



5. הצגת המודל ההנדסי וביצוע החישובים הרלוונטים

5.1. הנחות ומקדמי בטחון

הנחות הנדסיות:

במערכת מכנית מורכבת ומסובכת כגון המערכת המוצגת בעבודה זו יש צורך בסדרת הנחות ופישוטים על מנת לקבל פתרון סביר אך לא מסובך מידי. במהלך פירוט ההנחות יובאו מקורותיהן והסברים על הסיבה שעבורה בוצעה ההנחה.

א. פילוג משקל הפלטפורמה – לפלטפורמה ישנם ארבעה גלגלים המחוברים אותה לקרקע. באופן מעשי ידוע כי המשקל מפולג על כל גלגל בצורה שונה ופילוג זה תלוי במבנה המערכת ובמיקום הרכיבים בה. ההנחה שתשמש בפרויקט זה היא שהמשקל המפולג על כל גלגל הוא בדיוק רבע מהמשקל הכללי של הפלטפורמה. על מנת שהנחה זו תהיה תקפה, יש להוסיף מקדם בטחון כפי שמתואר בסעיף מקדמי ביטחון בהמשך הפרק.

ב. גלגול עם החלקה - צמיגי גלגלי הפלטפורמה הינם צמיגי גומי. אזור המגע בין הגלגל לקרקע אינו נקודת מגע יחידה אלא שטח מגע רחב שנובע מהדפורמציה שנוצרת בצמיג כתוצאה מהמגע עם הקרקע. בגלגול ללא החלקה ישנה נקודת מגע יחידה עם הקרקע שסביבה מסתובב הגלגל. מכיוון שבמקרה הנדון ישנה יותר מנקודת מגע אחת של הצמיג עם הקרקע מתחייב מכאן כי ישנה החלקה ולכן הגלגול הוא גלגול מעשי - עם החלקה. דוגמא לכך ניתן לראות באחת מסיבות השחיקה בצמיגי מכונית, אשר נגרמת כתוצאה של החלקת הצמיג ביחס לקרקע בעת סיבובו. חשוב לזכור כי על מנת שהגלגל יתקדם, למרות שישנה החלקה, בחלק מהזמן מתקיים גלגול ללא החלקה המאפשר את התקדמות הגלגל, שכן אם היתה החלקה מלאה, הגלגל לא היה מתקדם כלל.

ג. מקדמי חיכוך – מדע הטריבולוגיה¹ הינו מדע העוסק בין היתר בחיכוך ובמציאת מקדמי החיכוך. בעבודה זו ישנם שני מקדמי חיכוך שיש לקחת בחשבון:

1. מקדם החיכוך בין גלגל הגומי לדרך.

2. מקדם החיכוך בין הכבל (המצופה פלסטיק) לדרך.

מקדמי חיכוך תלויים, אם כן, בגורמים רבים, בניהם במהירות, במשקל, בטיב פני השטח, בהרכב המדויק של החומרים ובטמפרטורה ויש למדוד אותם בניסוי עבור המצבים הנידונים, כמתואר ארוכות בספרי הטריבולוגיה. מדידות וניסויים אלה אינם במסגרת הפרויקט, ולכן בעת החישובים ילקחו סדרי גודל המתאימים למצבים הנדונים, אך אינם בהכרח המקדמים המדויקים.

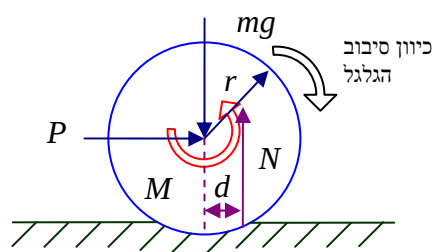
¹ Tribology



ד. התנגדות גלגול² - כתוצאה מהתופעה שהוצגה בסעיף ב' נוצר מצב בו שקול

הכוחות הנורמליים אינו עובר בדיוק בציר האנך למרכז הגלגל אלא במרחק d מסוים ממנו לכיוון הסיבוב. מצב זה יוצר מומנט המתנגד לתנועת הגלגל כמתואר באיור 5.1.

במידה ונגלגל את הגלגל עם מומנט התחלתי מסוים, המומנט M המתקבל מהכוח הנורמלי והזרוע d יתנגד לתנועתו ולבסוף יגרום לעצירתו המוחלטת. ההנחה שנבצע היא שהמרחק d הוא כ- 10% מרדיוס הגלגל. סיבת הנחה היא שחישוב מקדם זה³ מורכב מאוד ותלוי בהרבה גורמים חיצוניים, לכן נאמוד אותו כפי שצוין לעיל.



איור 5.1 – תיאור סכמטי של התנגדות גלגול

כאשר :

mg	משקל הגלגל -
r	רדיוס הגלגל -
N	הכוח הנורמלי -
d	מיקום הכוח הנורמלי ביחס לאנך לציר הגלגל -
M	המומנט המתנגד לתנועת הגלגל הנגרם מהכוח הנורמלי -
P	הכוח המניע את הגלגל -

² בלועזית המונח המדויק הוא : rolling resistance

³ שלרוב נקרא בשם coefficient of rolling

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף מוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



מקדמי בטחון:

תכנון מערכת מכנית צריך לעמוד ברשימת דרישות שהוגדרו ע"י הלקוח בעת הגדרת הפרויקט. למרות זאת התכנון לא יתבצע לעולם עבור מפרט הדרישות כסף סופי ומוחלט של עמידות וביצועי המערכת. יש להניח שבשטח יכולים להיות מקרים גבוליים שחורגים ממפרט הדרישות המקורי או שלא נחזו ע"י הלקוח ומטרת התכנון היא שהמערכת תוכל לעמוד גם בהם. מסיבה זו בעת התכנון ניקח מקדמי בטחון שיבואו לידי ביטוי בחישובים שיתבצעו עבור המערכת.

להלן פירוט מקדמי הבטחון שנבחרו:

א. פילוג משקל הפלטפורמה – כפי שהוצע בסעיף א' בנושא ההנחות ההנדסיות הנחנו כי המשקל מתפלג באופן שבו כל גלגל נושא רבע מהמשקל של הפלטפורמה. הנחה זו בעייתית, שכן בכדי שהיא תהיה נכונה במלואה יש צורך בזיווד מאוד מדויק ומסוים, שיגרור מצב שבו משקל הפלטפורמה יהיה מפולג באופן אחיד ביותר. בעיה נוספת היא חוסר עמידות בתוספות, כלומר, במידה ויתווסף לפלטפורמה אלמנט נוסף (כדוגמת סוללה או מתקן למשימה יעודית) במיקום שהוא אינו מרכז הפלטפורמה דיוק ההנחה קטן. לכן, בסוף החישוב של המומנט הנדרש ביציאה מהתמסורת ילקח בחשבון מקדם ביטחון של 1.2.

ב. בחירת המנוע – בתהליך בחירת מנוע ישנו שלב שבו משקללים את המומנט הנדרש ביחס לזמן פעולתו. בתהליך שקלול זה מתקבל מומנט שהוא שורש ממוצע הריבועים (rms) ולא המומנט המרבי שהמערכת צורכת, לפי מומנט זה בוחרים את המנוע. נקודת ההנחה בשיטה זו היא שהמנוע יוכל לספק מומנט גדול יותר מהמומנט הממוצע לפרק זמן קצר, בעת האצה לדוגמא. בבחירת המנוע שתוצג בפרק 5.3 לא יחושב המומנט הממוצע, אלא הבחירה תתבצע עבור המומנט המרבי הנדרש.

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישראו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף מוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר