



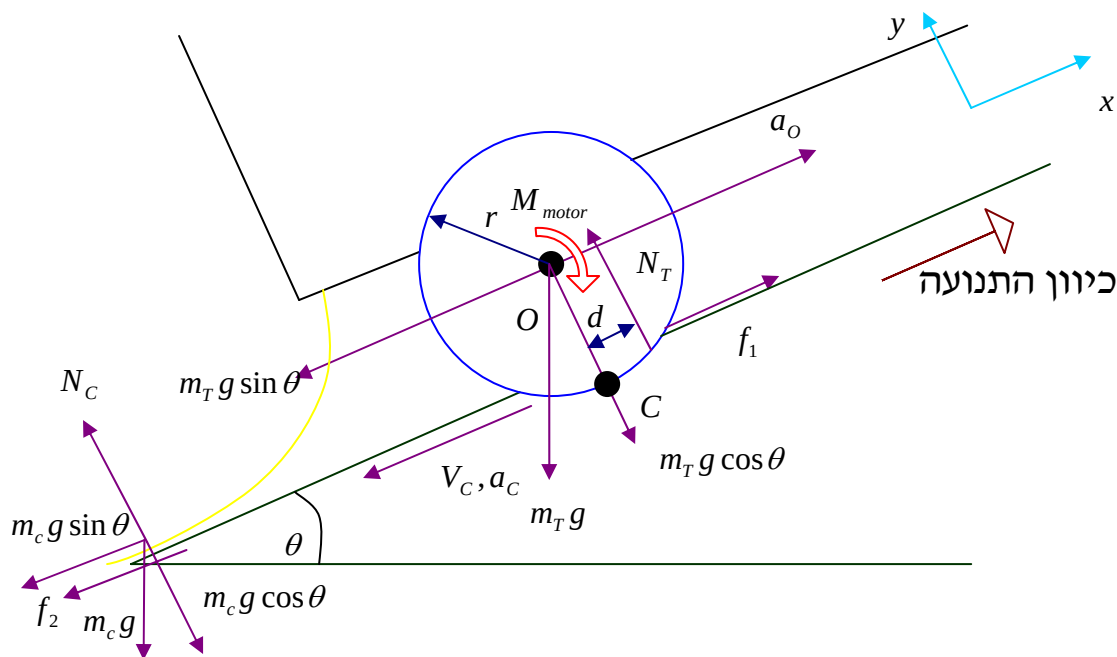
5. הצגת המודל ההנדסי וביצוע החישובים הרלוונטים – המשך

המשך

5.2. חישובים הנוגעים לתמסורת המכנית

הצגת המודל ההנדסי:

לפלטפורמה ישנם ארבעה גלגלים המקשרים אותה לקרקע. ברצוננו לחשב ולמצוא את המומנט הנדרש בכדי לעלות שיפוע של θ מעלות. באיור 5.2 ניתן לראות את סכמת הכוחות שפועלים על הגלגל בעת עליה בשיפוע.



איור 5.2 – סכמת הכוחות במודל ההנדסי של גלגל המואץ בשיפוע

כאשר:

θ	זווית השיפוע -
r	רדיוס הגלגל -
d	המרחק בו פועל הכוח הנורמלי ביחס למרכז הגלגל -
$m_T g$	משקל הפלטפורמה וארבעת הגלגלים $m_T = m_B + 4m$ -
m_c	משקל הכבל -
N_T	הכוח הנורמלי המופעל מהקרקע על הפלטפורמה -
N_c	הכוח הנורמלי המופעל מהקרקע על הכבל -

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



V_C, a_C - מהירות ותאוצה בנקודה C

a_O - תאוצת הגלגל בנקודה O

f_1 - כוח חיכוך הנובע מהפלטפורמה

f_2 - כוח חיכוך הנובע מהכבל

M_{motor} - המומנט המתקבל מהמנוע לאחר מעבר במערכת התמסורת

כיוון הכוח היחיד שאינו טריוויאלי הוא כיוון כוח החיכוך. את כיוונו נקבע ע"י שימוש בחוק השני של ניוטון עבור מודל מפושט של המערכת שאינו כולל את הכבל:

$$\sum \vec{F} = m_T \vec{a}_o \Rightarrow m_T \vec{g} + \vec{f}_1 + \vec{N}_T = m_T \vec{a}_o$$

נוסחה 5.1 – סכום כוחות חיצוניים הפועלים על המערכת

מכיוון שמדובר בגוף קשיח ידוע הקשר הבא:

$$\vec{V}_O = \vec{V}_C + \vec{\omega} \times \vec{CO}$$

נוסחה 5.2 – קשר בין מהירויות על נקודות שונות בגוף קשיח

הערה: במידה והגלגול הוא גלגול ללא החלקה – המהירות בנקודה C שווה בדיוק למהירות של המשטח, כלומר אפס. במקרה הנדון כפי שהוסבר בפרק 5.1 הגלגול הוא עם החלקה בחלק מהזמן ולכן המהירות בנקודה C אינה אפס.

נגזור את הביטוי בידיעה כי $\vec{CO}$ קבוע:

$$\vec{a}_o = \vec{a}_C + \vec{\alpha} \times \vec{CO} + \vec{\omega} \times \vec{CO} \times \vec{\omega}$$

נוסחה 5.3 – קשר בין תאוצות על נקודות שונות בגוף קשיח

ונקבל את הקשר בין תאוצת מרכז המסה לבין תאוצת נקודת המגע C. כיוון המהירות והתאוצה בנקודה C הוא בכיוון מורד השיפוע. את הקשר שקיבלנו נציב בנוסחה 5.1:

$$m_T \vec{g} + \vec{f}_1 + \vec{N}_T = m_T (\vec{a}_C + \vec{\alpha} \times \vec{CO} + \vec{\omega} \times \vec{CO} \times \vec{\omega})$$

נוסחה 5.4 – הקשר בין סכום הכוחות החיצוניים בגוף לתאוצה בנקודה C

כעת נסתכל על המשוואה הווקטורית בכיוון התנועה. נניח כי כיוון המהירות והתאוצה בנקודה C הינו במעלה השיפוע (הפוך מהמצוין באיור 5.2):

$$-m_T g \sin \theta - f_1 = m_T a_o$$

נוסחה 5.5 – החוק השני של ניוטון בכיוון התנועה

נציב את הקשר שקיבלנו בנוסחה 5.5. חשוב לשים לב שהאיבר $\vec{\omega} \times \vec{r} \times \vec{\omega}$ לא יופיע משום שהוא לא נמצא בכיוון התנועה.

$$(\vec{CO} = r) \quad -m_T g \sin \theta - f_1 = m_T (a_C + \alpha \cdot r)$$

נוסחה 5.6 – סכום הכוחות בכיוון התנועה ביחס לתאוצה בנקודה C

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



כוח החיכוך מקיים את הקשר $f_1 = \mu_w \cdot N_T$ כאשר μ_w הוא מקדם החיכוך בין הגלגל לבין המשטח, מסכום כוחות בציר y ידוע כי $N_T = m_T g \cos \theta$ ולכן הביטוי הסופי עבור כוח החיכוך המקסימלי הוא:

$$f_1 = \mu \cdot m_T g \cos \theta$$

נוסחה 5.7 – כוח החיכוך כפונקציה של מקדם החיכוך, זווית השיפוע והמשקל

נציב את הקשר שקיבלנו כעת בנוסחה 5.6 ונבצע העברת אגפים פשוטה על מנת לקבל את הקשר הבא:

$$a_c + \alpha r + g(\sin \theta + \mu \cos \theta) = 0$$

נוסחה 5.8 – הצבת הביטוי של כוח החיכוך בנוסחה 5.6

מכיוון שידועים לנו הכיוונים של האיברים $\alpha r, g \sin \theta, g \mu \cos \theta$ על מנת שיתקיים שוויון 5.8 התנאי $a_c < 0$ חייב להתקיים ומכיוון שאנו יודעים שהתאוצה בנקודה C יכולה להיות גם חיוביות נובע כי הכיוון שבחרנו עבור המהירות והתאוצה של נקודה C אינו נכון. יש להפוך אותו, כלומר כיוון המהירות והתאוצה בנקודה C הוא במורד השיפוע, כפי שמצוין באיור 5.2.

מכאן נובע באופן ישיר כיוון כוח החיכוך, משום שידוע שכיוון כוח החיכוך הוא הפוך לכיוון המהירות (והתאוצה) בנקודת המגע – במעלה השיפוע.

בנוסף להוכחה המתמטית ניתן להציג הסבר אינטואיטיבי: כידוע, סכום הכוחות החיצוניים שווה לתאוצה כפול המסה (חוק שני של ניוטון). במכונית ישנו כוח חיצוני אחד ויחיד, בהזנחת החיכוך עם האויר, והוא החיכוך עם הקרקע. כעת, מכיוון שהתאוצה היא קדימה, בהכרח החיכוך פועל גם כן קדימה. הכוח שמאיץ את המכונית הוא החיכוך. כפי שהוצג לעיל הגלגול הוא עם החלקה, מכיוון שיש יותר מנקודת מגע אחת של הגוף עם הקרקע, אך ידוע לנו כי כאשר יש החלקה הגוף לא יזוז במידה ונפעיל עליו מומנט (כמו במצב שבו מאיצים מכונית באופן פתאומי – הגלגל מסתובב במקום, יש תאוצה זוויתית אך התאוצה של מרכז המסה לא גדלה). מכאן נובע שהתנועה של הגלגל משולבת בתנועה עם החלקה וללא החלקה. כעת יש למצוא שני קשרים חשובים: תאוצה מקסימלית שעבורה לא תיווצר החלקה והמומנט הדרוש בכדי להתגבר על הכוחות החיצוניים שפועלים על הגלגל ולהאיץ אותו במעלה השיפוע.

נרשום את משוואת הכוחות בציר x עם הכיוון הנכון של כוח החיכוך ותוך התחשבות בכבל המסתרך אחר הפלטפורמה:

$$\sum F_x = (m_T + m_c) a_o \Rightarrow f_1 - m_T g \sin \theta - f_2 - m_c g \sin \theta = (m_T + m_c) a_o$$

נוסחה 5.9 – החוק השני של ניוטון בכיוון התנועה עם התיקון של כיוון כוח החיכוך

הביטוי הנ"ל הינו ביטוי עבור חיכוך סטטי שמתקיים כל עוד אנחנו מאיצים ועלינו להתגבר עליו בכדי להתחיל את התנועה. ביטוי זה חסום כמובן ע"י הערך המקסימלי של

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



החיכוך הסטטי לפי הקשר הבא (כאשר ידוע כי הביטוי עבור כוח החיכוך f_2 הוא:

$$: f_2 = \mu_c m_c g \cos \theta$$

$$f_1 = (m_T + m_c)g \sin \theta + \mu_c m_c g \cos \theta + (m_T + m_c)a_o \leq \mu_w m_T g \cos \theta$$

נוסחה 5.10 – חסם עליון לכוח החיכוך הסטטי

מכאן ניתן לבדוד את החסם על התאוצה המקסימלית עבור גלגול ללא החלקה:

$$a_o \leq g \cdot \left[\frac{(\mu_w m_T - \mu_c m_c) \cos \theta}{(m_T + m_c)} - \sin \theta \right]$$

נוסחה 5.11 – חסם עליון לתאוצה של מרכז המסה לגלגול ללא החלקה

כעת נותר למצוא את הקשר בין תאוצת מרכז המסה הנדרשת של הגלגל במעלה השיפוע לבין המומנט הנדרש מהמונע. בכדי לקבל קשר זה נסתכל על משוואת ההספקים של המערכת:

$$P_{active} + P_{passive} = P_{loss}$$

נוסחה 5.12 – שוויון הספקי המערכת

כאשר ההספק P_{active} הוא ההספק המתקבל מהמומנטים במערכת, $P_{passive}$ הוא ההספק המתקבל כתוצאה מהשינוי באנרגיה של המערכת ו- P_{loss} הוא ההספק ההופך לחום כתוצאה מגרירת הכבל. כעת נרשום ביטוי עבור כל אחד מההספקים:

$$\begin{cases} P_{active} = (M_{motor(ns)} - d \cdot N_T - R \cdot f_1) \omega \\ P_{passive} = -\frac{d}{dt} \left(4 \cdot \frac{1}{2} I \omega^2 + 4 \cdot \frac{1}{2} m v_{io}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{io}^2 + \frac{1}{2} m_c v_{io}^2 + (m_T + m_c) g l_{io} \sin \theta \right) \\ P_{loss} = \frac{d}{dt} W_{loss} = \frac{d}{dt} \left(\oint \vec{F} \cdot d\vec{r} \right) = \frac{d}{dt} (f_2 \cdot l) = f_2 \cdot v = f_2 \cdot \omega \cdot r \end{cases}$$

נוסחה 5.13 – ביטוי עבור כל אחד מההספקים המרכיבים את המערכת

כל הביטויים עבור האנרגיה הקינטית, אשר בהם מופיעה המהירות בנקודה O, ביחס לנקודה O, מתאפסים, מכיוון שמהירות בנקודה ביחס לעצמה שווה לאפס. נציב את הביטויים הללו במשוואה 5.12 ונקבל:

$$\begin{aligned} \omega (M_{motor(ns)} - d \cdot N_T - R \cdot f_1) - \frac{d}{dt} (2I \omega^2 + (m_T + m_c) g l_{io} \sin \theta) &= f_2 \omega r \\ \omega (M_{motor(ns)} - d \cdot N_T - R \cdot f_1) - (4I \omega \alpha + (m_T + m_c) g v_{io} \sin \theta) &= f_2 \omega r \end{aligned}$$

נוסחה 5.14 – הצבה בנוסחת ההספקים

המומנט שבו אנו מעוניינים הוא המומנט המקסימלי הנדרש לגלגול ללא החלקה. מומנט גדול ממנו יגרום להחלקת הגלגל והפלטפורמה לא תתקדם במעלה השיפוע. בגלגול ללא

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



החלקה הקשר בין התאוצה הקווית של מרכז המסה לתאוצה הזוויתית סביבו נתון באופן הבא:

$$a_o = r \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{a_o}{r}$$

נוסחה 5.14 – הקשר בין תאוצה קווית לתאוצה זוויתית ביחס למרכז המסה

את הקשר המוצג לעיל נציב בנוסחה 5.14 בכדי לקבל יחס בין המומנט לתאוצה הקווית המתקבלת ממנו, בנוסף לכך ניתן לצמצם במהירות הזוויתית והביטוי אשר התקבל מגזירת האנרגיה הפוטנציאלית מתבטל גם הוא מכיוון שמהירות בנקודה O היא אפס:

$$M_{motor(ns)} = d \cdot N_T + r \cdot f_1 + 4I \frac{a_o}{r} + r \cdot f_2$$

נוסחה 5.15 – הקשר בין המומנט לתאוצה הקווית במצב ללא החלקה (ns)

בבעיה המוצגת ישנם שני גדלים נוספים שאפשר להציב בנוסחה 5.15:

$$I = \frac{1}{2}mr^2, \quad d = 0.1 \cdot r$$

ואת כל הביטויים עבור כוחות החיכוך והנורמל:

מכאן נקבל:

$$M_{motor(ns)} = 0.1 \cdot r \cdot N_T + r[(m_T + m_c)(g \sin \theta + a_o) + \mu_c m_c g \cos \theta] + 4 \cdot \frac{1}{2} m r a_o + r \cdot \mu_c m_c g \cos \theta$$

$$M_{motor(ns)} = 0.1 \cdot r \cdot m_T g \cos \theta + a_o r[(m_T + m_c) + 2m] + r(m_T + m_c)g \sin \theta + r \cdot 2\mu_c m_c g \cos \theta$$

$$\Rightarrow M_{motor(ns)} = r \cdot m_T \cdot g(0.1 \cdot \cos \theta + \sin \theta) + a_o r[(m_T + m_c) + 2m] + r g m_c (\sin \theta + 2\mu_c \cos \theta)$$

נוסחה 5.16 – נוסחה סופית לחישוב המומנט הנדרש עבור תאוצה קווית רצויה

את הגודל שקיבלנו במשוואה 5.16 יש להכפיל במקדם בטחון n בכדי לקבל את הערך הרצוי ביציאה מהתמסורת, כפי שהוסבר בפרק 5.1:

$$M_{out} = M_{motor(ns)} \cdot n$$

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



ביצוע החישובים עבור המומנט הנדרש ביציאה מהתמסורת:

על מנת לבצע את החישובים הנדרשים לקבלת מומנט נדרש מקסימלי מהתמסורת יש צורך באומדן של גדלי המערכת. חשוב לציין שבמידה ויתבצע שינוי בגדלים אלה, לדוגמא שינוי בגודל הגלגל או במשקל הפלטפורמה יש צורך לבחון מחדש את התאמתו של המנוע הנבחר לנתונים אלה. המערכת בנויה באופן כזה שאין בעיה עקרונית פשוט להחליף את המנוע וכך להתאים אותה לתנאים החדשים.

כעת נפרט את ערכי הגדלים השונים במערכת תוך התאמה למפרט הדרישות שמתואר בפרק 1.1:

סימון	ערך	יחידות	הסבר
m_T	20	kg	מסת הפלטפורמה וארבעת הגלגלים ללא כבל
m_c	10	kg	מסת הכבל
θ	20	מעלות	השיפוע המרבי שיש לעלות
μ_w	0.8	חסר יחידות	סדר גודל של מקדם החיכוך בין דרך עפר לגומי
μ_c	0.3	חסר יחידות	סדר גודל של מקדם החיכוך בין דרך עפר לפלסטיק
r	0.1	meter	רדיוס הגלגל

טבלה 5.1 – סיכום ערכי הגדלים הנדרשים לחישובים

השלב הראשון הוא חישוב התאוצה המקסימלית אשר עבודה נקבל לגלגל ללא החלקה ביחס לגדלים הנתונים. חישוב זה יתבצע לפי נוסחה 5.11, הערך שנקבל עבור התאוצה יהווה חסם עליון לתאוצה הרצויה בגלגל ללא החלקה. כמובן שערך זה הינו ערך קיצוני ביחס למצב מסוים, המערכת תוכל להגיע לתאוצות גבוהות יותר לדוגמא בשיפועים נמוכים יותר.

נציב, אם כן, בנוסחה 5.11 את הערכים מטבלה 5.1 ונקבל את החסם הבא:

$$a_o \leq 9.81 \left[\frac{m}{\text{sec}^2} \right] \cdot \left[\frac{(0.8 \cdot 20[\text{kg}] - 0.3 \cdot 10[\text{kg}]) \cos 20}{(20[\text{kg}] + 10[\text{kg}])} - \sin 20 \right] = 0.639 \frac{m}{\text{sec}^2}$$

נוסחה 5.17 – מציאת חסם על התאוצה

התאוצה המרבית שאנו מעוניינים לקבל מהמנוע חייבת להיות בתחום שמצאנו. נבחר את הערך המקסימלי עבור התאוצה ביחס לתוצאה שקיבלנו בנוסחה 5.17, כלומר:

$$a_o = 0.5 \frac{m}{\text{sec}^2}$$

את הערך הנ"ל נציב בנוסחה 5.16 יחד עם כל שאר הערכים מטבלה 5.1 בכדי לקבל את המומנט המקסימלי הדרוש ביציאה מהתמסורת:

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

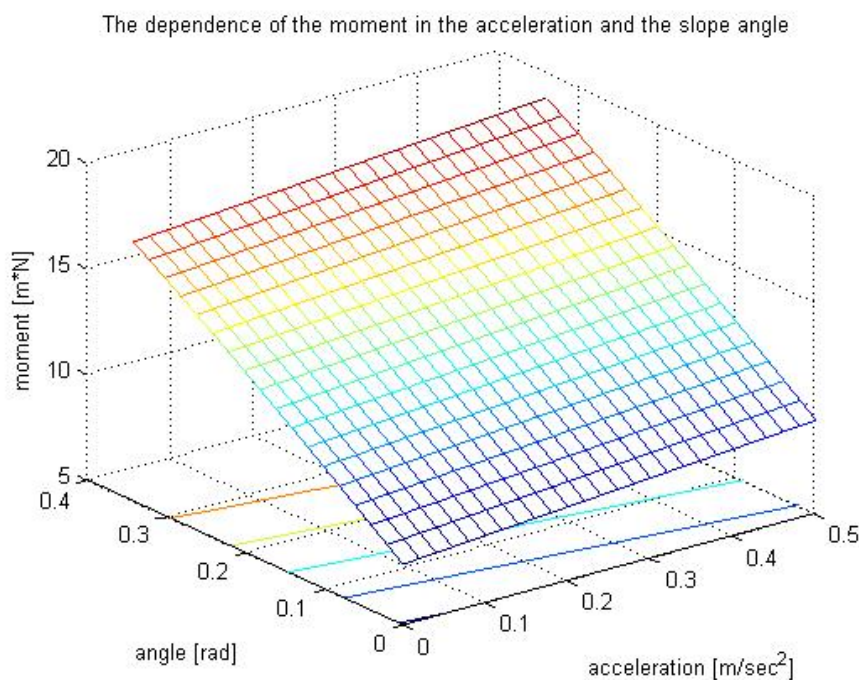
© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



$$\begin{aligned}
 M_{motor(ns)} &= 0.1[m] \cdot 20[kg] \cdot 9.81 \left[\frac{m}{sec^2} \right] (0.1 \cdot \cos 20 + \sin 20) + \\
 &+ 0.5 \left[\frac{m}{sec^2} \right] \cdot 0.1[m] \cdot [(20[kg] + 10[kg]) + 2 \cdot 0.2[kg]] + \\
 &+ 0.1[m] \cdot 9.81 \left[\frac{m}{sec^2} \right] \cdot 10[kg] \cdot (\sin 20 + 2 \cdot 0.3 \cos 20) \\
 \Rightarrow M_{motor(ns)} &= 18.9m \cdot N
 \end{aligned}$$

נוסחה 5.18 – חישוב המומנט מקסימלי הדרוש ביציאה מהתמסורת

דרך גרפית לבדיקת נכונות הנוסחאות הללו היא בעזרת גרף של תלות המומנט בתאוצה הרצויה ובזווית השיפוע.



איור 5.3 – תלות המומנט בתאוצה ובזווית השיפוע

באיור 5.3 ניתן לראות בבירור את הפרטים הבאים:

- גם כאשר לא קיים שיפוע ואנו לא מאיצים (מהירות קבועה) יש צורך לספק מומנט מהמנוע בכדי להתגבר על הכוחות החיצוניים המשפיעים על המערכת.
- ככל שאנו דורשים יותר תאוצה, עבור שיפוע נתון, יש צורך בהגדלת המומנט מהמנוע.
- ככל שהשיפוע גדול יותר, עבור תאוצה נדרשת נתונה, יש צורך בהגדלת המומנט מהמנוע.

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



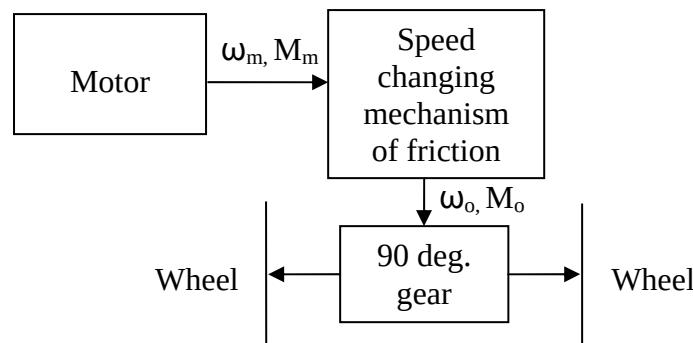
כעת נותר להכפיל במקדם הבטחון בכדי לקבל את המומנט הנדרש ביציאה מהתמסורת:

$$M_{out} = M_{motor(ns)} \cdot n = 18.9[m \cdot N] \cdot 1.2 = 22.68[m \cdot N]$$

נוסחה 5.19 – חישוב המומנט ביציאה מהתמסורת עם מקדם הבטחון

חישוב המומנט הנדרש מהמנוע:

עד כה עסקנו בחישובים הנוגעים למומנט הפועל על הגלגל ביציאה מהתמסורת, כעת נבדוק מהו המומנט הנדרש מהמנוע בכדי שנוכל לעבור לשלב הבא – בחירת המנוע. בכדי לחשב את מומנט זה נציג תחילה סכמה המתארת את מבנה המערכת באופן כללי:



איור 5.4 – סכמת המערכת המכנית הכוללת

כאשר:

ω_m, M_m – המומנט והמהירות הזוויתית ביציאה מהמנוע -

ω_o, M_o – המומנט והמהירות הזוויתית ביציאה מהשנאי המכני -

נבחן תחילה את ערך המהירות הזוויתית המתקבלת ביציאה מהשנאי המכני (החישוב מתבצע ביחס לשנאי המוצג באיור 1.9 א'):

$$\omega_o = \omega_m \cdot \frac{\frac{D_2}{2}}{\frac{D_1}{2}} = \omega_m \cdot \frac{D_2}{D_1}$$

נוסחה 5.20 – חישוב המהירות הזוויתית ביציאה מהשנאי המכני

ערכו של הספק המערכת המתקבל מהמנוע הוא: $P = M_m \cdot \omega_m$. מכיוון שבאופן יחסי מדובר עבודה לא אחידה עם נגיפות מתונות ומסות בינוניות להאצה, נבחר בערכו של המקדם $f = 1.20$. משימוש בנוסחה 4.7 נקבל את הקשר הבא עבור ההספק:

$$P = M_m \cdot \omega_m = f \cdot M_o \cdot \omega_o \Rightarrow M_o = \frac{M_m \cdot \omega_m}{f \cdot \omega_o} = \frac{M_m \cdot \omega_m}{f \cdot \omega_m \cdot \frac{D_2}{D_1}} = M_m \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{1}{f}$$

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



נוסחה 5.21 – חישוב המומנט ביציאה מהשנאי המכני

כפי שניתן לראות קיבלנו בנוסחאות 5.19 ו- 5.20 כי המהירות הזוויתית גדלה ביחס הפוך למומנט עבור הגדלים הגיאומטרים הנתונים, ככל שהמהירות הזוויתית גדלה, קטן המומנט ולהיפך.

כעת יש להציב את הערכים המתאימים למצב הקיצוני ביותר של המערכת, שהמומנט הנדרש ממנו חושב בנוסחה 5.18 :

סימון	ערך	יחידות	הסבר
$D_{1(max)}$	0.1	meter	היקפו של גלגל מספר אחד (באיור 1.9 א')
$D_{2(max)}$	0.2	meter	היקפו של גלגל מספר שתיים (באיור 1.9 א')
M_{out}	22.68	mN	המומנט המקסימלי הנדרש ביציאה מהתמסורת. תפקיד מערכת הבקרה הוא למקם במצב בו נדרש מומנט כזה את גלגל מספר אחד במרחק D_2 על הגלגל מספר שניים.
D_2	0.04	meter	המיקום עבור קבלת המומנט המירבי – 20% מקוטרו המלא של הגלגל

טבלה 5.2 – סיכום ערכי הגדלים הנדרשים לחישובים

נציב את הערכים הללו בנוסחה 5.20 :

$$M_{out} = M_m \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{1}{f} \Rightarrow M_m = M_{out} \cdot f \cdot \frac{D_2}{D_1} = 22.68[m \cdot N] \cdot 1.2 \cdot \frac{0.04[m]}{0.1[m]} = 10.88[N \cdot m]$$

נוסחה 5.22 - חישוב המומנט הנדרש מהמנוע

כעת יש לבחור מנוע המתאים לדרישת המומנט שחושבה בנוסחה. החברה שאת אחד ממנועיה נבחר היא חברת Maxon, חברה המייצרת מנועי DC קטנים וחזקים באופן יחסי.

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 פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר