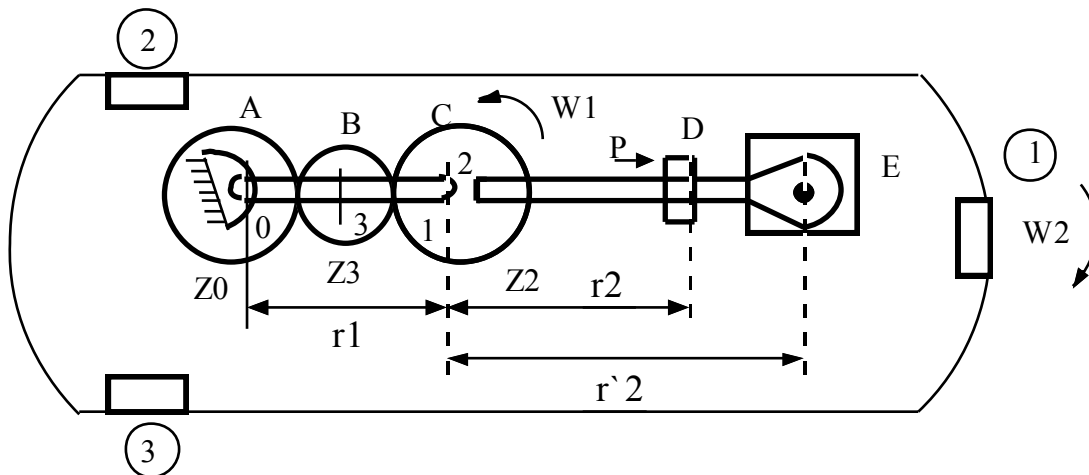
1. מטרת הניסוי

תוגדר ע"י הסטודנט

2. ציוד

- א. מערכת פלנטרית
- ב. מד תאוצה
- ג. טכומטר
- ד. סרגל
- ה. סקופ

3. תאור המערכת



המערכת הפלנטרית שבציור בנויה משלושה גג"שים משולבים. גג"ש A ניח, משולב לגלגל B וזה משולב ל- C. מרכזי גג"שים B ו- C קבועים על הזרוע r_1 שצירה עובר דרך מרכז גג"ש הקבוע - A. לגלגל C מחוברת באופן קשיח הזרוע r_2 , שבקצה תפסנית - E. תפסנית זו, שבקצה הזרוע r_2 , יוצאת מתחנה 1 ותוך שני סיבובים של הזרוע r_1 עוברת דרך תחנות 2 ו- 3 וחוזרת לתחנה 1.

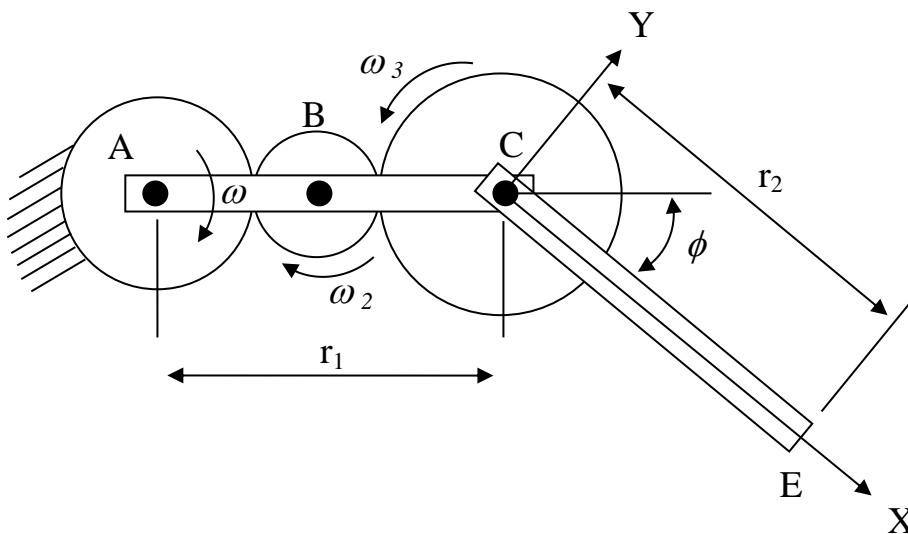
4. פעולת המערכת

המערכת הפלנטרית שבניסוי זה משמשת כמכונה לבדיקת סיבולת (טולרנסים) של חלק מיוצר. החלק הנבדק נלקח מתחנה 1. בתחנה זו עומדת מחסנית, המלאה בחלקים לאחר עבוד. חלק זה מובל ע"י התפסנית הקפיצית E לתחנת הבדיקה (תחנה 2). בתחנה זו קיים מרווח, החלק מוכנס

בעזרת התפסנית שבקצה הזרוע r_2 לתוך מרווח זה. אם גובה החלק גדול מהמפתח הוא נשאר בתחנה זו. חלק שגובהו קטן מהמפתח נשאר בתפסנית הממשיכה בתנועתה אל תחנה מס' 3. בתחנה מס' 3 נזרק החלק. ברגע שהזרוע מגיעה לאחת התחנות היא נמצאת במרכז רגעי ולכן מהירותה אפס. הדבר מאפשר ביצוע פעולה בזמן שהמהירות אפס.

5. רקע תאורטי

ניתן לנתח מערכת כזו על ידי חישובים קינמטיים וגם באופן גיאומטרי על ידי שירטוט בבואת מהירויות ותאוצות של המערכת.
א. סכמת המערכת הנתונה:



ב. חישוב קינמטי:

חישוב יחס התמסורת במערכת

גייש A ניח, הזרוע AC מסתובבת במהירות זוויתית ω ביחס לעולם כאשר שאר המהירויות הזוויתיות נתונות ביחס למוט AC. מהירות זוויתית של גייש B ביחס לעולם הינה $\omega + \omega_2$, ואילו של גייש C $\omega - \omega_3$. ניתן אפוא לרשום:

$$\begin{aligned} V_B &= \omega(R_1 + R_2) = (\omega + \omega_2)R_2 \\ V_C &= \omega(R_1 + 2R_2 + R_3) = (\omega + \omega_2)2R_2 + (\omega - \omega_3)R_3 \end{aligned} \quad (1)$$

כאשר R_1 , R_2 ו- R_3 הם רדיוסי הגישים A, B ו- C בהתאמה, ואילו V_B ו- V_C הן מהירויות הנקודות B ו- C בהתאמה. מביטוי (1) מתקבל

$$\frac{\omega_3}{\omega} = \frac{R_1}{R_3} = \frac{Z_A}{Z_C} \quad (2)$$

כאשר ω_3 זו מהירותו הזוויתית של גג"ש C ביחס למוט AC ואילו Z_A ו- Z_C הם מספרי השיניים בגג"שים A ו-C בהתאמה.

כדי לקבל את יחס התמסורת האפיציקלואידי בין גג"שים A ו-C לבין הזרוע r_1 , נציב מערכת צירים שתנוע יחד עם המוט AC. מנקודת ראות של מערכת זו מתקבלת ממסרת שיניים פשוטה (שכן הזרוע עומדת ביחס למערכת הצירים) בעלת כניסה ויציאה מדומות הנעות במהירות זוויתית יחסית לזרוע, ומכאן

$$\frac{\omega'_3 - \omega}{\omega'_1 - \omega} = \frac{Z_A Z_B}{Z_B Z_C} \quad (3)$$

כאשר ω'_3 ו- ω'_1 הן המהירויות הזוויתיות של גג"שים C ו-A ביחס לעולם, בהתאמה. מאחר שגג"ש A נייח יחס התמסורת המתקבל הינו

$$\frac{\omega'_3}{\omega} = 1 - \frac{Z_A}{Z_C} \quad (4)$$

חישוב תאוצת נקודה E כנקודה על גוף קשיח בעל מהירות זוויתית ω'_3 :

$$\begin{aligned} \bar{a}_E &= \bar{a}_C + \bar{\omega}'_3 \times (\bar{\omega}'_3 \times \bar{r}_2) \\ &= \bar{\omega} \times (\bar{\omega} \times \bar{r}_1) + \bar{\omega}'_3 \times (\bar{\omega}'_3 \times \bar{r}_2) \end{aligned} \quad (5)$$

כאשר a_E ו- a_C הן תאוצות הנקודות E ו-C בהתאמה. מכאן מתקבל

$$\bar{a}_E = -(\omega^2 r_1 \cos(\phi) + \omega_3'^2 r_2) \hat{X} - \omega^2 r_1 \sin(\phi) \hat{Y} \quad (6)$$

כאן \hat{X} הינו ווקטור יחידה בכיוון המוט CE (הכיוון הרדיאלי) ואילו \hat{Y} הוא ווקטור יחידה בניצב למוט CE (הכיוון הטנגנציאלי). כמו כן, במערכת הניסוי נתון:

$$\begin{aligned} r_1 &= r_2 = 8.5[cm] \\ Z_A &= 60 \\ Z_C &= 40 \end{aligned}$$

6. מהלך הניסוי

- א. כילל את מד התאוצה. הכיול מתבצע ע"י קבלת קנ"מ על מסך הסקופ מתוך בדיקת תאוצת הכובד.
- ב. ספור השיניים של הגלגלים במכניזם.
- ג. מדוד את כל הזרועות השייכות למערכת (ראה סכמה).
- ד. הפעל את המנוע במהירות קבועה ומדוד את מהירות הסיבוב.
- ה. מדוד את רכיבי התאוצה, רדיאלית וטנגנציאלית (ערכים מקסימליים).
- ו. בצע את הניסוי עבור שתי מהירויות נוספות.

7. דרישות

- א. שרטט סכמה מפורטת של המערכת הקינמטית כולל ממדים.
- ב. הצג ניתוח מפורט של העיקרון ואופן הפעולה של המערכת.
- ג. חשב את יחס התמסורת של המערכת.
- ד. הצג את הפיתוח התיאורטי הקינמטי והגיאומטרי לחישוב רכיבי תאוצת התפסנית המקסימליים (רדיאלי וטנגנציאלי)
- ה. ערוך טבלה המרכזת את תוצאות הניסוי ותוצאות החישוב התיאורטי.
- ו. השווה את רכיבי התאוצה המתקבלים לפי הפיתוח התיאורטי לרכיבי התאוצה שקיבלת בניסוי (שגיאה יחסית), במידה שישנן סטיות, הסבר אותן.
- ז. הראה דוגמא חישובית לסעיפים ה'ו'.
- ח. בנה גרף המתאר את התנהגות תאוצת התפסנית כתלות במהירות הזוויתית של המנוע.
- ט. הסק מסקנות.

בתמונה מתוארת המערכת הפלנטרית שבניסוי.

