



מצמד כפול LuK

טכנולוגיה/כלים מיוחדים



Copyright ©
Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG
פברואר 2020

התוקן של חוברת זו אינו מחייב משפטית ומיועד למטרות מידע בלבד. במידה המותרת על פי חוק, Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG מתנעת מכל חבות הנובעת מחוברת זו או קשורה בה.

כל הזכויות שמורות. כל העתקה, שחזור, הצגה בפומבי או פרסום אחר של חוברת זו, בין אם באופן מלא או של קטעים ממנה, אסורים ללא אישור כתוב מוקדם של Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG.

Schaeffler בשוק ה-Aftermarket של מגזר הרכב - יותר חדשנות, יותר איכות ויותר שירות.

Schaeffler REPPERT - מותג השירות עבור אנשי מקצוע במסכים.

עם REPPERT, אנו מציעים חבילת שירות מקיפה עבור המוצרים ופתרונות התיקונים שלנו. מחפשים מידע ספציפי אודות אבחון זקקים? זקוקים לכלים מיוחדים שיקלו על שגרת המוסך היומיומית שלכם? בין אם מדובר בפורטל מקוון, קו תמיכה לשירות, הוראות התקנה וסרטונים, סמינרים של הדרכה או אירועים - תקבלו את כל השירותים הטכניים ממקור יחיד. הירשמו כעת ללא עלות, במספר לחיצות עכבר, בכתובת:

www.reppert.com.



SCHAEFFLER REPPERT



Schaeffler בשוק ה-Aftermarket של מגזר הרכב - תמיד הבחירה הראשונה לתיקון רכבים.

בכל עת שיש צורך להעביר רכב לטיפול במוסך, המוצרים ופתרונות התיקון שלנו הם הבחירה הראשונה. בזכות המיומנות שלנו בתחומי התמסורות, המנועים והשלדות, אנחנו שותפים מהימנים בכל מקום בעולם. בין אם מדובר ברכבי נוסעים, רכבים מסחריים קלים וכבדים או טרקטורים - הרכיבים שלנו, המותאמים באופן מיטבי, מאפשרים החלפה מהירה ומקצועית של חלקים.

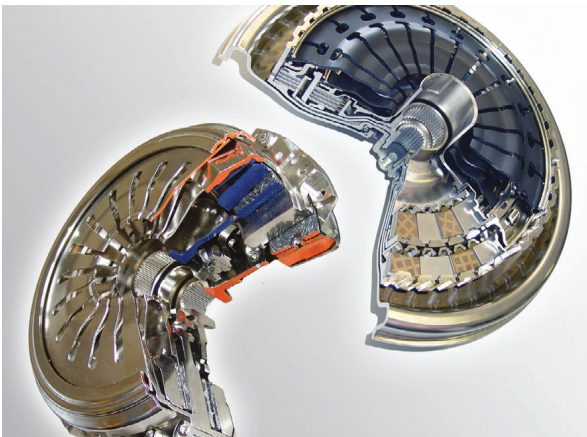
המוצרים שלנו מבוססים על גישה מערכתית מקיפה. חדשנות, מומחיות טכנית ואיכות הגבוהה ביותר של חומרים וייצור - כל אלה הופכים אותה לא רק לאחד משותפי הפיתוח המובילים עבור יצרני הרכב, אלא גם לספקית חלוצה של חלפים המשמרים ערך ושל פתרונות תיקון מלאים עבור מצמדים ומערכות שחרור מצמדים, מנועים ויישומי תמסורות וכן יישומי שלדה באיכות הציוד המקורי - ממש עד לרמת הכלי המתאים.

במשך יותר מ-50 שנה אנחנו מספקים את כל הדרוש לתיקון תמסורות, תחת מותג LuK. בנוסף למשפחת מוצרי LuK RepSet עבור מערכת השחרור ההידראולית, המיועדים לתיקון מצמד מקצועי, ההיצע אף כולל את גלגל התנופה כפול המסה והרכיבים הנלווים, לצורך תיקון מתקדם של תמסורות ודיפרנציאלים. הוא אף כולל פתרונות מקצועיים לתיקון תמסורות של רכבים מסחריים וטרקטורים.

תוכן העניינים

עמוד	
6	1. תמסורת מצמד כפול (DCT)
8	2. התכנון והתפקוד של מערכת המצמד הכפול הרטוב - אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, תמסורת עם 7 מהירויות (0BH, 0DE, 0BT, 0DW (DQ 380/81 and DQ 500
9	2.1 מצמד כפול
14	3. התכנון והתפקוד של מערכת המצמד הכפול היבשה - אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, תמסורת עם 7 מהירויות 0AM ו-0CW
15	3.1 מצמד כפול
18	3.2 מערכת השילוב
20	4 תכנון ותפקוד של מערכת המצמד הכפול היבשה - פורד 1.0 ליטר (תמסורת עם 6 מהירויות (DPS6); יונדאי, קיה (תמסורת 6 מהירויות (D6GF1); רנו, דאצ'יה (תמסורת 6 מהירויות, (DC0/DC4; סמרט (תמסורת 6 מהירויות (H-DCT, מרצדס בנץ (תמסורת 6 מהירויות (6G-DCT, גילי (תמסורת 6 מהירויות (6DCT
21	4.1 מצמד כפול
24	4.2 מערכת השילוב
28	5 תכנון ותפקוד של מערכת המצמד הכפול היבש - פורד 1.6 ו-2.0 ליטר מנועי בנזין, תמסורת 6 מהירויות DPS6
29	5.1 מצמד כפול
34	5.2 מערכת השילוב
38	6 מבנה ותפקוד של מערכת המצמד הכפול היבש (מנועי בנזין 1.4 ליטר ומנועי דיזל 2.0 ליטר, תמסורת 6 מהירויות (C635 DDCT, ג'יפ (מנועי בנזין 1.4 ליטר ומנועי דיזל 1.6 ליטר, סוזוקי (מנועי דיזל 1.6 ליטר
39	6.1 מצמד כפול
45	6.2 מערכת שחרור והפעלה
48	7 גלגל תנופה כפול מסה (DMF) עבור תמסורת המצמד הכפול (DCT)
49	8 תיאור ותכולה של הכלים המיוחדים של LuK
50	8.1 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים יבשים
51	8.2 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים רטובים
59	9 סקירה כללית של אופן השימוש בערכות הכלים
59	9.1 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים יבשים
59	9.2 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים רטובים

1 תמסורת מצמד כפול (DCT)



מאז שהופיעו על הבמה תמסורות אוטומטיות בעלות ממירי מומנט, היתרון הגדול שלהם - החלפת הילוכים תחת עומס - זכה להערכה רבה. עם זאת, בגין הפסדי הממיר, התמסורות האוטומטיות מתאפיינות בנצילות פחותה במידה ניכרת בהשוואה לתמסורות הידניות. מסיבה זו, הושקעו מאמצים רבים בפיתוח ה-DCT כבר משלב מוקדם. המטרה הייתה לשלב את הנצילות של מערכת הילוכים ידנית עם הנוחות של תמסורת אוטומטית, במסגרת תכנון חדש לחלוטין.

הממציא הצרפתי אדולף קגרס ופרופסור רודולף פרנק מדרמסטט רשמו את הפטנטים הראשונים עבור סוג של מערכת DCT כבר בשנים 1939/40. עם זאת, נדרשה רבע מאה כדי להתקדם משלב הרעיון לשימוש בפועל.

במיוחד ראוי לציין את העבודה האינטנסיבית של פורשה, שהתמקדה משנת 1968 בפיתוח ה-DCT עבור מרוצי מכוניות, שכן המערכת סיפקה יתרונות משמעותיים בכל הנוגע למתיחת גבולות ההאצה המרבית. כך התאפשרה העברת הילוך במהירות גבוהה יותר ותוך שמירה על הפסדים פחותים בהרבה בעוצמת דחיפה מרבית. ההאצה של מכוניות שפותחו באותה תקופה ממשיכה להיות מרשימה עד עצם היום הזה.

במשך שנים רבות, ה-DCT שימש בעיקר כפתרון מיוחד, שנועד לשימוש בעולם הספורט, אולם באמצע שנות ה-90 מערכת ההילוכים החלה לעמוד במוקד תהליך הפיתוח של רכבים. במהלך החיפוש אחר חלופה לתמסורת אוטומטית, היתרונות של ה-DCT הפכו ברורים. בסופו של דבר, הדרישות של עולם הספורט והדרישות מוכוונות הצרכנים של הלקוחות האירופיים, כמו גם החוקים המחמירים שחייבו הפחתה בפליטות ה- CO_2 הם שנתנו את הדחיפה הסופית לתחילתו של ייצור סדרתי. בסתיו 2002, קבוצת פולקסווגן הציגה את רכב הייצור הראשון שבו שולבה הטכנולוגיה החדשה. בתחילה, הרכב היה מצויד במצמד כפול רטוב (פועל באמבט שמן) ורק חמש שנים אחר כך פותחה הגרסה היבשה. סוג תמסורת זה מסופק כעת על ידי יצרני רכב ידועים אחרים.



סקירה כללית של כל היתרונות של תמסורת מצמד כפול



- משלבת את הנוחות של תמסורת אוטומטית עם התגובתיות של תמסורת ידנית
- תכונות דומות לאלה של תמסורת אוטומטית, אולם בתוספת נצילות מעולה
- הפרעה כמעט בלתי מורגשת לעוצמת הדחיפה בעת ביצוע חילופי הילוכים
- הפחתה בצריכת הדלק
- הפחתה של פליטות ה- CO_2

מהי תמסורת המצמד הכפול?

ה-DCT כולל שתי תמסורות משנה שממוקמות במארז תמסורת יחיד. במונחי תפקוד, כל תמסורת משנה בנויה כמו תיבת הילוכים ידנית. כתוצאה מכך, לכל תמסורת משנה מוקצה מצמד משלה. אפשרית גרסה יבשה ורטובה של המצמדים, בכפוף למומנט המנוע ולמקום ההרכבה.

במהלך הנהיגה, כל התהליכים של החלפת הילוכים מווסתים אוטומטית. הבקרה שולטת על מנגנון הפעלה אלקטרו-הידראולי או אלקטרו-מכאני. הדבר מאפשר למצמדים ולמזלגות ההילוכים לבצע את עבודתם בחלון זמן שמוגדר במדויק. לפיכך, תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד למנוע בחיבור שאינו חיובי. במקרה של תמסורת המשנה האחרת, ההילוך הבא נבחר מראש ומוכן לדרישה. במצב נהיגה, המצמדים מופעלים לסירוגין בתוך אלפיות שניה. המשמעות עבור הנהג היא, בין היתר, נוחות נהיגה מוגברת בגין הפרעות הכמעט בלתי מורגשות לכוח הדחיפה במהלך ההאצה.

ה-DCT זמין עם מצמד כפול רטוב או יבש. יצרני הרכב מחליטים באיזו מערכת לבחור בעיקר על סמך מקום ההרכבה הפנוי, קיבולת המומנט והעלות.

מצמדים כפולים רטובים דורשים מקום התקנה מצומצם ויכולים להעביר מומנט גבוה יותר בזכות פיזור החום המוצלח שלהם. עם זאת, הפסד השמן שחווה המצמד בגין חיכוך וביצועי המשאבה גורמים לירידה בנצילות.

המצמד הכפול היבש מצריך מקום התקנה מרווח מעט יותר, אולם הוא פועל ביעילות רבה יותר, שכן אין כלל תנועת שמן באזור המצמד. פיזור החום שנוצר כתוצאה מחיכוך צריך להתבצע דרך האוויר, שהוא מוליך חום פחות טוב. כתוצאה מכך, קיבולת העומס התרמי והמומנט שניתן להעברה נמוכים יותר מאשר בגרסה הרטובה.

חוברת זו מתארת את התכנון והתפקוד של המערכות השונות של מצמד כפול, הן רטוב והן יבש, מבית LuK.

2 התכנון והתפקוד של מערכת המצמד הכפול הרטוב – אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן 7 מהירויות הילוכים 0BH, 0DE, 0BT, 0DW (DQ 380/81 וכן DQ 500)



1 מצמד כפול רטוב
2 גלגל תנופה כפול מסה

ההילוך ששולב בתמסורת המשנה האחרת נבחר מראש, בעת שהמצמד עבור תמסורת משנה זו עדיין פתוח. בעת החלפת הילוך, מצמד אחד נפתח בעוד שהאחר נסגר בו זמנית. לאחר מכן, הכוח מועבר דרך ההילוך ששולב קודם לכן. המשמעות היא, כי ניתן להאיץ ללא הפרעה כמעט לכוח הדחיפה.

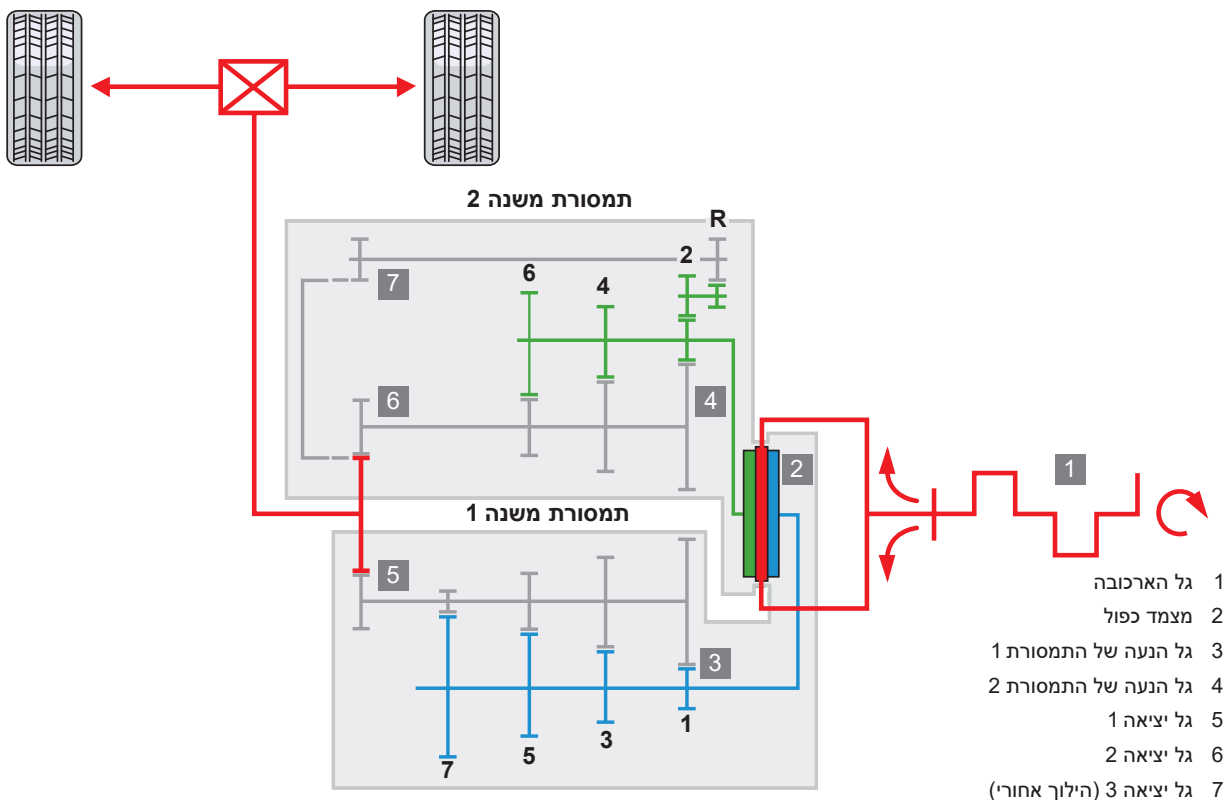
הרכיבים העיקריים של מערכת המצמד הכפול הן גלגל התנופה כפול המסה (DMF) והמצמד הכפול (DC). המערכת נשלטת על ידי רכיבי המכטרוניקה. אלה כוללים את יחידת הבקרה האלקטרונית, החיישנים ויחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית (מנגנון הפעלה). קבוצות פונקציונליות אלה משולבות במארז יחיד. העיצוב הקומפקטי מאפשר שילוב שאינו תלוי מקום (בפעמון) האוזינג תיבת ההילוכים.

במהלך פעילות הנהיגה, רכיבי המכטרוניקה מבצעים הערכה של מספר פיסות מידע, לרבות:

- מהירות שני גלי ההנעה של התמסורת
- מהירות הגלגלים ומהירות הרכב
- מיקום ידי הבורר
- מיקום דוושת הגז (האצה או האטה)

בכפוף לנתונים אלה, מערכת המכטרוניקה מחשבת באיזה הילוך לבחור ומפעילה את ההילוך הרלוונטי באמצעות מפעיל ההילוכים ומזלג השילוב. לחץ השמן סוגר את המצמדים. המערכת מתוכננת כך, ששני מצמדי המשנה נפתחים כאשר המנוע במצב עצירה או סרק (בדרך כלל פתוחים) והם נסגרים רק בעקבות לחץ השמן. אחד המצמדים סגור תמיד במהלך פעילות הנהיגה ולפיכך תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד בחיבור שאינו חיובי.

תרשים התמסורת



2.1 מצמד כפול

עיקרון בסיסי

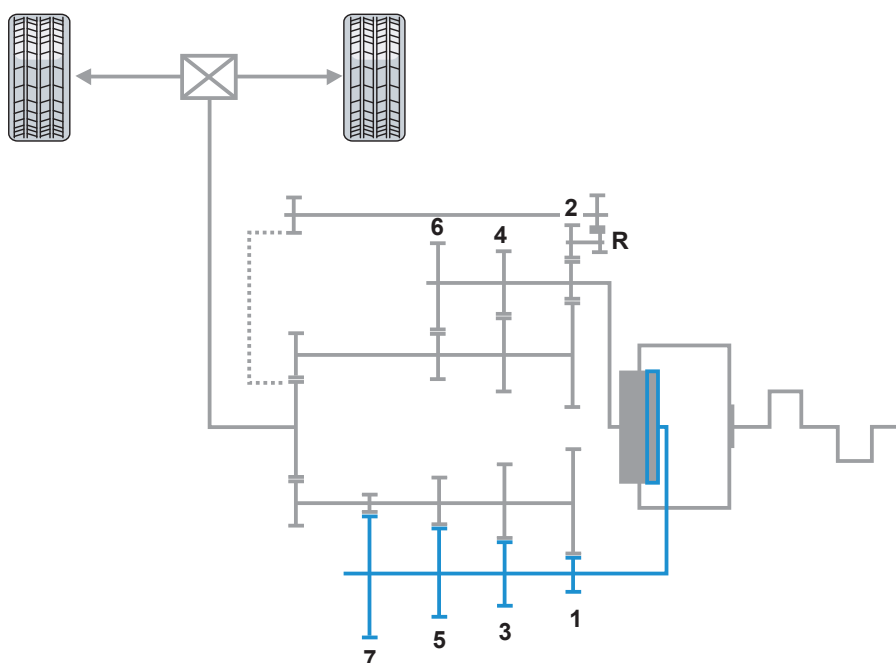
המצמד 1 (K1) והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל המוצק.
ההילוכים 2, 4, 6 וכן ההילוך האחורי מופעלים באמצעות המצמד

2 (K2) והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל החלול.

במקרה של תמסורות מצמד כפול עם 7 מהירויות כל תמסורת משנה בנויה כמו תמסורת ידנית במונחי תפקוד. לכל תמסורת משנה אחראי מצמד משנה. שני המצמדים ממוקמים על שני הגלים הקצרים המשולבים של התמסורת, הגל החיצוני החלול והגל הפנימי המוצק. ההילוכים 1, 3, 5 וכן 7 מופעלים באמצעות

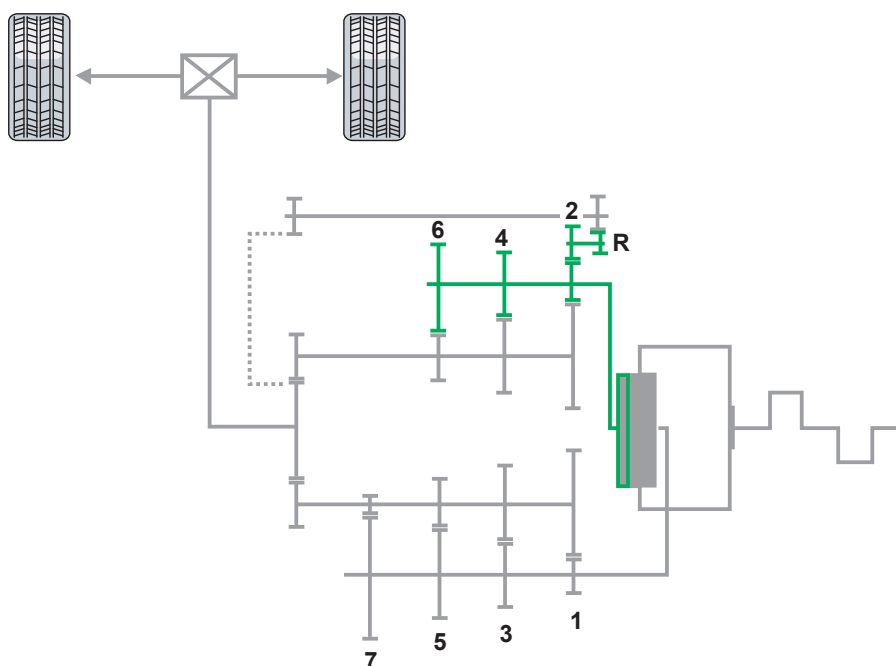
מצמד 1 (K1)

אחראי להילוכים 1, 3, 5 וכן 7.

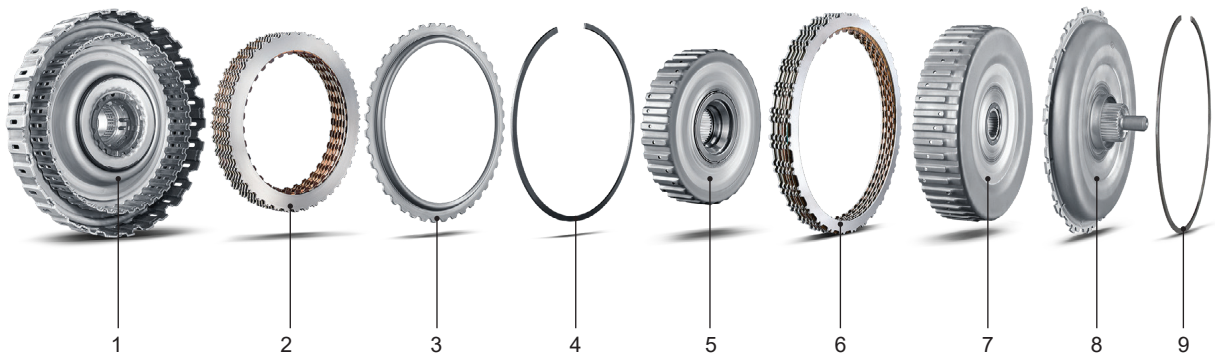


מצמד 2 (K2)

אחראי להילוכים 2, 4, 6 וכן הילוך אחורי.



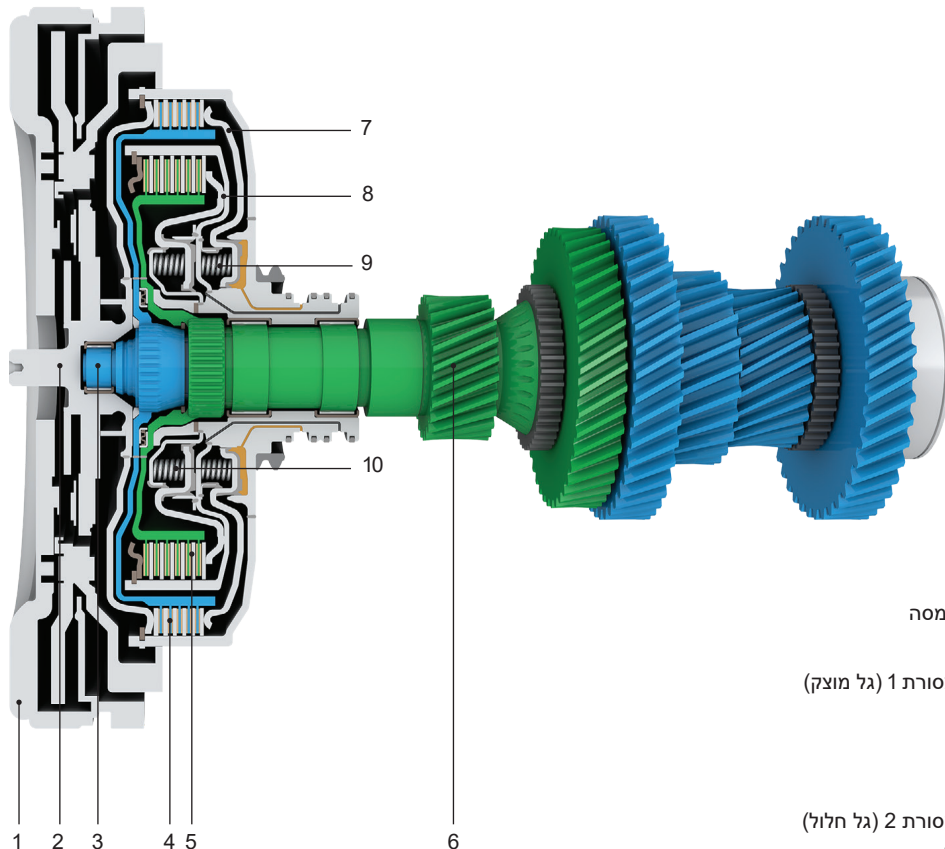
תכנון



- | | | | |
|---|----------------------|---|---------------------------|
| 1 | תושבת פלטה חיצונית | 6 | חבילת דסקה K1 |
| 2 | חבילת דסקה K2 | 7 | תושבת פלטה פנימית K1 |
| 3 | טבעת תומכת | 8 | דסקת הנעה עם רכזת כניסות |
| 4 | טבעת נעילה 2 | 9 | טבעת הנעה עבור דסקת ההנעה |
| 5 | תושבת פלטה פנימית K2 | | |

מצמד K1 מניעה את הגל הקצר של התמסורת 1. לפי עיקרון דומה, גל התמסורת הקצר 2 מונע על ידי תושבת הפלטה הפנימית של מצמד K2. על החלקים האחוריים של המצמדים מרובי הדסקות ממוקמות בוכנות הפעלה; אלה סוגרות את המצמד מרובה הדסקות הרלוונטית באמצעות לחץ שמן ופותחות אותו דרך קפיץ לחץ, כאשר אין בנמצא לחץ שמן.

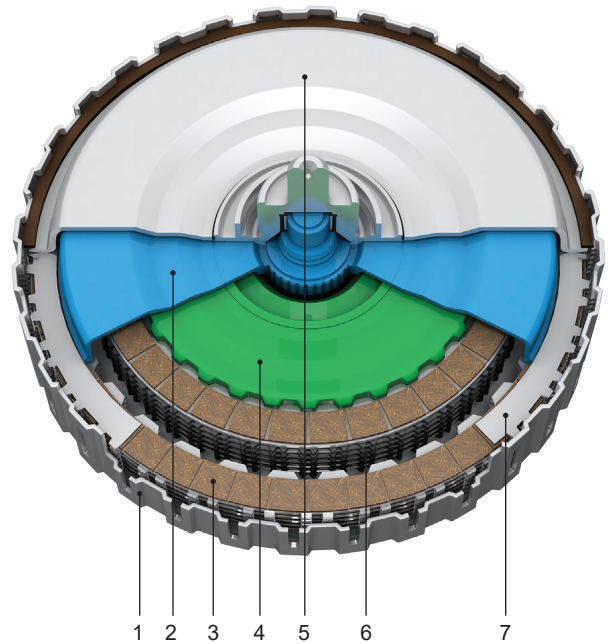
מומנט המנוע מועבר מגלגל התנופה כפול המסה אל טבור הכניסה של דסקת ההנעה באמצעות שינון. דסקת ההנעה מחוברת בחיבור חיובי לתושבת הפלטה החיצונית של המצמד K1. היא ננעלת באמצעות טבעת נעילה. תושבת הפלטות החיצוניות מהוות יחידה, שמתוכה מועבר מומנט המנוע אל חבילות הדסקה של K1 ו-K2. תושבת הפלטה הפנימית של



- | | |
|----|--------------------------------|
| 1 | גלגל תנופה כפול מסה |
| 2 | טבור הכניסה |
| 3 | גל הנעה של התמסורת 1 (גל מוצק) |
| 4 | מצמד K1 |
| 5 | מצמד K2 |
| 6 | גל הנעה של התמסורת 2 (גל חלול) |
| 7 | בוכנה מפעילה K1 |
| 8 | בוכנה מפעילה K2 |
| 9 | קפיץ לחץ עבור בוכנה מפעילה K1 |
| 10 | קפיץ לחץ עבור בוכנה מפעילה K2 |

מצמד כפול: צד המנוע

- 1 תושבת פלטה חיצונית K1
- 2 תושבת פלטה פנימית K1
- 3 לוחית נגדית
- 4 תושבת פלטה פנימית K2
- 5 דסקת הנעה
- 6 תושבת פלטה חיצונית K2
- 7 פלטת פלדה

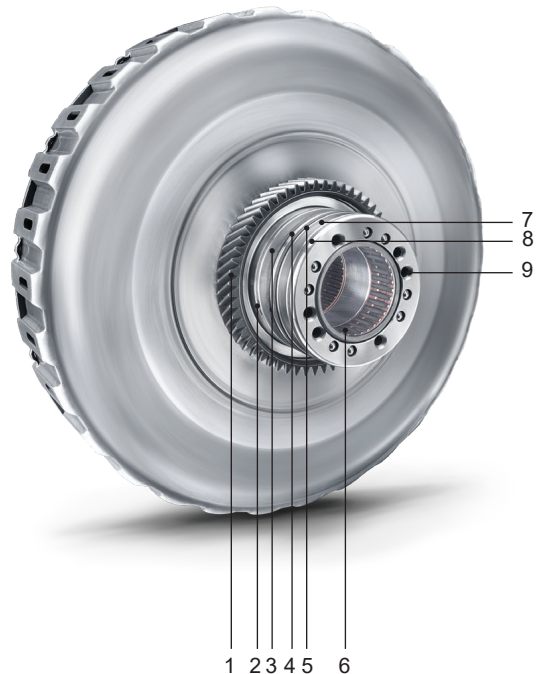


הפלדה מקובעות משני הצדדים ויוצרות את משטחי החיכוך עבור הפלטות הנגדיות המתאימות להן. פלטות אלה מצוידות ברפידות חיכוך מצומדות, שבהן חריצים אשר מסודרים במרווחים קבועים. דרך חריצים אלה זורם שמן במהלך הפעולה, כדי לספק קירור.

בתוך המצמד הכפול נמצאים שני מארזי דסקות, שבהן מסודרות לסירוגין מספר פלטות פלדה ופלטות נגדיות. המספר והקוטר של הפלטות יכול להשתנות בכפוף לקיבולת המומנט של המצמד הכפול הספציפי. פלטות הפלדה והפלטות הנגדיות מחוברות בחיבור חיובי אל תושבת הפלטות החיצונית או הפנימית. פלטות

צד תיבת הילוכים מצמד כפול (טבור כניסה)

- 1 גלגל שיניים עבור הינע משאבת שמן (רק DQ 380/500)
- 2 אטם רדיאלי עבור חיבור רוטורי K1
- 3 חיבור רוטורי K1
- 4 אטם רדיאלי עבור חיבור רוטורי K1
- 5 אטם רדיאלי עבור חיבור רוטורי K2
- 6 מסב מחט עבור תמסורת גלים קצרים
- 7 חיבור רוטורי K2
- 8 אטם רדיאלי עבור חיבור רוטורי K2
- 9 חור לצינון השמן



ההילוכים לבין החיבורים הרוטוריים. שמן זורם דרך החורים שבחזית הרכזת הראשית ואל הפלטות הנגדיות, וזאת למטרות קירור. תמסורת המצמד הכפול מונעת בצד התמסורת באמצעות שני מסבי מחטים שנמצאים על גל ההנעה 2, בצד המנוע על ידי השינון של גלגל התנופה.

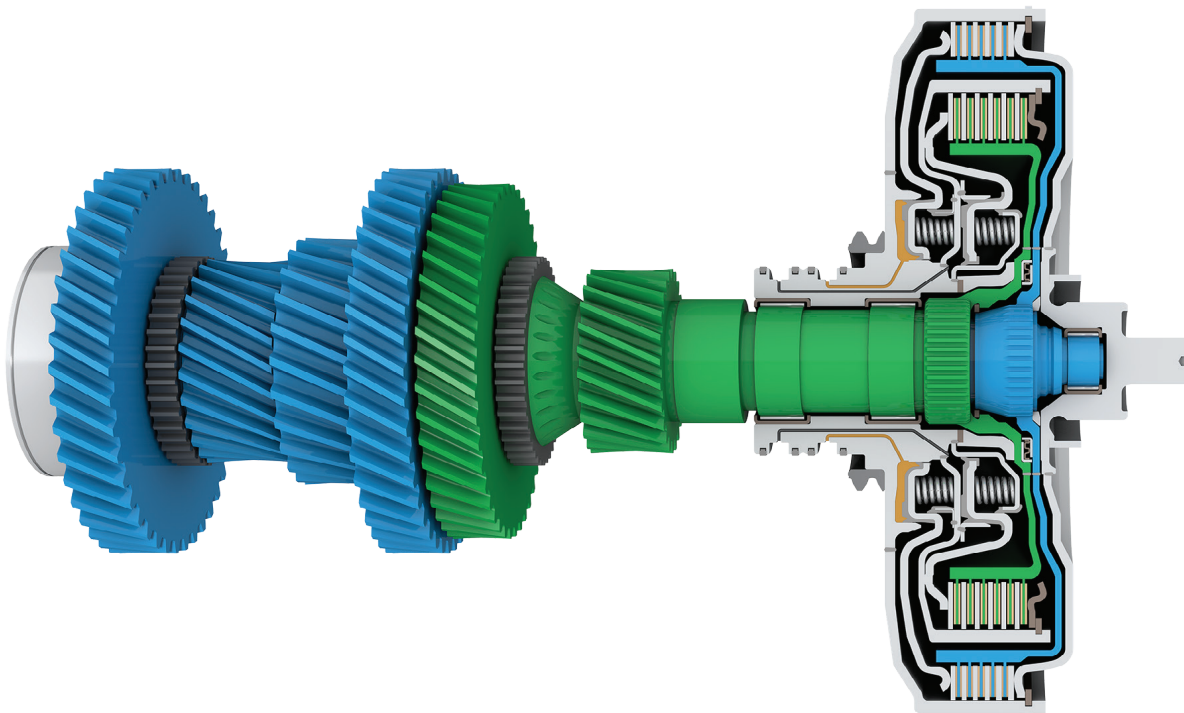
ניתן לפתוח ולסגור את שני המצמדים ללא תלות הדדית, על ידי שינוי לחץ השמן. לחץ השמן מועבר אל המצמדים דרך הטבור הראשי, באמצעות שני חיבורים רוטוריים. האחד אחראי לאספקה ל-K1, ואילו השני - למצמד K2. ארבעה אטמים רדיאליים (טבעות מלבניות אשר דומות לטבעות הבוכנה) יוצרים אטימה בין תיבת

תפקוד

כתוצאה מכך, קפיצי הלחץ ומארז הדסקה נדחסים והמצמד נסגר. כדי לפתוח את המצמד, יש להפחית את לחץ השמן. הכוח של קפיצי הלחץ המתוחים מראש גדול יותר כעת מאשר לחץ השמן, והדבר גורם לבוכנת ההפעלה לחזור למצבה ההתחלתי.

כדי להניע את ההילוכים 1, 3, 5 או 7, המצמד K1 חייב להיות סגור. לשם כך, יחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית מנתבת את לחץ השמן אל החיבור הרוטורי K1. השמן עובר דרך תעלה שמחברת בין תושבת הפלטה לבין הבוכנה המפעילה של K1.

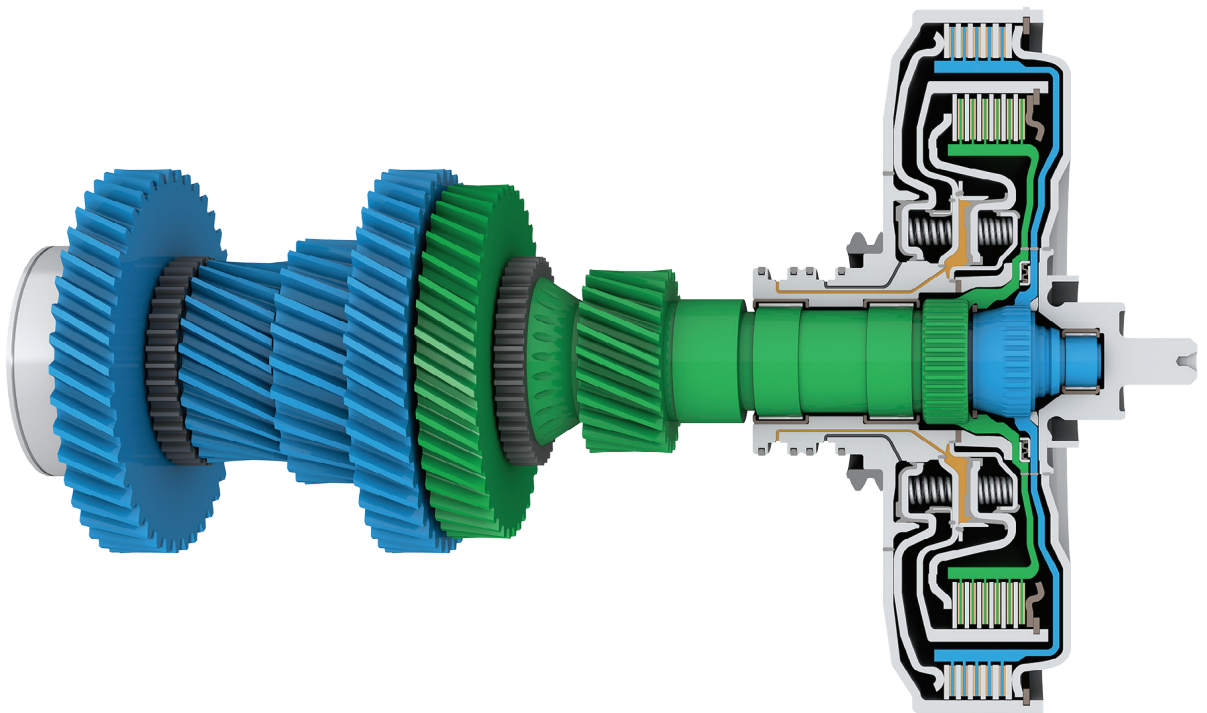
מצמד 1 סגור, מצמד 2 פתוח



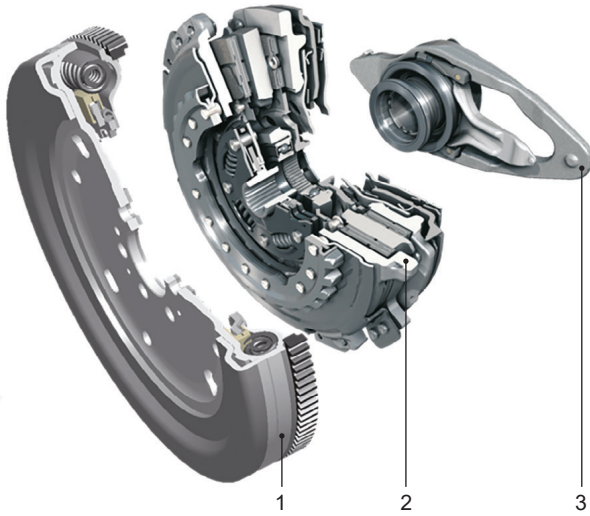
כדי לנהוג בהילוכים 2, 4, 6 או בהילוך אחורי, המצמד K2 חייב להיות סגור. לשם כך, יחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית מנתבת את לחץ השמן אל החיבור הרוטורי K2. השמן עובר דרך תעלה שמחברת בין תושבת הפלטה לבין הבוכנה המפעילה של

K2. כתוצאה מכך, קפיצי הלחץ ומארז הדסקה נדחסים והמצמד נסגר. כדי לפתוח את המצמד, יש להפחית את לחץ השמן. הכוח של קפיצי הלחץ המתוחים מראש גדול יותר כעת מאשר לחץ השמן, והדבר גורם לבוכנת ההפעלה לחזור למצבה ההתחלתי.

מצמד 2 סגור, מצמד 1 פתוח.



3 התכנון והתפקוד של מערכת המצמד הכפול היבש - אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, תמסורת 7מהירות 0AM וכן 0CW



- 1 גלגל תנופה כפול מסה
- 2 מצמד כפול
- 3 מערכת הפעלה

מערכת המצמד הכפול כוללת שלושה רכיבים עיקריים: גלגל התנופה כפול המסה (DMF), המצמד הכפול (DC) ומערכת ההפעלה. המערכת נשלטת באמצעות רכיבי מכטרוניקה, שכוללים יחידת בקרה אלקטרונית, חיישנים ויחידת בקרה אלקטרו-הידראולית (מנגנון הפעלה). קבוצות פונקציונליות אלה משולבות במארז יחיד. העיצוב הקומפקטי מאפשר שילוב במארז התמסורת מבלי שיידרש מקום נוסף.

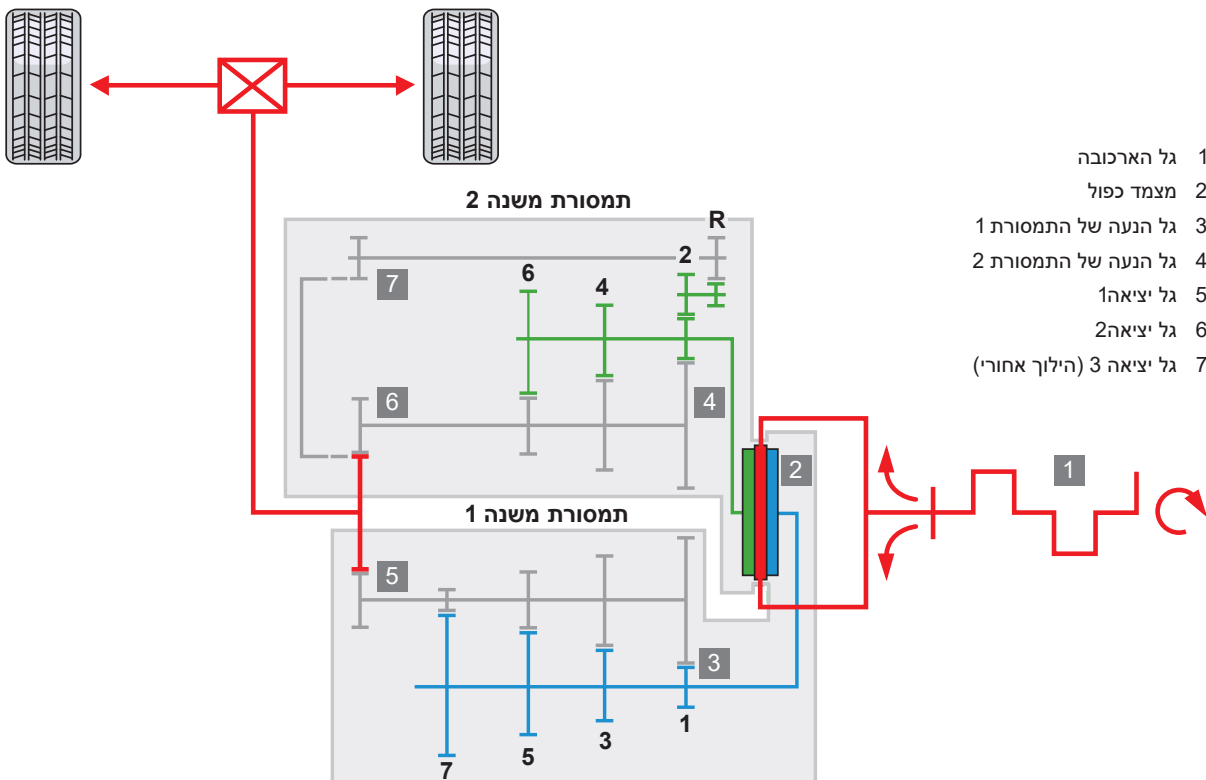
במצב נהיגה, רכיבי המכטרוניקה מבצעים, בין היתר, הערכה של המידע הבא:

- מהירות שני גלי הכניסה של התמסורת
- מהירות הגלגלים ומהירות הנסיעה
- בחירת ההילוך
- מיקום דוושת הגז (האצה או האטה)

המערכת בנויה כך, ששני מצמדי המשנה נפתחים כאשר המנוע במצב סרק ובניטרל, ואינם נסגרים עד להפעלת מזלג ההפעלה (בדרך כלל פתוח). אחד המצמדים סגור תמיד במצב נהיגה ולפיכך תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד בחיבור שאינו חיובי. ההילוך בתמסורת המשנה האחרת כבר נבחר מראש, שכן המצמד עבור תמסורת משנה זו עדיין פתוח. בעת החלפת ההילוך, אחד המצמדים נפתח בעוד שהמצמד האחר נסגר בו זמנית. לאחר מכן, המומנט מועבר דרך ההילוך שהופעל קודם לכן. המשמעות היא, כי ניתן להאיץ ללא הפרעה כמעט לכוח הדחיפה.

בכפוף לנתונים אלה, מערכת המכטרוניקה מחשבת איזה הילוך ייבחר ומפעילה את ההילוך באמצעות המפעיל של ההילוכים ומזלגות ההילוכים. המצמדים נפתחים ונסגרים באמצעות שתי בוכנות, שכל אחת מהן מפעילה מזלג הפעלה.

תרשים התמסורת



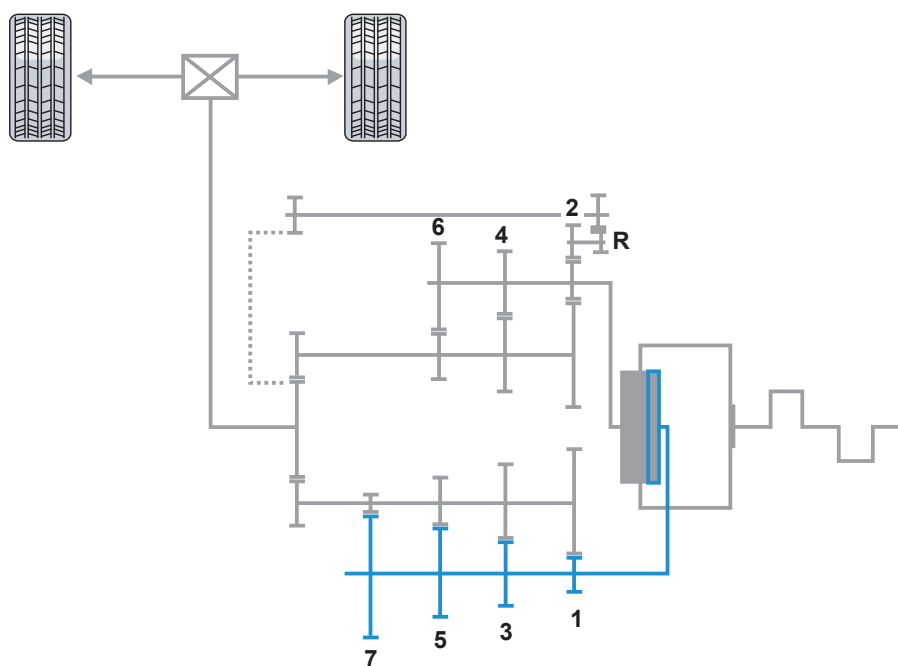
3.1 מצמד כפול

עיקרון בסיסי

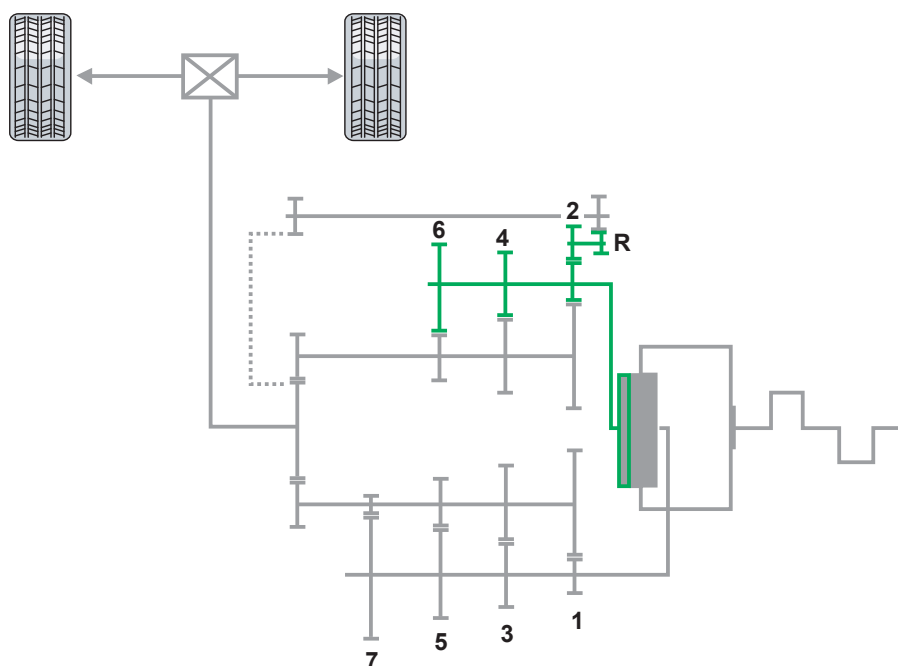
הפנימי המוצק. ההילוכים 1, 3, 5 וכן 7 מופעלים באמצעות המצמד 1 (K1) והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל המוצק. ההילוכים 2, 4, 6 וכן ההילוך האחורי מופעלים באמצעות המצמד 2 (K2) והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל החלול.

במקרה של תמסורות מצמד כפול עם 7 מהירויות, כל מצמד משנה בנוי כמו תמסורת ידנית במונחי תפקוד. לכל תמסורת משנה אחראי מצמד משנה. שני המצמדים ממוקמים על שני גלי הכניסה המשולבים של התמסורת, הגל החיצוני החלול והגל

מצמד 1 (K1)
K1 אחראי להילוכים 1, 3, 5 וכן 7.



מצמד 2 (K2)
K2 אחראי להילוכים 2, 4, 6 וכן הילוך אחורי.



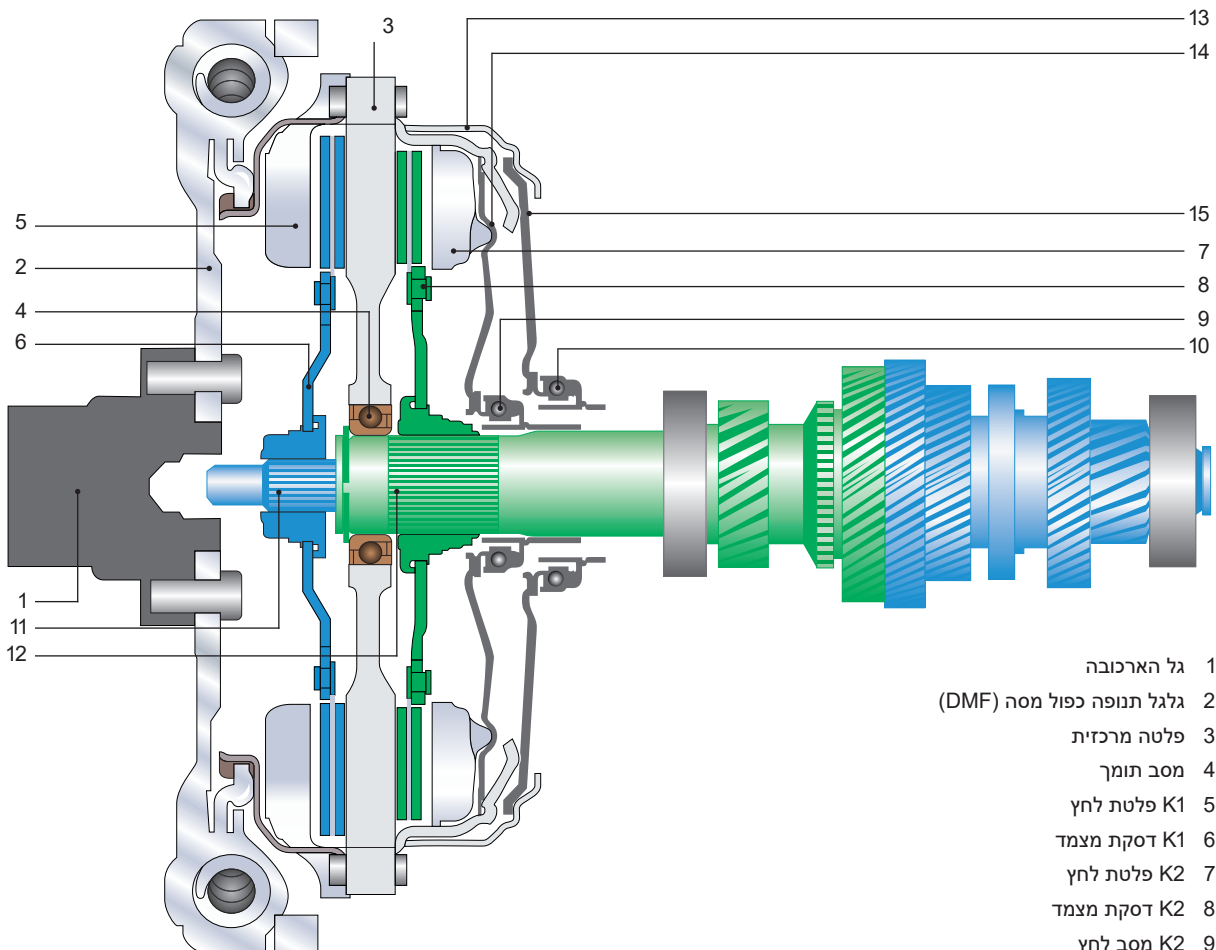
תכנון



- | | | | |
|---|--------------------------|----|--|
| 1 | K1 טבעת הנעה עם פלטת לחץ | 6 | קפיץ הדיאפרגמה עם התקן כונון אוטומטי עבור K2 |
| 2 | K1 דסקת מצמד | 7 | קפיץ הדיאפרגמה עם התקן כונון אוטומטי עבור K1 |
| 3 | פלטה מרכזית | 8 | K1 קפיץ הדיאפרגמה |
| 4 | K2 דסקת מצמד | 9 | טבעת קיבוע |
| 5 | K2 פלטת לחץ | 10 | טבעת עצירה |

בכל צד ממוקמות דסקת מצמד ופלטת הלחץ התואמת.

הפלטה המרכזית על שני משטחי החיכוך שלה מהווה את ליבת המצמד. היא מקובעת לגל החלול דרך מסב תומך.

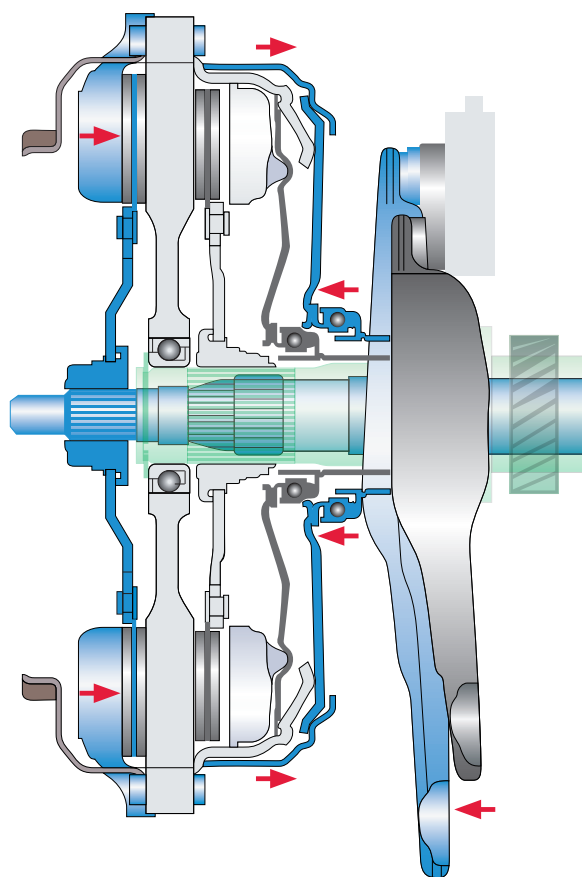
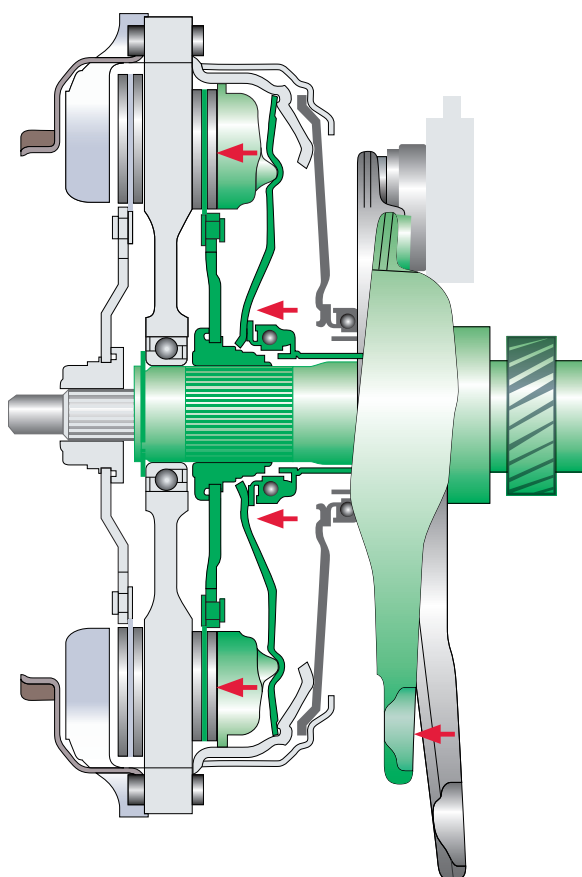


- | | |
|----|--------------------------------|
| 1 | גל הארכובה |
| 2 | גלגל תנופה כפול מסה (DMF) |
| 3 | פלטה מרכזית |
| 4 | מסב תומך |
| 5 | K1 פלטת לחץ |
| 6 | K1 דסקת מצמד |
| 7 | K2 פלטת לחץ |
| 8 | K2 דסקת מצמד |
| 9 | K2 מסב לחץ |
| 10 | K1 מסב לחץ |
| 11 | גל הנעה של התמסורת 1 (גל מוצק) |
| 12 | גל הנעה של התמסורת 2 (גל חלול) |
| 13 | טבעת קיבוע |
| 14 | K2 קפיץ הדיאפרגמה |
| 15 | K1 קפיץ הדיאפרגמה |

תפקוד

אם נעשה שימוש באחד ההילוכים 1, 3, 5 או 7 במהלך הנהיגה, מערכת המכטרוניקה מפעילה את מזלג השילוב הגדול. פעולה זו סוגרת את K1 והכוח מועבר אל הגל המוצק. במהלך נהיגה בהילוך "לא זוגי", מערכת המכטרוניקה מפעילה את ההילוך הגבוה או הנמוך הבא. הילוך זה "ממתין" עד לסגירת K2.

אם יש צורך לאחר מכן במעבר להילוך 2, 4, 6 או להילוך אחורי, מזלג השילוב הגדול מונע לאחור וכך פותח את K1. בה בעת, מערכת המכטרוניקה מפעילה את מזלג השילוב הקטן. K2 נסגר והמומנט מועבר אל הגל החלול.



- מזלג השילוב הקטן לוחץ את פלטת הלחץ K2 כנגד דסקת המצמד K2, וכך סוגר את המצמד.

- הכוח של מזלג השילוב הגדול של ה-K1 מועבר לקפיץ הדיאפרגמה דרך מסב ההפעלה וכיוון הפעולה של כוח זה מהופך על ידי נקודות הסטייה של מארז פלטת הלחץ.
- פלטת הלחץ K1 נעה בכיוון הפלטה המרכזית וכך סוגרת את המצמד.

3.2 מערכת ההפעלה

טכנית. לפיכך, אם נדרש תיקון יש להחליף את מערכת ההפעלה במלואה. לצורך זיהוי נאות של המערכת שבשימוש, תאריך הייצור מופיע על גבי לוחית שמוצמדת לתיבת ההילוכים. היא ממוקמות בסמוך לכיסוי נעילת החנייה ולמערכת המכטרוניקה.

רכבי אאודי, סיאט, סקודה ופולקסווגן עושים שימוש בשתי מערכות הפעלה שונות. הדור הראשון שימש עבור רכבים שיוצרו עד לחודש מאי 2011 ואילו הדור השני - משמש רכבים שיוצרו החל ביוני 2011. כל מערכת שונה מן האחרת, הן חזותית והן

תכנון

שני מזלגות השילוב נתמכים במארז המצמד על ידי מסב נגד שניתן להחלפה. על גבי (K1) או מתחת (K2) למסב ההפעלה המתאים נעשה שימוש בדיסקיות כונון, כפיצוי על חופשים ציריים.

מזלגות השילוב של הדור הראשון מחושלות וניתן לזהות אותן לפי המשטח המחוּספס.

מערכת הפעלה מן הדור הראשון*



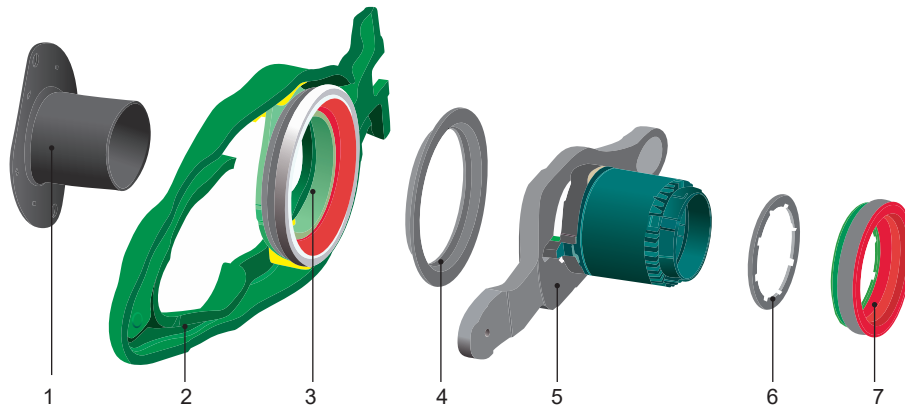
* עד לתאריך ייצור של התמסורת מאי 2011, עם ידיות הפעלה מחושלות

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | שרוול מוביל | 5 | מזלג השילוב הקטן עם בוכנות מובילות עבור C2 |
| 2 | מזלג השילוב הגדול עבור מסב ההפעלה K1 | 6 | דיסקת כונון עם 4 או 8 שקעים עבור K2 |
| 3 | K1 מסב הפעלה | 7 | מיסב עבור K2 |
| 4 | דיסקת כונון עבור K1 | | |

מזלג K1 נתמך במארז המצמד על ידי מיסב צירי שאינו ניתן להחלפה. לעומת זאת, מיסב הנגד (ראש כדורי) עבור מצמד C2 מוחלף תמיד במקרה של תיקון. שינוי נוסף טמון במיסב ההפעלה K1, שכעת מעוצב כמיסב כדורי. דיסקת הכונון התואם הושמטה לחלוטין. במקום זאת, המרווח האקסילי מתכוון באמצעות כיפות בעלות עובי משתנה.

שני מזלגות השילוב מן הדור השני עשויות מפלדה כבושה והן בעלות משטח חלק.

מערכת הפעלה מן הדור השני*



* החל בתאריך ייצור יוני 2011, עם ידיות הפעלה מפלדה מגולוונת

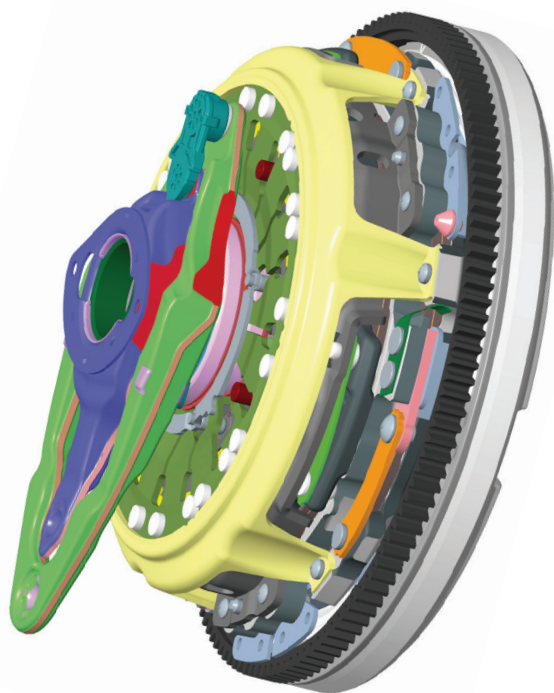
- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 | שרוול מוביל | 5 | מזלג הפעלה קטן עם בוכנות מובילות עבור C2 |
| 2 | מזלג ההפעלה הגדול עבור מסב ההפעלה K1 | 6 | דיסקת כונון עם 8 שקעים עבור K2 |
| 3 | K1 מסב הפעלה | 7 | מיסב כונון עבור K2 |
| 4 | כיפת כונון עבור K1 | | |

תפקוד

בתמסורות ידניות קודמות, בעלות מצמד של דסקה יחידה, המצמד נסגר במצב סרק. הוא נפתח באמצעות לחיצה על דוושת המצמד, אשר מנתקת את תמסורת הכוח. הדבר מתבצע דרך "מערכת השחרור".

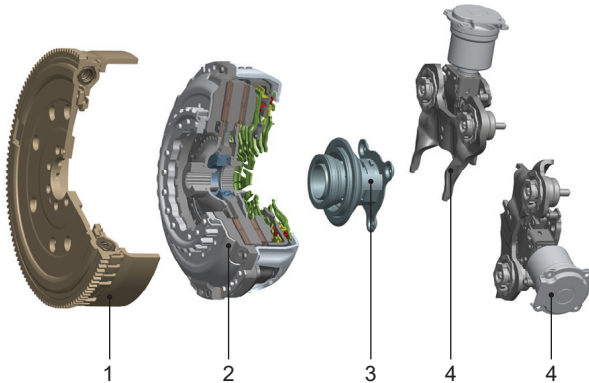
בניגוד לכך, המצמדים שבמערכת זו של מצמד כפול נפתחים במצב סרק. הם נסגרים בעת הפעלה של מזלג ההפעלה. לפיכך, הדבר מכונה "מערכת הפעלה".

מערכת המכטרוניקה מפעילה לסירוגין שני מזלגות הפעלה לצד מיסבי ההפעלה, וזאת באמצעות שני זיזים. מזלגות ההפעלה נתמכים על ידי מסבי הנגד ומעבירים את הכוח אל קפיצי הדיאפרגמה דרך מסבי ההפעלה. פעולה זו סוגרת את המצמד המתאים. התקן משולב של כוונון עצמי מפצה על השחיקה של דסקות המצמד. באופן זה, המיקום של שני המפעילים שבמערכת המכטרוניקה נשאר קבוע לאורך כל חיי השירות.



4 התכנון והתפקוד של מערכת המצמד הכפול היבשה –

פורד 1.0 ליטר (-6מהירויות תמסורת DPS6); יונדאי, קיה (-6מהירויות תמסורת D6GF1); רנו, דאצ'יה (-6מהירויות תמסורת DC0/DC4); סמארט (-6מהירויות תמסורת H-DCT); מרצדס בנץ (6 מהירויות תמסורת 6G-DCT); גילי (6 מהירויות תמסורת 6DCT)



מערכת המצמד הכפול של פורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאצ'יה, סמארט, מרצדס בנץ וגילי כוללת שלושה רכיבים עיקריים: גלגל התנופה כפול המסה (DMF), המצמד הכפול (DC) ומערכת ההפעלה עם המפעילים של המזלגות. יחידת הבקרה של התמסורת, שממוקמת בחלק החיצוני של מארז התמסורת, שולטת בשני מנועי סרוו. אלה מעבירים את המפעילים של המזלגות למצב תנועה וגורמים למצמדים להיסגר ולהיפתח לסירוגין.

במצב נהיגה, הרכיבים האלקטרוניים של התמסורת מבצעים, בין היתר, הערכה של המידע הבא:

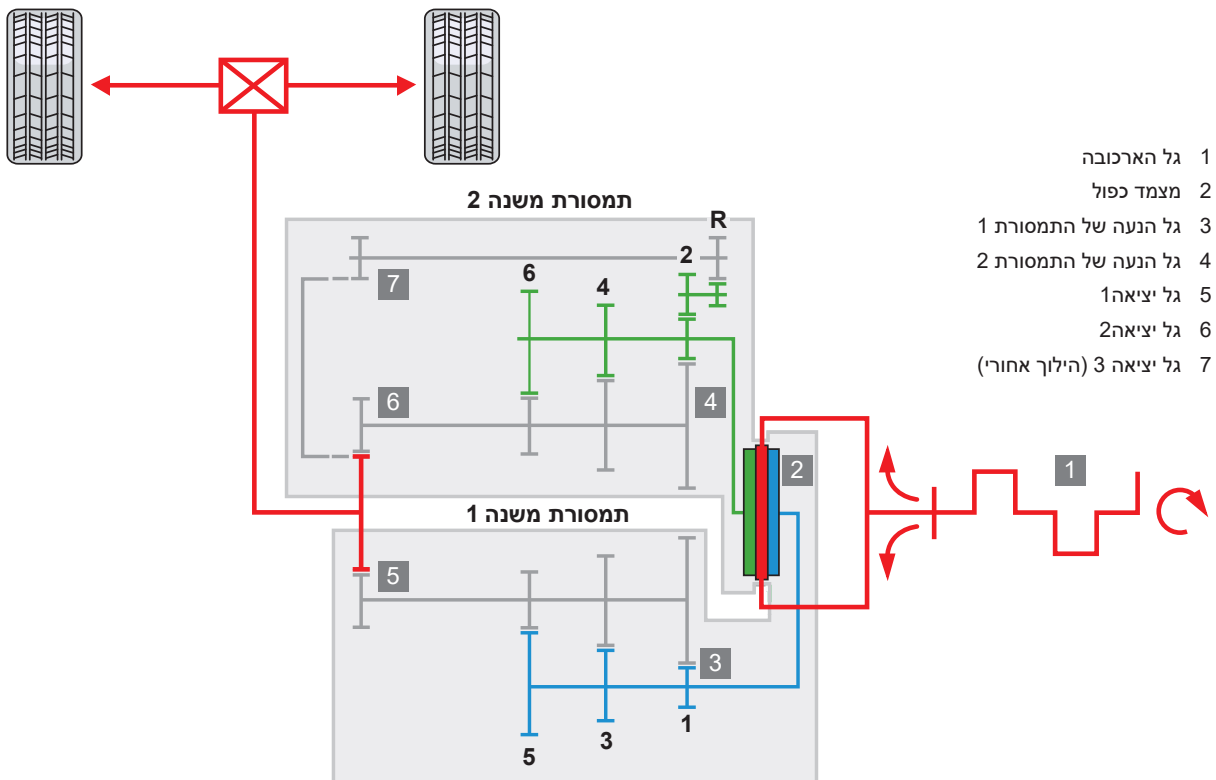
- מהירות הכניסה של התמסורת
- מהירות הרכב
- בחירת ההילוך
- מיקום דוושת הגז
- מידע אודות דוושת הבלם

- 1 גלגל תנופה כפול מסה
- 2 מצמד כפול
- 3 שרול מוליך עם מיסב הפעלה
- 4 המפעילים של המזלגות עם מנועי סרוו

מערכת המצמד הכפול מכילה שני מצמדים שנפתחים במצב סרק של המנוע ובניוטל (בדרך כלל פתוחים). אחד המצמדים סגור תמיד במצב נהיגה ולפיכך תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד. הגיר בתמסורת המשנה האחרת כבר נבחר מראש, שכן המצמד עבור תמסורת משנה זו עדיין פתוח. בעת החלפת הילוך, מצמד אחד נפתח בעוד שהאחר נסגר בו זמנית. לאחר מכן, המומנט מועבר דרך ההילוך שהופעל קודם לכן. המשמעות היא, כי ניתן לנסוע ללא הפרעה כמעט לכוח הדחיפה.

בכפוף לנתונים אלה, יחידת הבקרה מחשבת איזה הילוך ייבחר ומפעילה את ההילוך באמצעות מנועי החלפת ההילוך. אלה ממוקמים ביחידת הבקרה של התמסורת ופועלים ישירות על מזלגות הגיר שבתוך התמסורת.

תרשים התמסורת



- 1 גל הארכובה
- 2 מצמד כפול
- 3 גל הנעה של התמסורת 1
- 4 גל הנעה של התמסורת 2
- 5 גל יציאה 1
- 6 גל יציאה 2
- 7 גל יציאה 3 (הילוך אחורי)

4.1 מצמד כפול

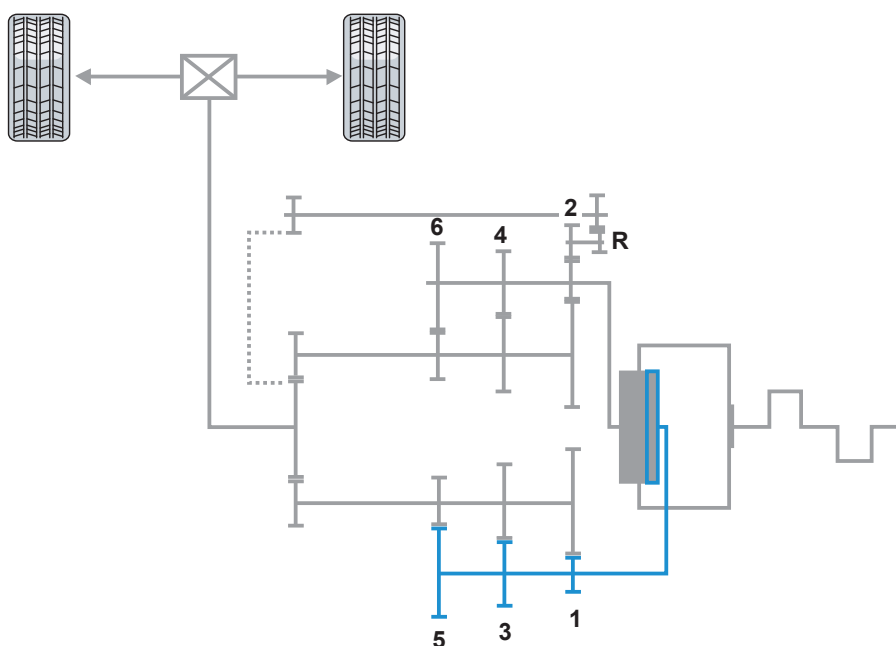
עיקרון בסיסי

ההילוכים 1, 3 וכן 5 מופעלים באמצעות K1 והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל המוצק. ההילוכים 2, 4, 6 וכן ההילוך האחורי מופעלים באמצעות K2 והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל החלול.

כל תמסורת משנה שנמצאת בתמסורת המצמד הכפול בנויה כמו תמסורת ידנית. לכל תמסורת משנה אחראי מצמד אחד. שני המצמדים ממוקמים על שני גלי הכניסה המשולבים של התמסורת, הגל החיצוני החלול והגל הפנימי המוצק.

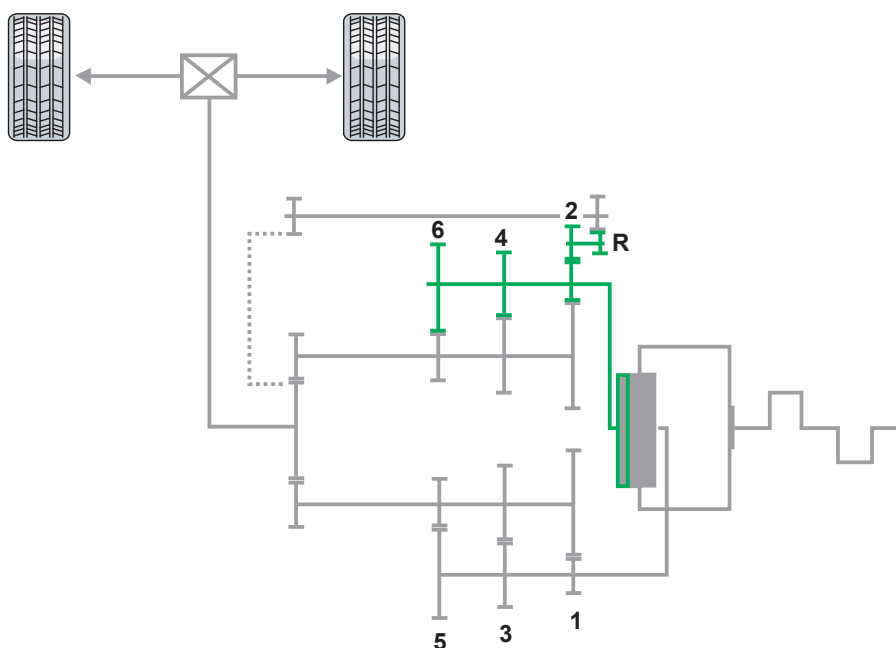
מצמד 1 (K1)

K1 אחראי להילוכים 1, 3 ו-5.

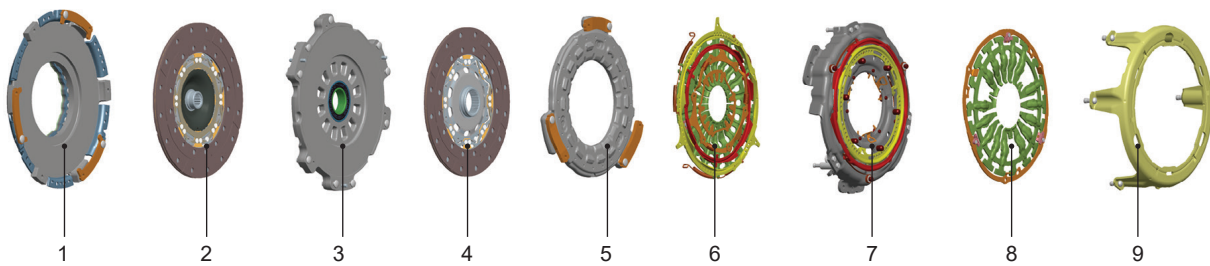


מצמד 2 (K2)

K2 אחראי להילוכים 2, 4, 6 וכן הילוך אחורי.



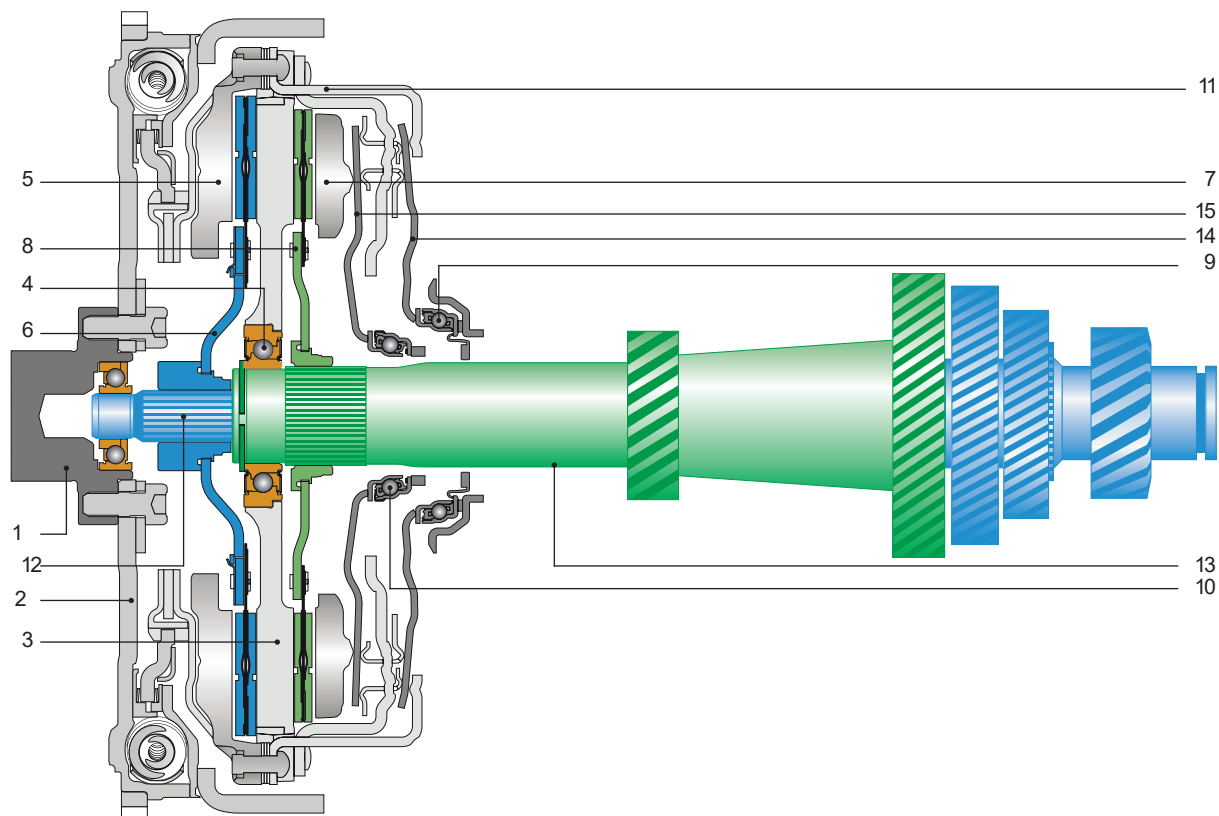
תכנון



- | | | | |
|---|--------------------------|---|---|
| 1 | K1 טבעת הנעה עם פלטת לחץ | 6 | קפיץ הדיאפרגמה עם התקן כוונן עבור K2 ונעילה לצורך תובלה של K2 |
| 2 | K1 דסקת מצמד | 7 | כיסוי מצמד עם התקן כוונן עבור K1 ונעילה לצורך תובלה של K1 |
| 3 | פלטה מרכזית | 8 | K1 קפיץ הדיאפרגמה |
| 4 | K2 דסקת מצמד | 9 | טבעת קיבוע |
| 5 | K2 פלטת לחץ | | |

בכל צד ממוקמות דסקת מצמד ופלטת הלחץ התואמת.

הפלטה המרכזית על שני משטחי החיכוך שלה מהווה את ליבת המצמד. היא מקובעת לגל החלול דרך מסב תומך.

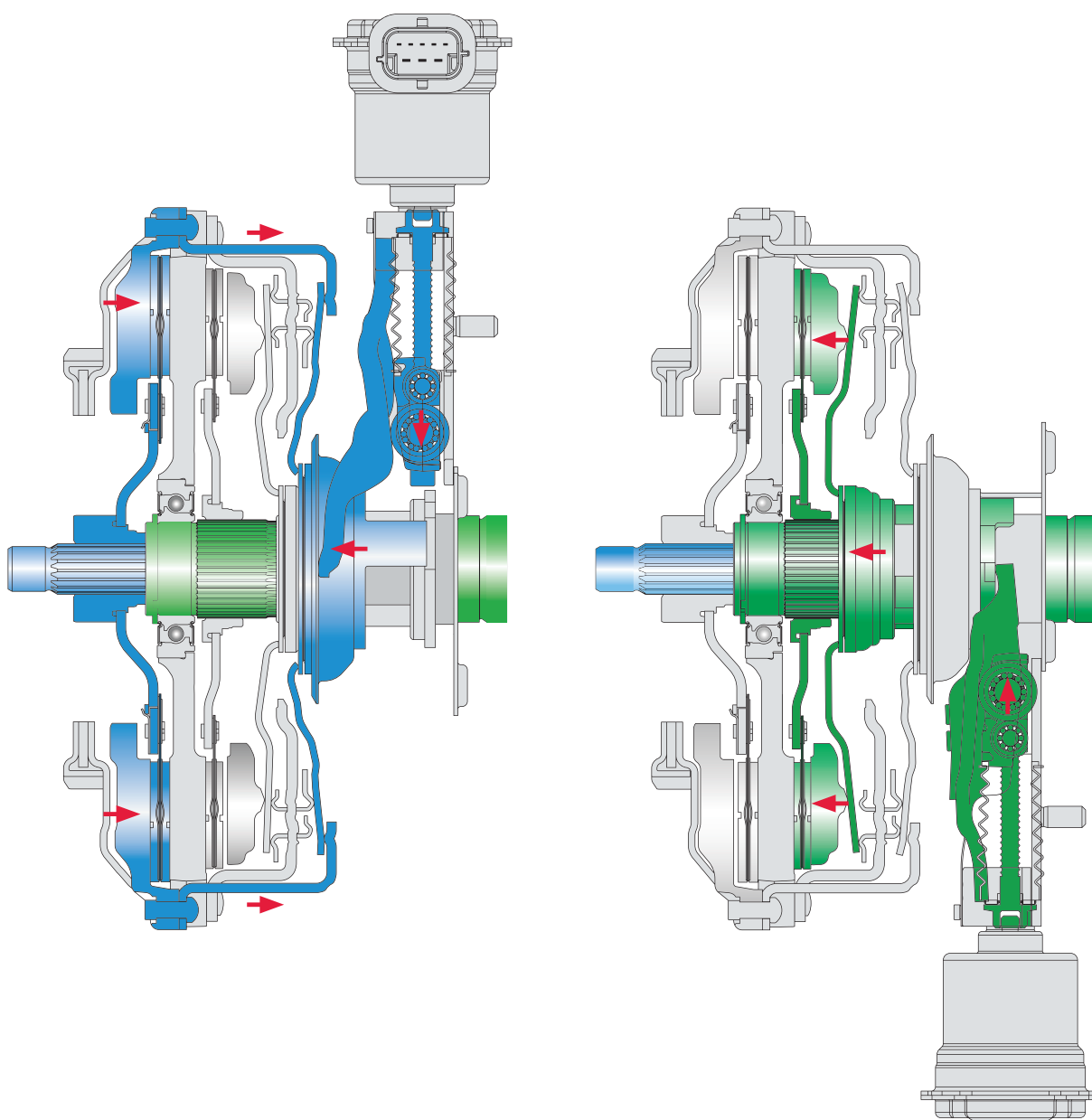


- | | | | |
|---|---------------------------|----|--------------------------------|
| 1 | גל הארכובה | 9 | K1 מסב הפעלה |
| 2 | גלגל תנופה כפול מסה (DMF) | 10 | K2 מסב הפעלה |
| 3 | פלטה מרכזית | 11 | טבעת קיבוע |
| 4 | מסב תומך | 12 | גל הנעה של התמסורת 1 (גל מוצק) |
| 5 | K1 פלטת לחץ | 13 | גל הנעה של התמסורת 2 (גל חלול) |
| 6 | K1 דסקת מצמד | 14 | K1 קפיץ הדיאפרגמה |
| 7 | K2 פלטת לחץ | 15 | K2 קפיץ הדיאפרגמה |
| 8 | K2 דסקת מצמד | | |

תפקוד

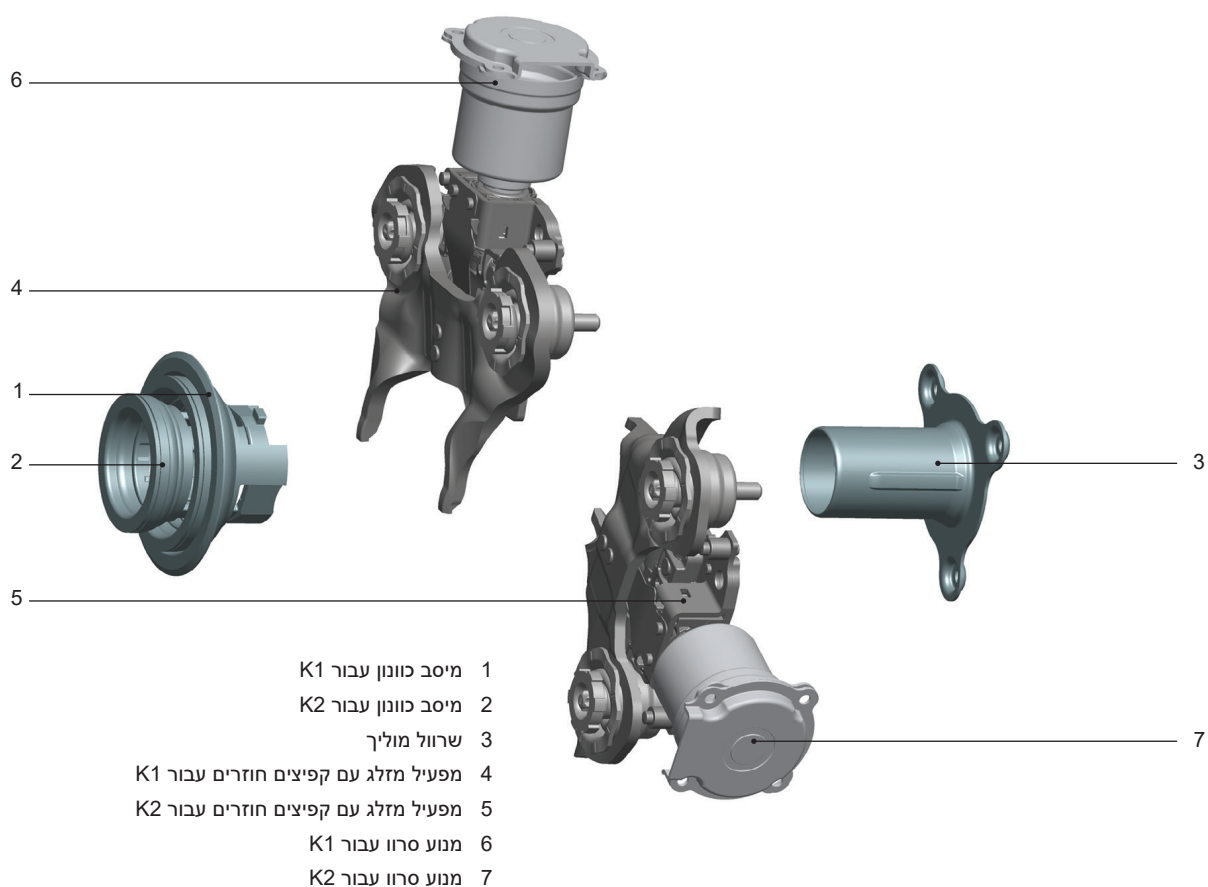
הצר. המזלג הפנימי מופעל דרך מיסב ההפעלה. הדבר מניע את פלטת הלחץ K2 לעבר הפלטה המרכזית. פעולה זו יוצרת חיבור לדסקת המצמד. מומנט המנוע מועבר אל הגל החלול. בה בעת, K1 נפתח.

בעת נסיעה בהילוכים 1, 3 או 5, מנוע הסרוו עבור K1 מופעל באופן חשמלי. הדבר גורם למזלג השילוב הרחב ומיסב ההפעלה הגדול לנוע לעבר המצמד הכפול. המזלג החיצוני מעביר את התנועה אל טבעת הקיבוע והופך את הכיוון הממשי של כוח ההפעלה. כתוצאה מכך, פלטת הלחץ עבור K1 נמשכת לעבר הפלטה המרכזית תוך סגירת המצמד. לאחר מכן, דסקת המצמד מעבירה את מומנט המנוע אל הגל המוצק. אם אחד ההילוכים 2, 4, 6 או R נמצא בשימוש במהלך הנהיגה, מנוע הסרוו עבור K2 מפעיל את מזלג השילוב עם פתח המזלג



4.2 מערכת ההפעלה

מבנה המערכת הכוללת



מערכת ההפעלה מופעלת באופן חשמלי ומכילה את שני מיסבי ההפעלה עבור K1 ו-K2 [1 ו-2], שרוול ההולכה [3] ושני מפעילי המזלגות [4 ו-5]. רכיבים אלה מסודרים בפעמון (האוזינג) של תיבת ההילוכים. שני מנוע סרוו [6 ו-7] מותקנים בחלק החיצוני. הם מחוברים למפעיל המזלג המתאים דרך ציר. שניהם פועלים באופן זהה, רק פתחי המזלג אשר על מזלגות ההפעלה שונים זה מזה.

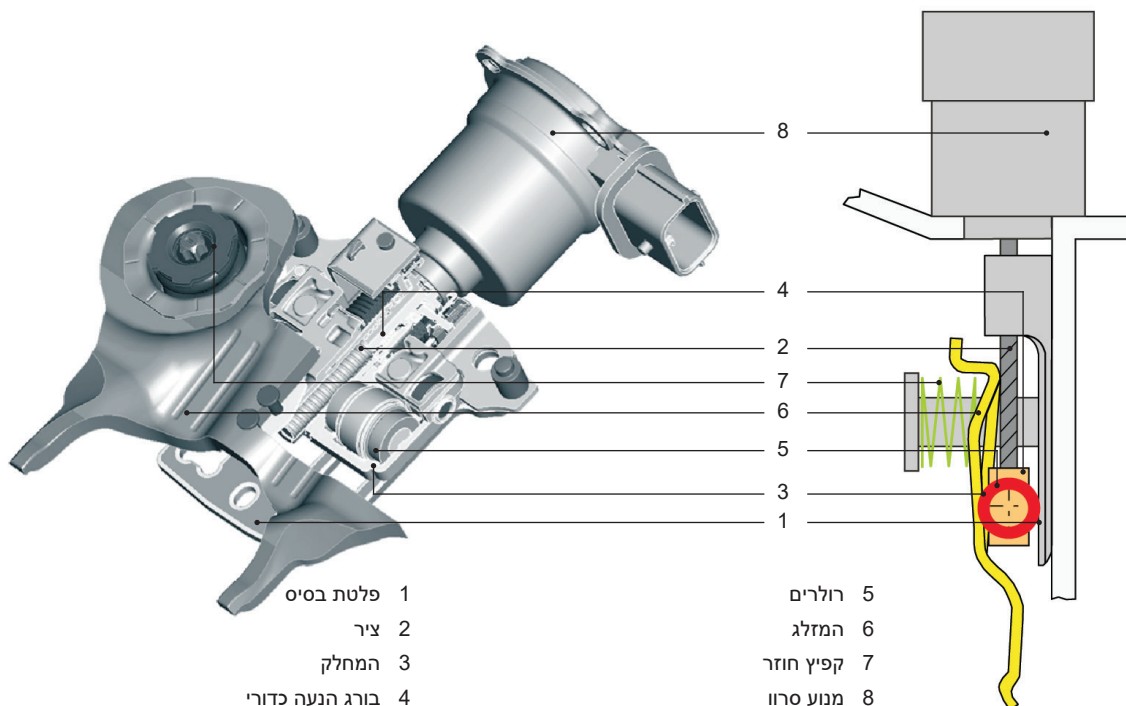
בתמסורות ידניות קודמות, בעלות מצמד של דסקה יחידה, המצמד נסגר במצב סרק. הוא נפתח באמצעות לחיצה על דוושת המצמד, אשר מנתקת את תמסורת הכוח. הדבר מתבצע דרך "מערכת השחרור".

בניגוד לכך, המצמדים שבמערכת זו של מצמד כפול נפתחים במצב סרק (בדרך כלל פתוחים). הם נסגרים בעת הפעלה של ידית ההפעלה. לפיכך, הדבר מכונה "מערכת הפעלה".

מבנה מפעיל המזלג

פלטת הבסיס משמשת לקיבוע מפעיל המזלג במארז התמסורת ולהכוונה מדויקת של הרולרים. המזלג מכיל שני קפיצים חוזרים, אשר משמשים כנקודות סטייה ומאגרי אנרגיה.

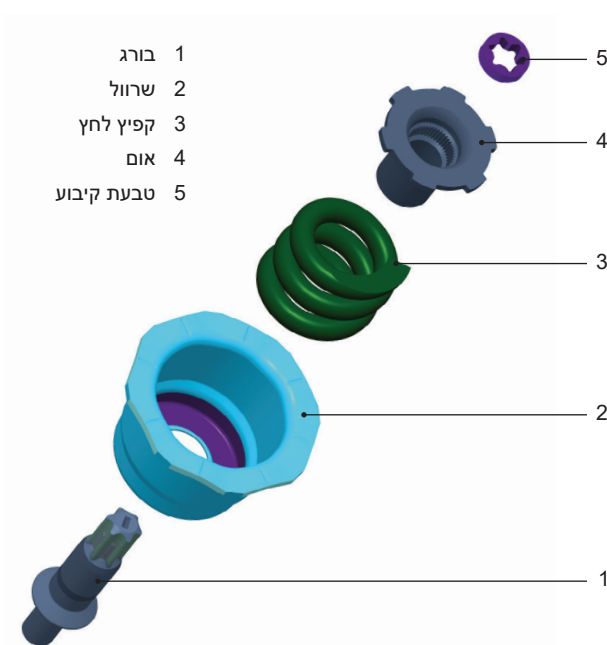
מפעיל המזלג מכיל פלטת בסיס, ציר, מחלק (בורג הנעה כדורי עם רולרים מרובי חלקים), המזלג והקפיצים החוזרים. יחד הם מהווים את מנגנון ההפעלה.



תכנון ותפקוד של הקפיץ החוזר

על מנת להשיג ביצועים מיטביים של מערכת ההפעלה, הקפיצים החוזרים והמפעילים של המזלגות מותאמים זה לזה ועוברים צימוד כבר ביציאתם מהמפעל. ניתן לזהות יחידות אלה לפי המספר הזהה בן ארבע הספרות שממוקם על גבי השרוול ועל ידית ההפעלה.

הקפיץ החוזר משמש כמאגר אנרגיה במהלך ההפעלה. השרוול [2] וקפיץ הלחץ [3] מהווים יחידה אחת. בקצה התחתון של הבורג קיים מעצור [1], אשר מגביל את המסלול של השרוול. בקצה העליון נמצא אום [4]. הוא תומך בקפיץ הלחץ ומשמש לכוונון פעולתו של הקפיץ החוזר.



המזלג והשרוול מתוכננים עם פרופיל גלי. מצד אחד, הדבר מבטיח הולכה נכונה של המזלג. הוא אף יוצר חיבור מפרקי שמאפשר פעולה ללא חיכוך כמעט.

בתחילתו של תהליך ההפעלה, קפיץ הלחץ נדחס על ידי השרוול. האנרגיה שנאגרת באופן זה משמשת לסגירת המצמד בסיומו של תהליך ההפעלה.

תפקוד

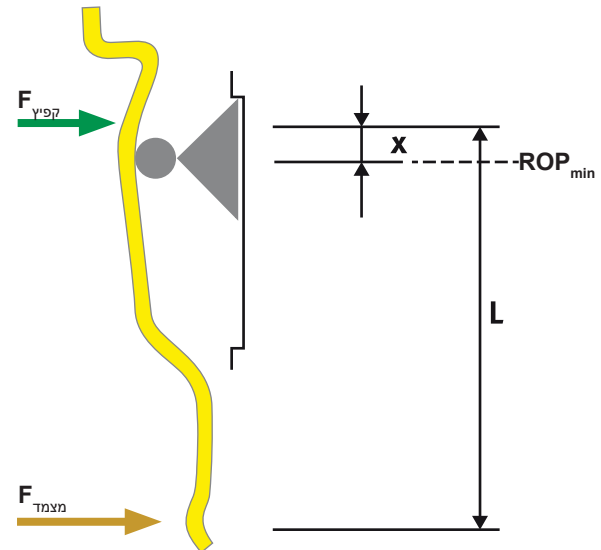
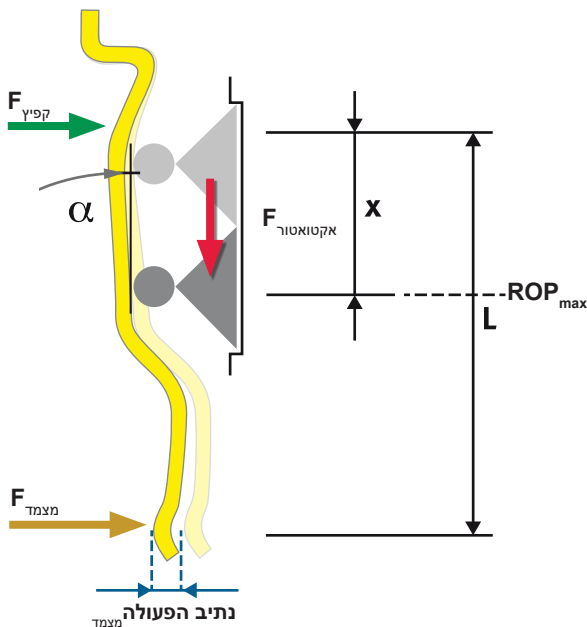
על ידי המשך ההנעה של המחלק נאגרת אנרגיה רבה עוד יותר בקפיץ החוזר, עד לנקודה שבה יחס צירי המזלג המשתנה בשי- לוב הכוח של הקפיץ החוזר מספיקים לסגירת המצמד.

שימוש חכם בעיקרון המזלגות מוביל לרמת כוח קבועה כמעט עבור מנוע הסרוו. הדבר מאפשר הפחתה משמעותית בגודל המנוע. בגלל דרישת האנרגיה הנמוכה ומנגנון ההפעלה האוני- ברסלי, מערכת זו תואמת אף לדרישות העתידיות עבור מערכות היברידיות.

מנוע הסרוו משנה את נקודת האמצע של מנוף השילוב והמחלק, דרך בורג הנעה כדורי דבר זה משפיע על יחס צירי המזלג בפועל, אשר משתנה ברציפות לאורך תהליך ההפעלה.

במהלך ההפעלה, המחלק נע לעבר הגל הקצר של התמסורת. הקפיץ החוזר נדחס בגלל ההטיה (זווית הפעולה) של המזלג וכך פועל כמאגר אנרגיה. הכוח שמופעל על מיסב ההפעלה גדל אולם בגין יחס צירי המזלג שאינו מיטבי אינו מספיק עדיין לסגירת המצמד.

ייצוג סכמטי



$$\frac{x}{L-x} \cdot F_{\text{קפיץ}} = F_{\text{מצמד}}$$

$$\alpha \cdot (F_{\text{קפיץ}} + F_{\text{מצמד}}) = F_{\text{המפעיל}}$$

כוח הקדם-מתיחה של קפיץ הלחץ $[F_{\text{קפיץ}}]$ שבקפיץ החוזר ויחס המינוף $[x/(L-x)]$ הנובע מן המיקום של $[x]$ המחלק קובעים את כוח ההפעלה של המצמד $[F_{\text{מצמד}}]$.

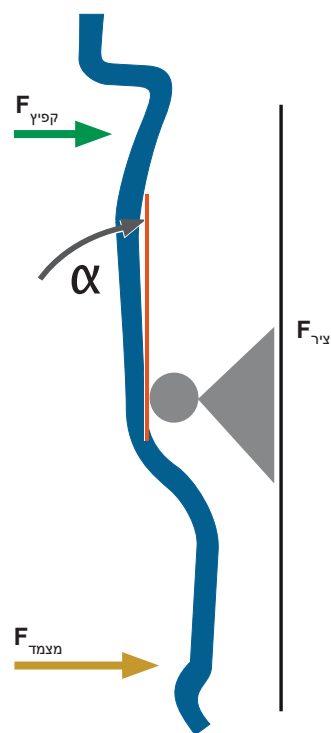
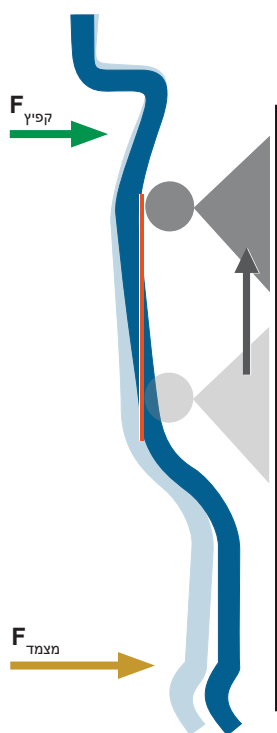
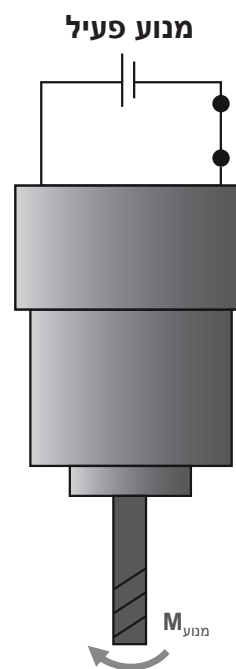
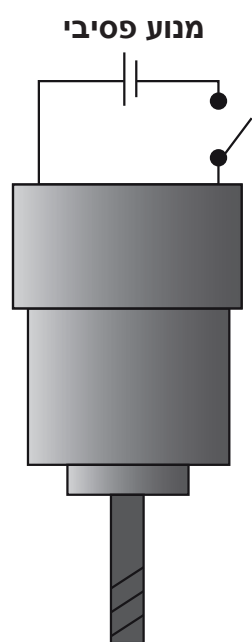
על מנת להפעיל את המצמד, יש להניע את המחלק לאורך נתיב הרולר המקסימלי שלו $[ROP_{\text{max}}]$.

כוח המפעיל $[F_{\text{המפעיל}}]$ מכיל את האיזון בין הקפיץ לבין כוח המצ- מד, בקיזוז אל מול זווית הפעולה $[\alpha]$.

על מנת למנוע זאת, המפעילים של המזלגות מתוכננים כך, שב־מקרה של מנוע סרוו נטול זרם, כוח הנגד של קפיץ המזלג יספיק לדחיפה אוטומטית של המחלק לאחור וכך יאפשר את פתיחת המצמד. בדרך זו, ניתן יהיה להניע את הרכב בחירום, גם כאשר יש הילוך מופעל.

פתיחה אוטומטית בחירום של המצמד

כיוון שבניגוד לתמסורות הידניות המצמדים נסגרים באופן פעיל, הרי שבמקרה של תקלה מערכת ההפעלה עשויה לעצור במצב הידוק שאינו ניתן להפרדה. במצב כזה לא ניתן יהיה עוד להניע את הרכב תוך הפעלת הילוך.

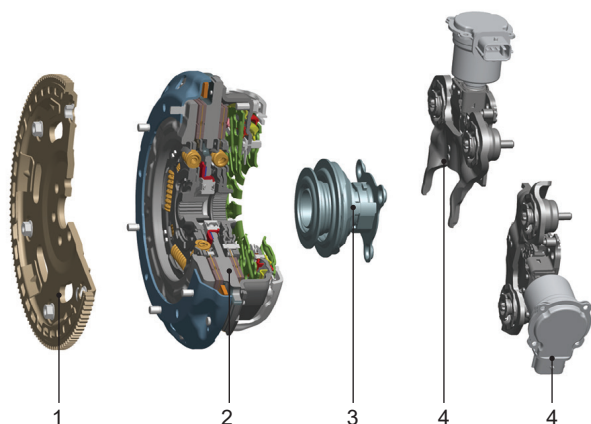


5 תכנון ותפקוד של מערכת המצמד הכפול היבש - פורד מנועי בנזין 1.6 ו-2.0 ליטר, תמסורת -6מהירויות DPS6

הרכיבים העיקריים של מערכת המצמד הכפול של הפורד 1.6 ו-2.0 ליטר הם גלגל התנופה, המצמד הכפול (DC) ומערכת ההפעלה כולל המפעילים של המזלגות. יחידת הבקרה שממוקמת בחלק החיצוני של מארז התמסורת שולטת בשני מנועי סרוו. אלה מעבירים את המפעילים של המזלגות למצב תנועה וגורמים למצמדים להיסגר ולהיפתח לסירוגין.

במצב נהיגה, הרכיבים האלקטרוניים של התמסורת מבצעים, בין היתר, הערכה של המידע הבא:

- מהירות הכניסה של התמסורת
- מהירות הרכב
- בחירת ההילוך
- מיקום המצערת
- מיקום דוושת הגז
- מידע אודות דוושת הבלם
- מהירות המנוע ומומנט המנוע
- טמפרטורת המנוע והטמפרטורה החיצונית
- זווית ההיגוי

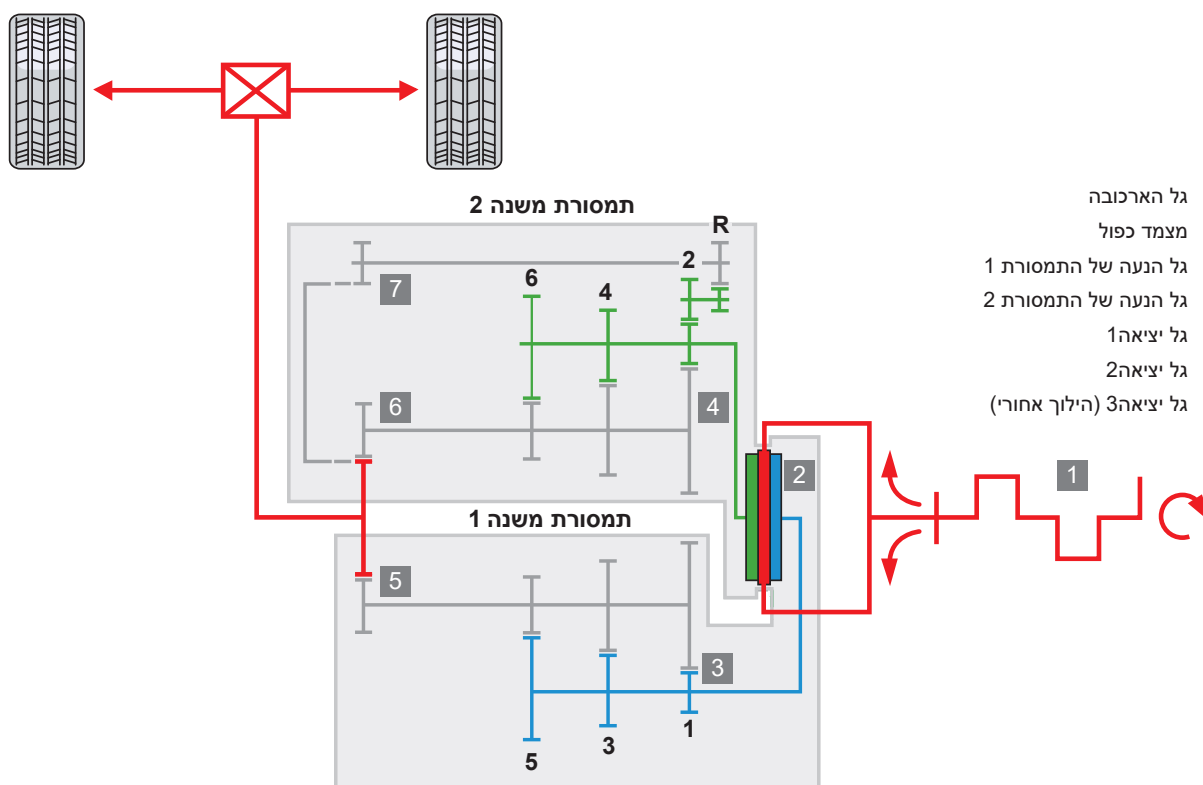


- 1 גלגל תנופה
2 מצמד כפול
3 שרוול מוליך עם מיסב הפעלה
4 המפעילים של המזלגות עם מנועי סרוו

מערכת המצמד הכפול מכילה שני מצמדים שנפתחים במצב סרק של המנוע ובניטרל (בדרך כלל פתוחים). אחד המצמדים סגור תמיד במצב נהיגה ולפיכך תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד בחיבור שאינו חיובי. ההילוך בתמסורת המשנה האחרת כבר נבחר מראש, שכן המצמד עבור תמסורת משנה זו עדיין פתוח. בעת החלפת ההילוך, מצמד אחד נפתח בעוד שהאחר נסגר בו זמנית. לאחר מכן, הכוח מועבר דרך ההילוך שהופעל קודם לכן. המשמעות היא, כי ניתן לנסוע ללא הפרעה כמעט לכוון הדחיפה.

בכפוף לנתונים אלה, יחידת הבקרה מחשבת איזה הילוך ייבחר ומפעילה את ההילוך באמצעות מנועי סרוו. אלה ממוקמים ביחידת הבקרה של התמסורת ופועלים ישירות על מזלגות הגיר שבתוך התמסורת.

תרשים התמסורת



5.1 מצמד כפול

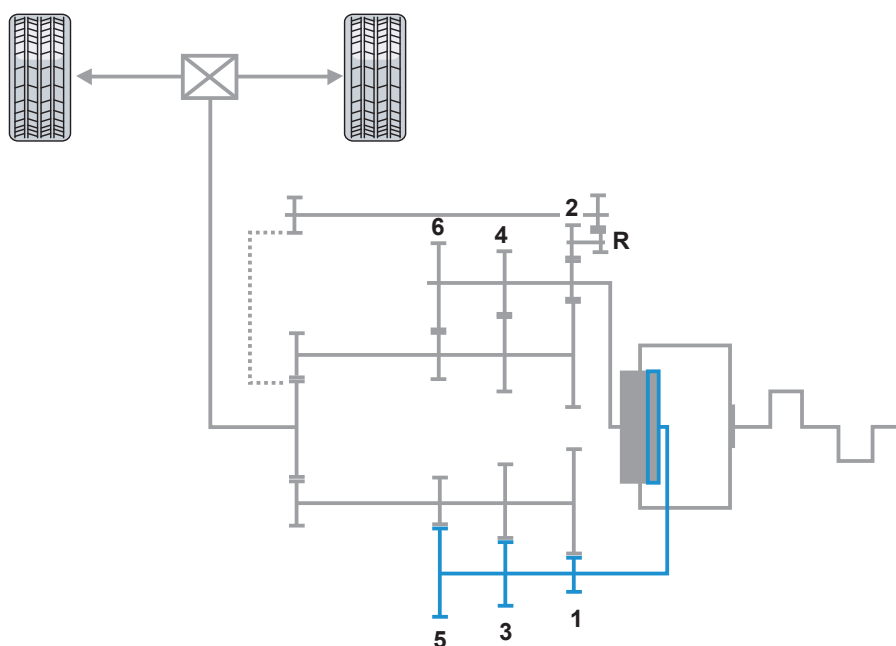
עיקרון בסיסי

ההילוכים 1, 3 וכן 5 מופעלים באמצעות K1 והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל המוצק. ההילוכים 2, 4, 6 וכן ההילוך האחורי מופעלים באמצעות K2 והמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל החלול.

כל תמסורת משנה שנמצאת בתמסורת המצמד הכפול של פורד בנויה כמו תמסורת ידנית. לכל תמסורת משנה אחראי מצמד אחד. שני המצמדים ממקמים על שני גלי הכניסה המשולבים של התמסורת, הגל החיצוני החלול והגל הפנימי המוצק.

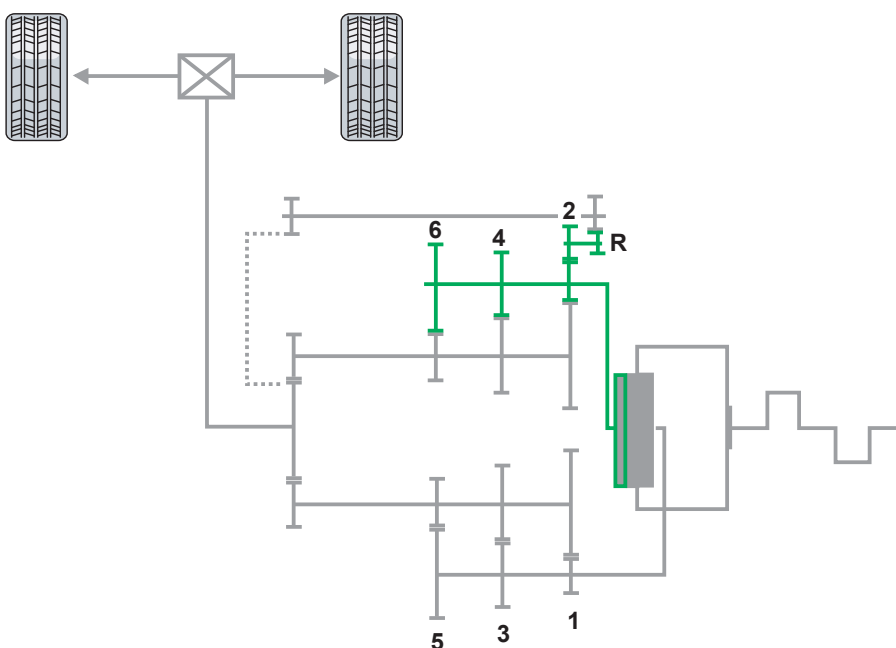
מצמד 1 (K1)

K1 אחראי להילוכים 1, 3 ו-5.

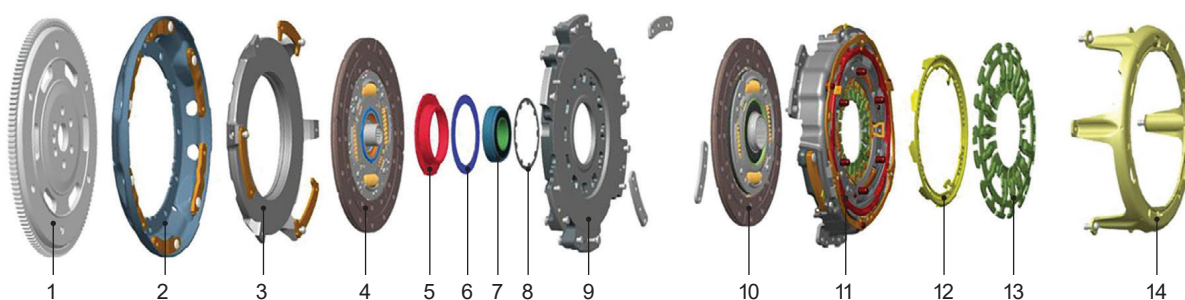


מצמד 2 (K2)

K2 אחראי להילוכים 2, 4, 6 וכן הילוך אחורי.



תכנון

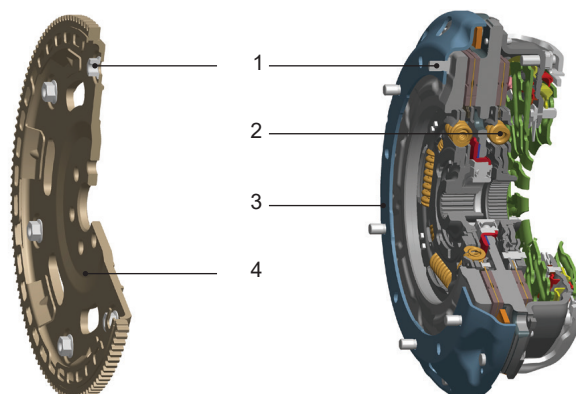


- | | | | |
|----|---|---|------------------------|
| 8 | טבעת קיבוע | 1 | גלגל תנופה |
| 9 | פלטת מרכזית | 2 | טבעת הינע עם קפיץ עלים |
| 10 | דסקת מצמד K2 | 3 | K1 פלטת לחץ |
| 11 | כיסוי מצמד עם קפיץ הדיאפרגמה והתקן כוונן K2 | 4 | K1 דסקת מצמד |
| 12 | טבעת כוונן עצמי עבור K1 | 5 | תותב |
| 13 | קפיץ הדיאפרגמה עבור K1 | 6 | דסקת החלקה |
| 14 | טבעת קיבוע | 7 | מיסב |

בכל אחד מצדדיה של הפלטה המרכזית ממוקמות דסקת מצמד עם שיכור כוחות פיתול וכן פלטת לחץ עם כוונן שחיקה. טבעת ההינע ממוקמת בצד גלגל התנופה. בזכות קפיצי העלה שלה, טבעת ההינע מהווה אלמנט של חיבור גמיש עם המנוע.

הפלטה המרכזית על שני משטחי החיכוך שלה מהווה את ליבת המצמד הכפול. הפלטה המרכזית מצוידת במיסב אשר, בשילוב עם טבעת הקיבוע, דסקת ההחלקה והתותב, מהווה את מקדז היסט ההחלקה.

מקדז ההיסט



- | | |
|---|----------------|
| 1 | חיבור מתברג |
| 2 | משכך כוח פיתול |
| 3 | טבעת הינע |
| 4 | גלגל תנופה |

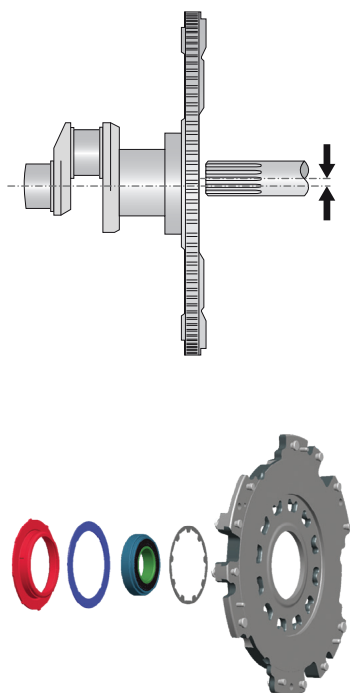
כדי לפצות על סוגים שונים של היסט, המצמד הכפול צויד בפונקציות נוספות: מקדז היסט ההחלקה מפצה על ההיסט הרדיאלי וקפיצי העלה שעל טבעת ההינע מקדזים את התזוזה הזוויתית ואת ההיסט הצירי.

אחד המאפיינים הייחודיים של מערכת זו הוא סוג החיבור עם המנוע. במערכת מצמד קודמות נוצר חיבור עם המנוע דרך גלגל תנופה כפול (DMF) בעל תכנון מיוחד. במקרה זה, שילוב של גלגלי שיניים והקצה של מקדז הסטיות הטכניות השונות בין המנוע לבין התמסורת, שמופעל על ידי הנהג. בניגוד לתכנון זה, במערכת הנוכחית נעשה שימוש בגלגל תנופה קונבנציונלי. הסיבה לשינוי טמונה בהתנהגות אי הסדירות הסיבובית של מנועי ה-1.6 ו-2.0 ליטר מסוג naturally aspirated שבהם נעשה שימוש, אשר מאפשרת שיכור כוחות פיתוח דרך דסקות המצמד. חיבור גלגל השיניים בין המצמד לבין ה-DMF הושמט. במקום זאת, טבעת ההינע מוברגת לגלגל התנופה.

היסט רדיאלי

בדרך כלל, רכיבים רכביים מיוצרים במסגרת טווח סבילות מוגדר, אשר מאפשר סטיות ממצב הסטנדרט מבלי שיימנע תפקוד נאות של המערכת. בעת התקנה של המנוע והתמסורת, השילוב של סבילות הרכיבים עלול שלא להיות מתאים וכך לגרום להיסט רדיאלי. במקרים אלה, צירי הסיבוב של גל הארכובה ושל גל ההנעה של התמסורת אינם באותה רמה. היסט זה עלול להוביל לרעשי סרק ולשחיקה מוגברת, במיוחד אם גל הכניסה של התמסורת אינו מצויד במיסב פיילוט.

במקרה זה, מקזז היסט ההחלקה משמש כאמצעי נגד. הוא עושה שימוש במיסב החלקה יבש על מנת לספק למצמד הכפול גמישות רדיאלית בגל ההנעה של התמסורת. באופן זה, התנועות היחסיות מנותבות דרך דסקת החלקה עמידה והכוחות הרדיאליים נמנעים ביעילות.



הערה:

במקרה של הסרת המצמד הכפול, המיסב הכדורי של מקזז היסט ההחלקה משתחרר מן הפלטה המרכזית. דבר זה מתרחש כתוצאה מן התכנון ואין להתייחס אליו כאל פגם.

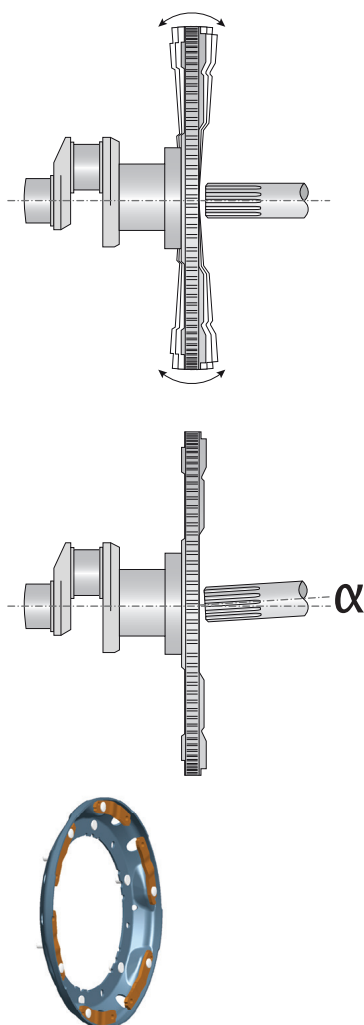
היסט אקסיאלי

גל הארכובה חשוף לכיפוף בגין הבעירה בצילינדרים. כאשר מתרחשת בעירה זו, גל הארכובה נמתח אל ציר הרוטציה וגורם לשינויי פולסים לאורך אופן גל הארכובה, שמתרחשים במקביל לתדירות הבעירה. שינויים אורכיים אלה יוצרים היסט אקסיאלי, שגורם לגלגל התנופה להתנודד. אין לאפשר מעבר ישיר של תנועה זו אל המצמד הכפול, שכן הדבר יהיה בעל השפעה שלילית על מאפייני הנוחות.

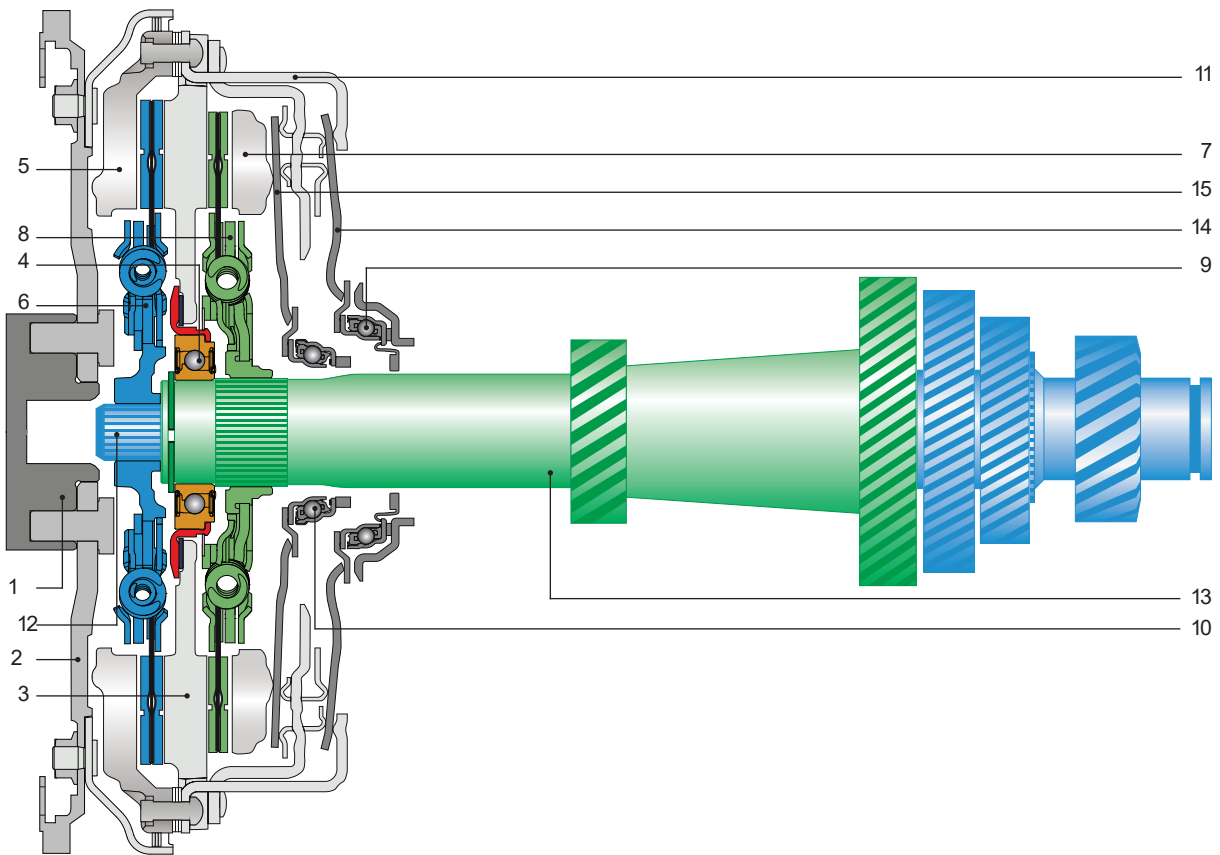
תזוזה זוויתית

תזוזה זוויתית יכולה לנבוע גם משילובים של סבילות הרכיבים. במקרים אלה, צירי הרוטציה של גל הארכובה ושל גל ההנעה של התמסורת ממוקמים בזוויות משתנות. כתוצאה מכך, דסקות המצמד כפופות בקביעות לכיפוף במהלך הפעולה, והדבר גורם נזק מוקדם לדסקות אלה.

כדי לפצות על ההיסט האקסיאלי תזוזה זוויתית מבלי לגרום לשחיקה, המצמד הכפול מותקן באופן גמיש בטבעת ההנעה. כחלק מתכנון זה, קפיצי עלה בעלי צורה מיוחדת מפצים באופן פעיל על ההיסט האקסיאלי תזוזה זוויתית.



תכנון

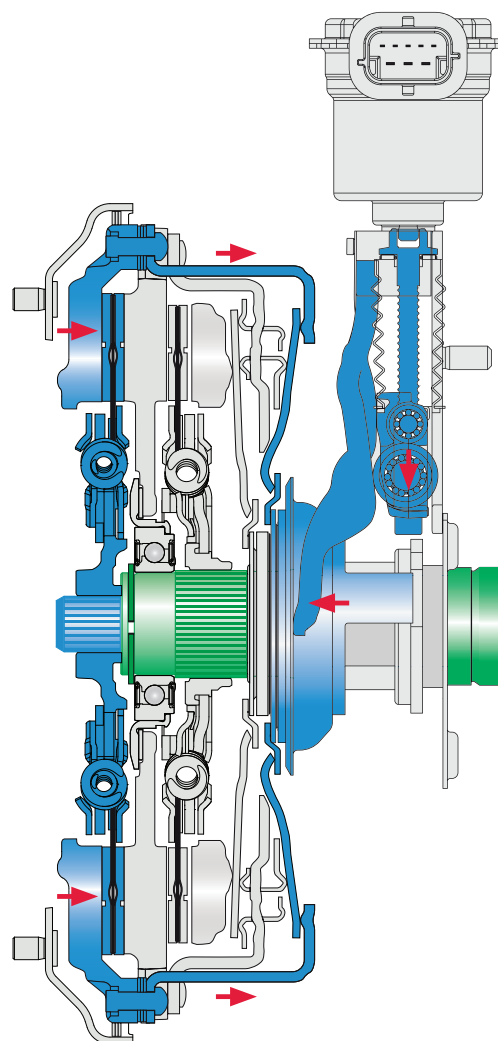


- 9 K1 מסב הפעלה
- 10 K2 מסב הפעלה
- 11 טבעת קיבוע
- 12 גל הנעה של התמסורת 1 (גל מוצק)
- 13 גל הנעה של התמסורת 2 (גל חלול)
- 14 קפיץ הדיאפרגמה
- 15 קפיץ הדיאפרגמה

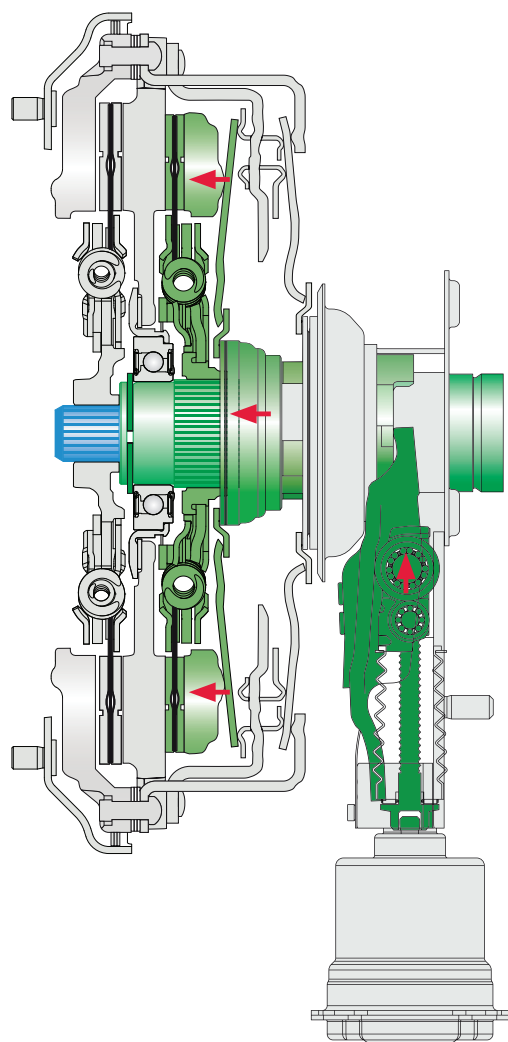
- 1 גל הארכובה
- 2 גלגל תנופה
- 3 פלטה מרכזית
- 4 מסב תומך
- 5 K1 פלטת לחץ
- 6 K1 דסקת מצמד
- 7 K2 פלטת לחץ
- 8 K2 דסקת מצמד

תפקוד

בעת נסיעה בהילוכים 1, 3 או 5, מנוע הסרוו עבור K1 מופעל באופן חשמלי. הדבר גורם למזלג ההפעלה הרחב ומיסב ההפעלה הגדול לנוע לעבר המצמד הכפול. קפיץ הידית החיצוני מעביר את התנועה אל טבעת הקיבוע והופך את הכיוון הממשי של כוח ההפעלה. כתוצאה מכך, פלטת הלחץ עבור K1 נמשכת לעבר הפלטה המרכזית תוך סגירת המצמד. לאחר מכן, דסקת המצמד מעבירה את מומנט המנוע אל הגל המוצק.

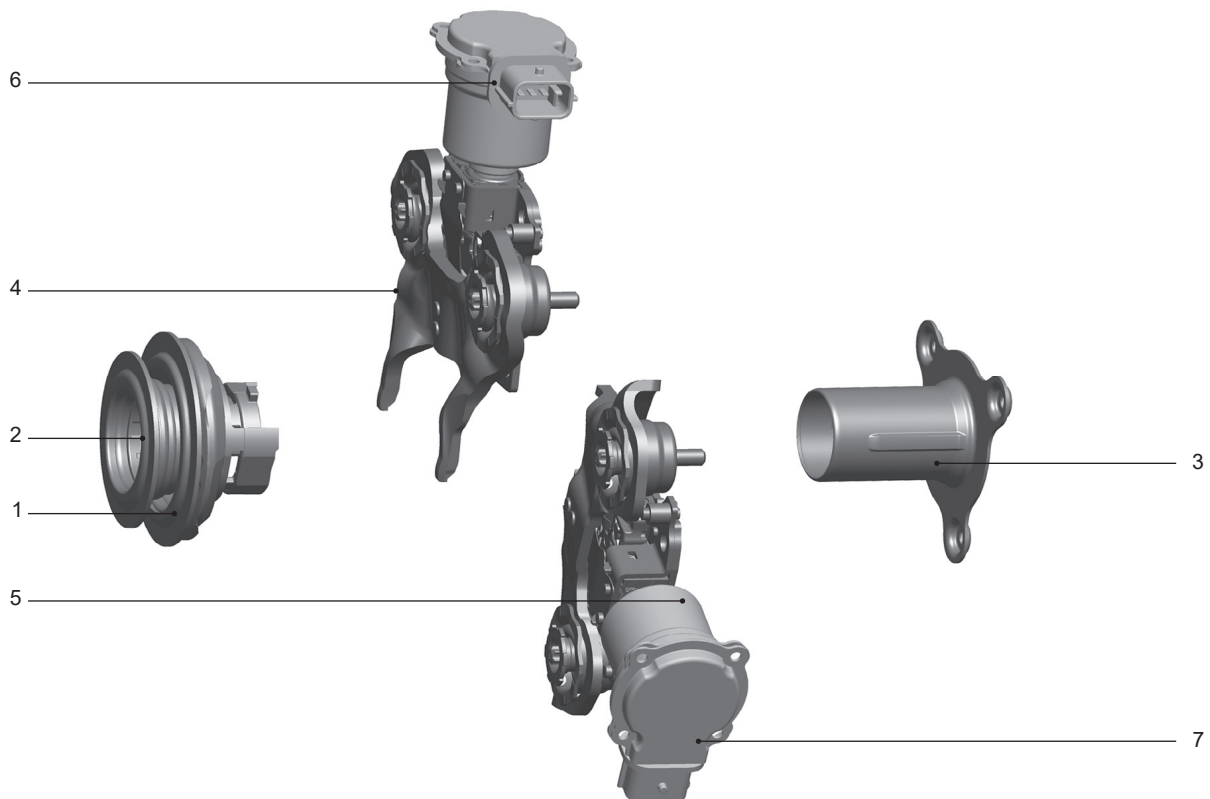


אם אחד ההילוכים 2, 4, 6 או R נמצא בשימוש במהלך הנהיגה, מנוע הסרוו עבור K2 מפעיל את המזלג הצר. קפיץ המזלג הפנימי מופעל דרך מיסב ההפעלה. הדבר מניע את פלטת הלחץ K2 לעבר הפלטה המרכזית. פעולה זו יוצרת חיבור לדסקת המצמד. מומנט המנוע מועבר אל הגל החלול. בה בעת, K1 נפתח.



5.2 מערכת ההפעלה

מבנה המערכת הכוללת



- 1 מיסב הפעלה עבור K1 עם דסקית
- 2 מיסב הפעלה עבור K2 עם דסקית
- 3 שרוול מוליך
- 4 מפעיל המזלג עם קפיצים חוזרים עבור K1
- 5 מפעיל המזלג עם קפיצים חוזרים עבור K2
- 6 מנוע סרוו עבור K1
- 7 מנוע סרוו עבור K2

מערכת ההפעלה מופעלת באופן חשמלי ומכילה את שני מיסבי ההפעלה עם דסקיות עבור K1 ו-K2 [1 ו-2], שרוול ההולכה [3] ושני מפעילי המזלג [4 ו-5]. רכיבים אלה מסודרים בפעמון (האוזינג) של תיבת ההילוכים. שני מנוע סרוו [6 ו-7] מותקנים בחלק החיצוני. הם מחוברים למפעיל המזלג המתאים דרך ציר. שניהם פועלים באופן זהה, רק פתחי המזלג שעל ידידות ההפעלה שונים זה מזה.

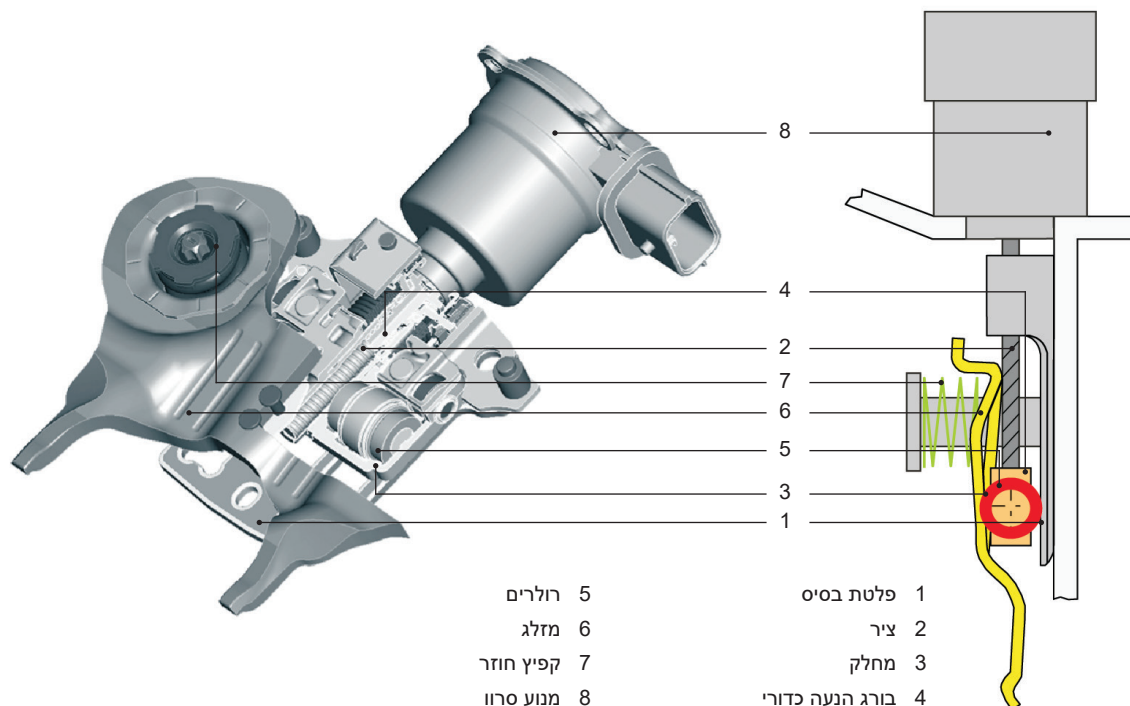
בתמסורות ידניות קודמות, בעלות מצמד של דסקה יחידה, המצמד נסגר במצב סרק. הוא נפתח באמצעות לחיצה על דוושת המצמד, אשר מנתקת את תמסורת הכוח. הדבר מתבצע דרך "מערכת השחרור".

בניגוד לכך, המצמדים שבמערכת זו של מצמד כפול נפתחים במצב סרק (בדרך כלל פתוחים). הם נסגרים בעת הפעלה של ידית ההפעלה. לפיכך, הדבר מכונה "מערכת הפעלה".

מבנה מפעיל המזלג

פלטת הבסיס משמשת לקיבוע מפעיל המזלג בפעמון (האוזנינג) התמסורת ולהכוונה מדויקת של הרולרים. המזלג מכיל שני קפיצים חוזרים, אשר משמשים כנקודות סטייה ומאגרי אנרגיה.

מפעיל המזלג מכיל פלטת בסיס, ציר, מחלק (בורג הנעה כדורי עם רולרים מרובי חלקים), מזלג הפעלה והקפיצים החוזרים. יחד הם מהווים את מנגנון ההפעלה.



תכנון ותפקוד של הקפיץ החוזר

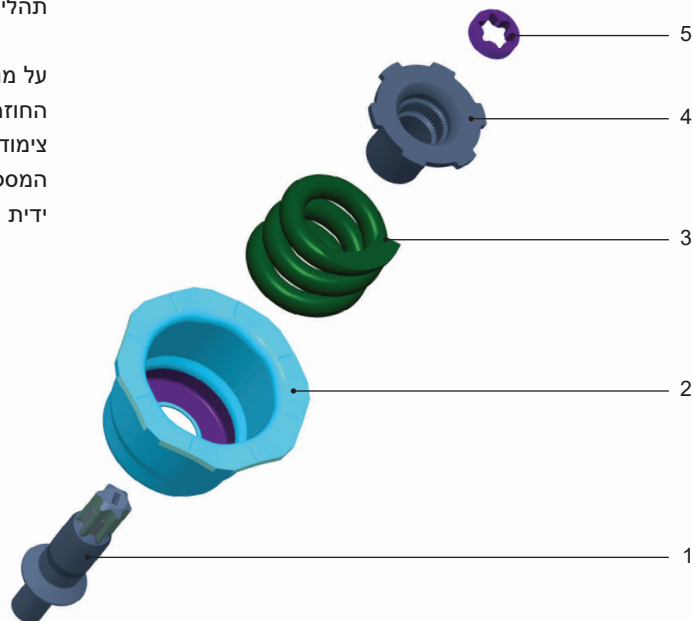
המזלג והשרוול מתוכננים עם פרופיל גלי. מצד אחד, הדבר מבטיח הולכה נכונה של ידית ההפעלה. הוא אף יוצר חיבור מפרקי שמאפשר פעולה ללא חיכוך כמעט.

בתחילתו של תהליך ההפעלה, קפיץ הלחץ נדחס על ידי השרוול. האנרגיה שנאגרת באופן זה משמשת לסגירת המצמד בסיומו של תהליך ההפעלה.

על מנת להשיג ביצועים מיטביים של מערכת ההפעלה, הקפיצים החוזרים והמפעילים של המזלגות מותאמים זה לזה ועוברים צימוד כבר ביציאתם מהמפעל. ניתן לזהות יחידות אלה לפי המספר הזהה בן ארבע הספרות שממוקם על גבי השרוול ועל ידית ההפעלה.

הקפיץ החוזר משמש כמאגר אנרגיה במהלך ההפעלה. השרוול [2] וקפיץ הלחץ [3] מהווים יחידה אחת. בקצה התחתון של הבורג קיים מעצור [1], אשר מגביל את המסלול של השרוול. בקצה העליון נמצא אום [4]. הוא תומך בקפיץ הלחץ ומשמש לכוונון פעולתו של הקפיץ החוזר.

- | | |
|---|------------|
| 1 | בורג |
| 2 | שרוול |
| 3 | קפיץ לחץ |
| 4 | אום |
| 5 | טבעת קיבוע |



תפקוד

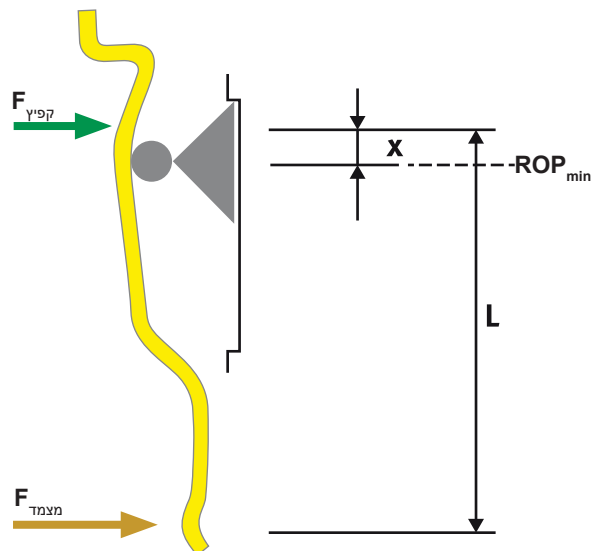
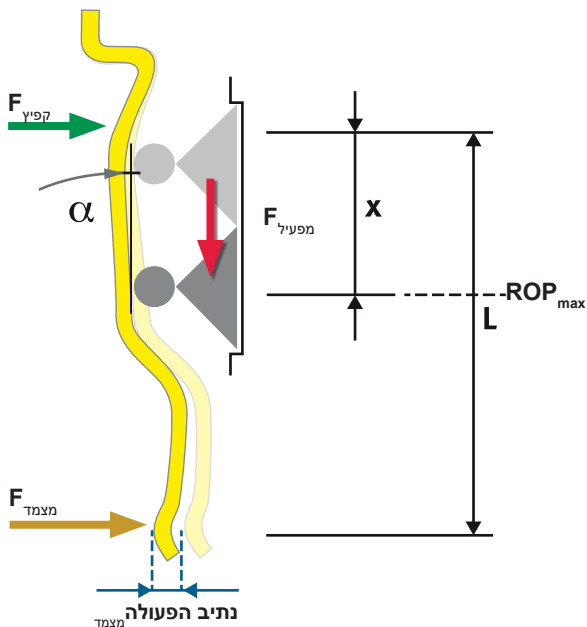
על ידי המשך ההנעה של המחלק נאגרת אנרגיה רבה עוד יותר בקפיץ החוזר, עד לנקודה שבה יחס המזלגות המשתנה בשילוב הכוח של הקפיץ החוזר מספיקים לסגירת המצמד.

שימוש חכם בעיקרון המזלגות מוביל לרמת כוח קבועה כמעט עבור מנוע הסרוו. הדבר מאפשר הפחתה משמעותית בגודל המנוע. בגלל דרישת האנרגיה הנמוכה ומנגנון ההפעלה האוניברסלי, מערכת זו תואמת אף לדרישות העתידיות עבור מערכות היברידיות.

מנוע הסרוו משנה את נקודת ההסבה של ידיית ההפעלה, המחלק, דרך בורג הנעה כדורי דבר זה משפיע על יחס הידיות בפועל, אשר משתנה ברציפות לאורך תהליך ההפעלה.

במהלך ההפעלה, המחלק נע לעבר גל הכניסה של התמסורת. הקפיץ החוזר נדחס בגלל ההטיה (זווית הפעולה) של המזלג וכך פועל כמאגר אנרגיה. הכוח שמופעל על מיסב ההפעלה גדל אולם בגין יחס הידיות שאינו מיטבי אינו מספיק עדיין לסגירת המצמד.

ייצוג סכמטי



$$\frac{x}{L-x} \cdot F_{\text{קפיץ}} = F_{\text{מצמד}}$$

$$\alpha \cdot (F_{\text{קפיץ}} + F_{\text{מצמד}}) = F_{\text{מפעיל}}$$

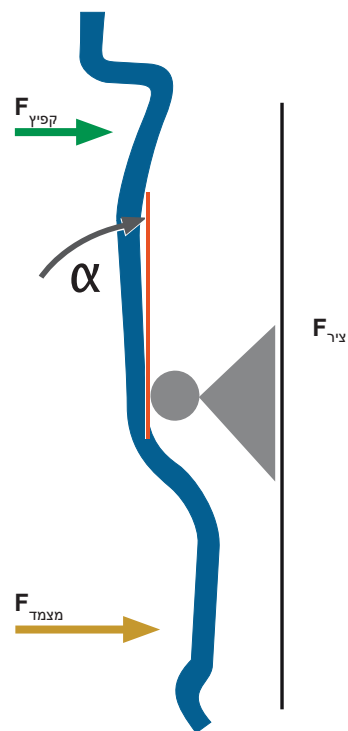
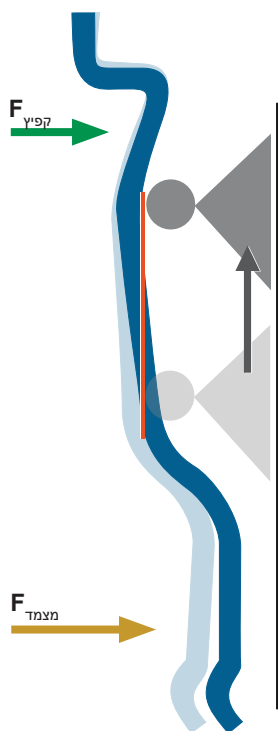
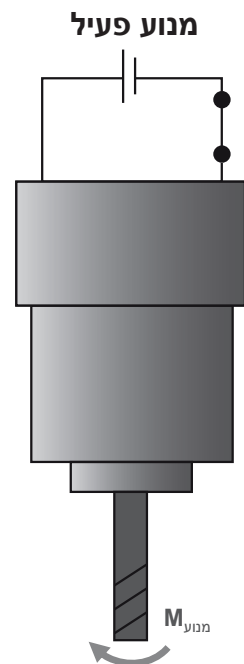
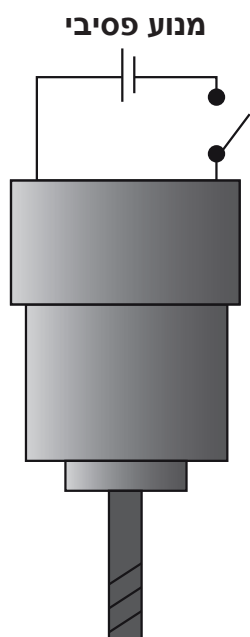
כוח הקדם-מתיחה של קפיץ הלחץ $[F_{\text{קפיץ}}]$ שבקפיץ החוזר ויחס המינוף $[x/(L-x)]$ הנובע מן המיקום של $[x]$ המחלק קובעים את כוח ההפעלה של המצמד $[F_{\text{מצמד}}]$.

על מנת להפעיל את המצמד, יש להניע את המחלק לאורך נתיב הרולר המקסימלי שלו $[ROP_{\text{max}}]$.

כוח המפעיל $[F_{\text{המפעיל}}]$ מכיל את האיזון בין הקפיץ לבין כוח המצמד, בקיזוז אל מול זווית הפעולה $[\alpha]$.

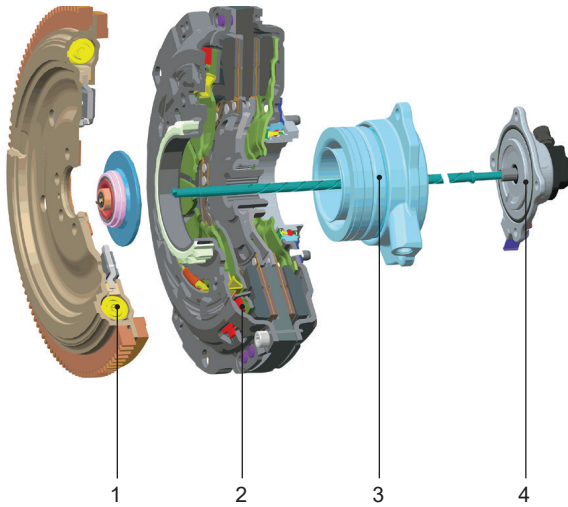
על מנת למנוע זאת, המפעילים של המזלגות מתוכננים כך, שבמקרה של מנוע סרוו נטול זרם, כוח הנגד של קפיץ הידית יספיק לדחיפה אוטומטית של המחלק לאחור וכך יאפשר את פתיחת המצמד. בדרך זו, ניתן יהיה להניע את הרכב בחירום, גם כאשר יש הילוך מופעל.

פתיחה אוטומטית בחירום של המצמד
כיוון שבניגוד לתמסורות הידניות המצמדים נסגרים באופן פעיל, הרי שבמקרה של תקלה מערכת ההפעלה עשויה לעצור במצב הידוק שאינו ניתן להפרדה. במצב כזה לא ניתן יהיה עוד להניע את הרכב תוך הפעלת הילוך.



6 המבנה והתפקוד של מערכת המצמד הכפול היבש

אלפא רומיאו, פיאט 1.4 (מנועי בנזין ו-מנועי 2.0 דיזל, 6-מהירויות תמסורת C635 DDCT);
ג'יפ (מנועי בנזין 1.4 וכן מנועי דיזל 1.6); סוזוקי (מנועי דיזל 1.6 ליטר)



- 1 גלגל תנופה כפול מסה (DMF)
2 מצמד כפול
3 מערכת הפעלה מרכזית
4 משאבת מצמד משנית

באמצעות מידע זה, יחידת הבקרה של התמסורת מפיקה את פקודות ההחלפה וממירה אותן לאותות חשמליים. אותות אלה מפעילים את המפעילים ההידראוליים שביחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית, אשר מפעילים את מזלגות ההילוכים שבתוך התמסורת וגם את המצמדים. במצב סרק, אחד המצמדים סגור והאחר פתוח.

בניגוד לתמסורות המצמד הכפול האחרות המתוארות בחוברת זו, נעשה שימוש הן במשאבת מצמד משנית שמופעלת באופן הידראולי והן במערכת הפעלה מרכזית לצורך תפעול המצמדים לסירוגין במהלך הנהיגה.

עם זאת, הפונקציות הבסיסיות דומות לאלה של כל מערכות המצמד הכפול האחרות. במהלך הנסיעה, תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד בחיבור שאינו חיובי אל המנוע. ייתכן שההילוך בתמסורת המשנה האחרת נבחר מראש, בעת שהמצמד עבור תמסורת משנה זו היה עדיין פתוח. בתגובה להחלפת ההילוך, מצמד 1 נפתח באמצעות משאבת המצמד המשנית ואילו מצמד 2 נסגר דרך מערכת ההפעלה המרכזית. הכוח זורם כעת דרך ההילוך שהופעל קודם לכן. המשמעות היא, כי ניתן לנהוג מבלי שתיגרם כמעט כל הפרעה לכוח הדחיפה.

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 גל הארכובה | 5 גל יציאה 1 |
| 2 מצמד כפול | 6 גל יציאה 2 |
| 3 גל ההנעה של התמסורת 1 | 7 גל יציאה 3 (הילוך אחורי) |
| 4 גל ההנעה של התמסורת 2 | |

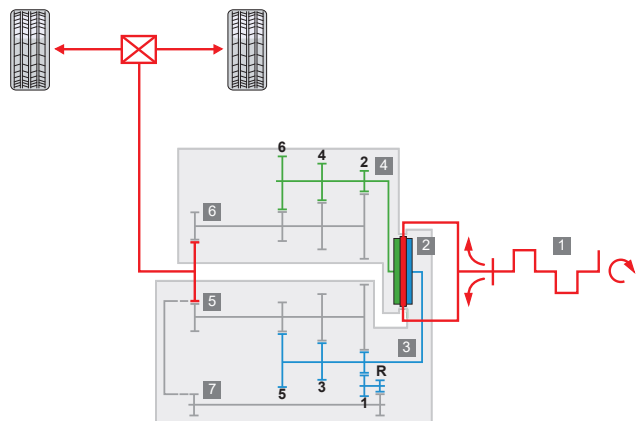
המערכת כוללת את הרכיבים העיקריים הבאים: מצמד כפול, מערכת הפעלה ומערכת שחרור, גלגל תנופה כפול מסה (DMF) וכן יחידת בקרה אלקטרו-הידראולית. כל פעולות החלפת ההילוך מבוצעות באמצעות יחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית. יחידת בקרה זו מורכבת בחלק החיצוני של התמסורת וכוללת משאבה, צובר לחץ ושסתומים אלקטרומגנטיים שונים. "מרכז הבקרה" הוא יחידת בקרה חיצונית, אשר משתמשת במידע שמתקבל לצורך חישוב נקודת ההחלפה המדויקת ומפעילה את האקטואטורים ברגע המתאים.

תכונות מיוחדות של מערכת זו

- נעשה שימוש בשתי מערכות הפעלה שונות עבור בקרת המצמדים
- אחד המצמדים מופעל חיצונית דרך מוט בקרה מרכזי
- מומנט עביר גבוה (עבור מצמד כפול יבש) של 350 Nm

במהלך פעילות הנהיגה, הרכיבים האלקטרוניים של התמסורת מבצעים הערכה של מספר פיסות מידע, לרבות:

- מהירות ההנעה של התמסורת
- מהירות הרכב
- מיקום ידית הבורר
- מיקום שסתום המצמדת
- טמפרטורת המנוע והטמפרטורה החיצונית
- זווית ההיגוי
- מידע אודות דוושת הבלם
- מהירות המנוע ומומנט המנוע



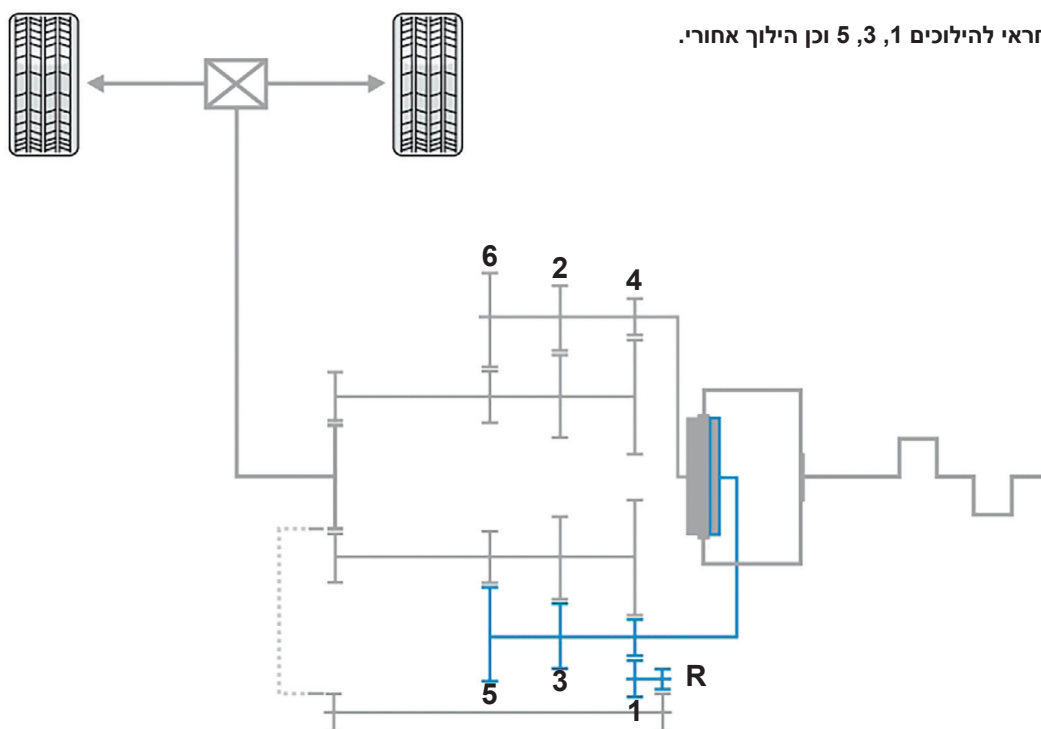
6.1 מצמד כפול

עיקרון בסיסי

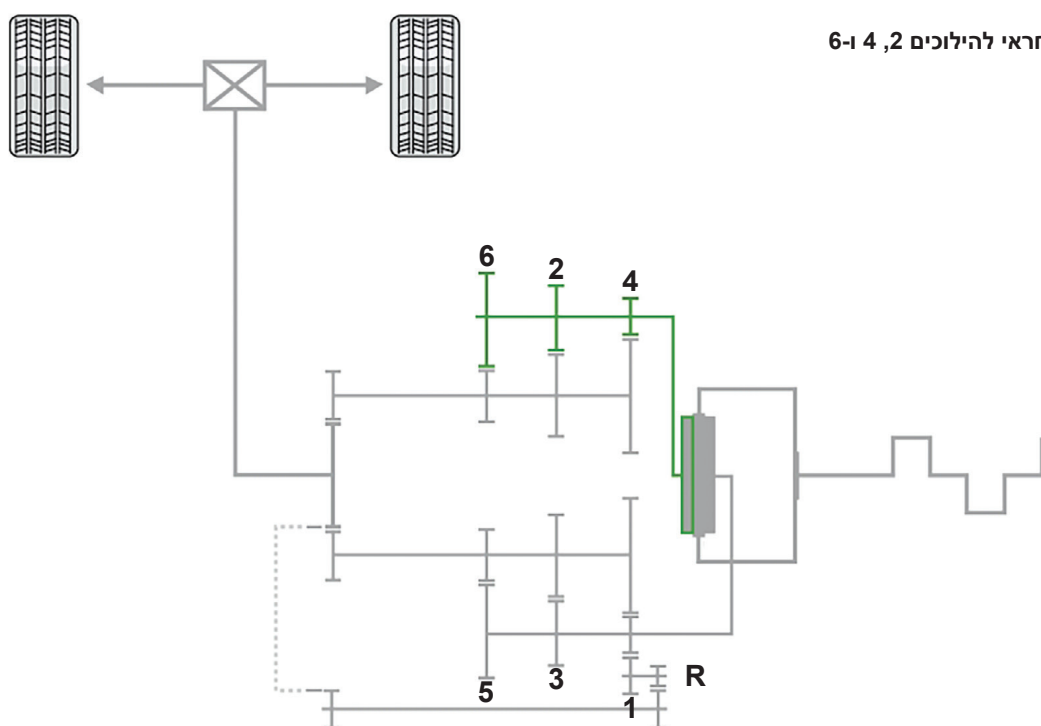
ההילוכים 1, 3, 5 וכן ההילוך האחורי מופעלים דרך מצמד 1, בעוד שהמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל הפנימי. ההילוכים 2, 4 ו-6 מוחלפים דרך מצמד 2, בעוד שהמומנט מועבר אל התמסורת דרך הגל החיצוני.

במקרה של תמסורת מצמד כפול עם 6 הילוכים, כל מצמד משנה בנוי כמו תמסורת ידנית במונחי תפקוד. לכל תמסורת משנה אחראי מצמד אחד. מצמדים אלה ממוקמים על שני גלי הנעה חד ציריים, שמסודרים כגלי הנעה פנימי וחיצוני.

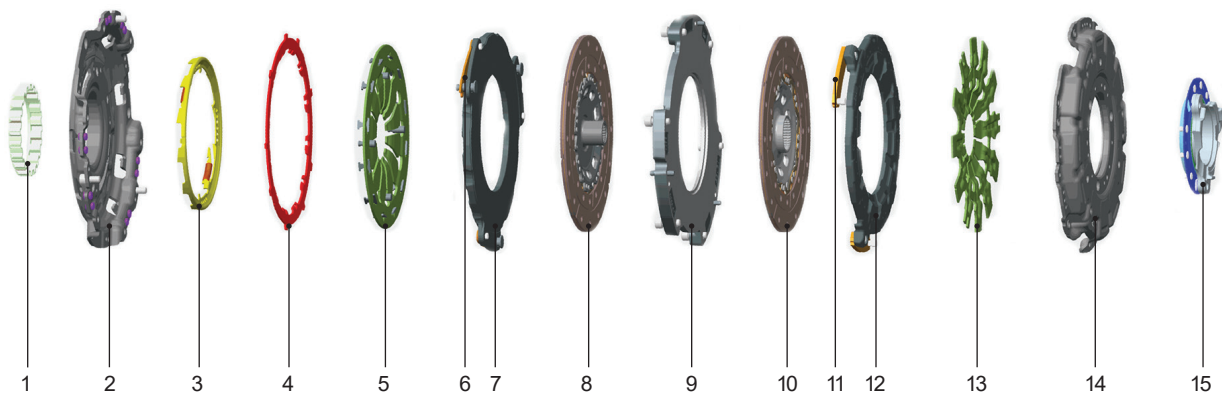
מצמד 1 אחראי להילוכים 1, 3, 5 וכן הילוך אחורי.



מצמד 2 אחראי להילוכים 2, 4 ו-6



תכנון



- | | | | |
|---|------------------------|----|------------------------|
| 1 | גלגל שיניים | 9 | פלטת מרכזית |
| 2 | כיסוי מצמד (מצמד 1) | 10 | דסקת מצמד (מצמד 2) |
| 3 | טבעת כונון | 11 | קפיץ עלה משיק (מצמד 2) |
| 4 | קפיץ חיישן | 12 | פלטת לחץ (מצמד 2) |
| 5 | קפיץ הדיאפרגמה | 13 | קפיץ הדיאפרגמה |
| 6 | קפיץ עלה משיק (מצמד 1) | 14 | כיסוי מצמד (מצמד 2) |
| 7 | פלטת לחץ (מצמד 1) | 15 | מיסב תושבת (פלאנץ') |
| 8 | דסקת מצמד (מצמד 1) | | |

מצמד 1 פועל על בסיס העיקרון של "סגור בדרך כלל", כשהמשמעות היא שהמצמד סגור במצבו הרגיל (כשאינו מופעל). כדי לפתוח את המצמד, יש "לשחרר" אותו. מצמד 2 ממוקם בצד הנגדי. הוא פועל לפי העיקרון של "פתוח בדרך כלל". המשמעות היא, שהמצמד פתוח במצב סרק.

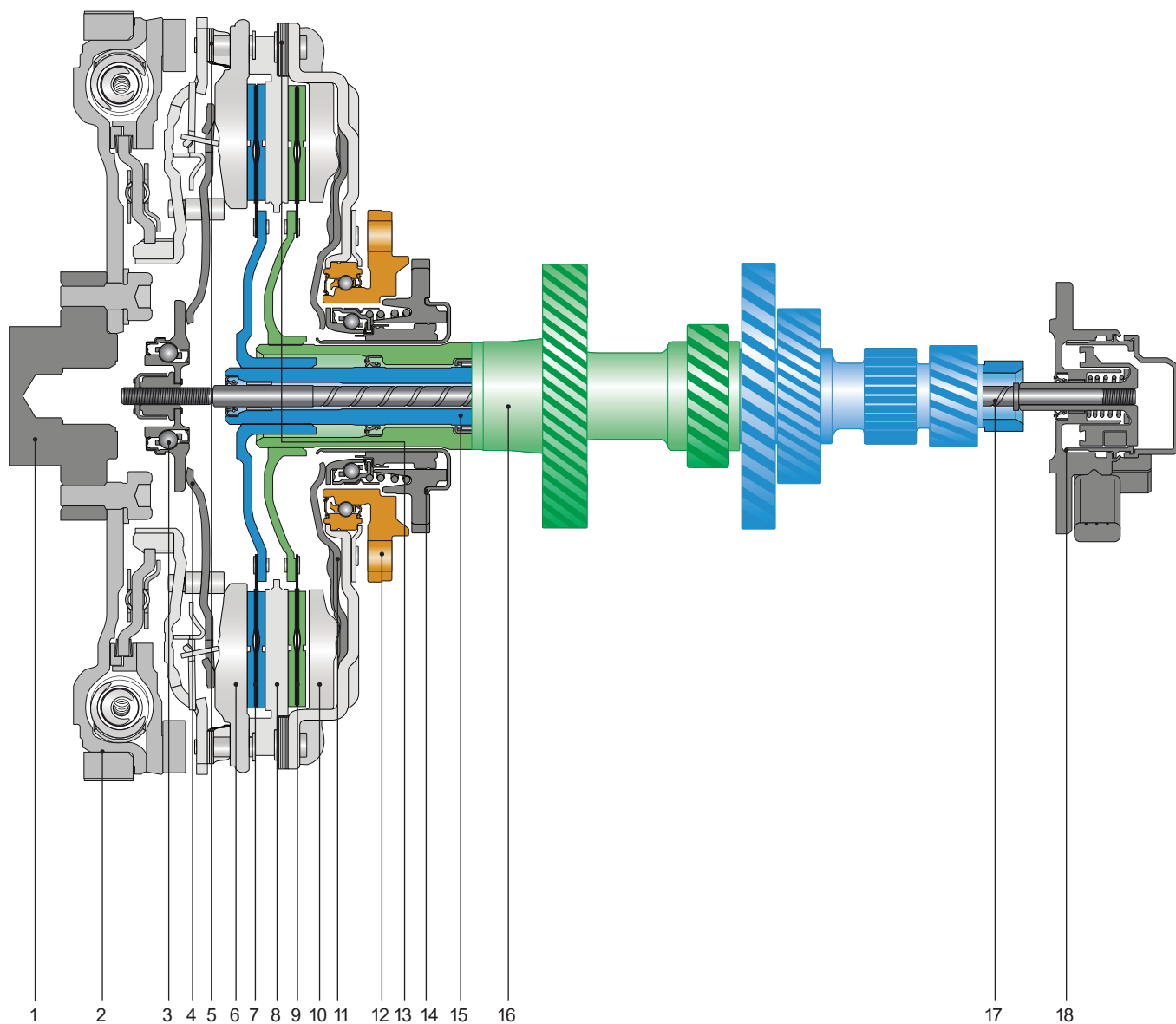
כדי לסגור את המצמד, יש "להפעילו", וזו הסיבה לכך שהמערכת מכונה בשם "מערכת הפעלה". היא עושה שימוש בקפיץ הדיאפרגמה לצורך הפקת עומס ההידוק הדרוש על גבי פלטת הלחץ.

בצד התמסורת, כיסוי המצמד מצויד במיסב תושבת (פלאנץ') מסתובבת. מיסב תושבת (פלאנץ') מוברג למארז הפעמון ונושא בחלק מן המשקל של המצמד הכפול. כתוצאה מכך, המיסבים שבגלי ההנעה הישירה כפופים לעומסים נמוכים יותר.

הפלטת המרכזית על שני משטחי החיכוך שלה מהווה את ליבת המצמד הכפול. שני המצמדים מסודרים כך, שמשטחי החיכוך של פלטות הלחץ פונים בכיוון הפלטת המרכזית.

מצמד 1 ממוקם בצד של גלגל התנופה. המארז שלו מצויד בגלגל שיניים שנעל לתוך תושבת (פלאנץ') של גלגל התנופה כפול המסה. מומנט המנוע מועבר אל המצמד דרך חיבור זה.

סוג המצמד שבו נעשה שימוש הוא מצמד בכונון עצמי (SAC). הטכנולוגיה שמאחורי ה-SAC כבר הוכיחה את עצמה בתמסורות ידניות קונבנציונליות במשך שנים רבות. סוג מצמד זה מאפשר פיצוי על השחיקה באמצעות קפיצי חיישן וטבעת כונון.



- 10 פלטת לחץ (מצמד 2)
- 11 קפיץ דיאפרגמה
- 12 מיסב תושבת (פלאנץ')
- 13 קפיץ עלה משיק (מצמד 2)
- 14 מערכת הפעלה מרכזית (מצמד 2)
- 15 גל הנעה פנימי של התמסורת
- 16 גל הנעה חיצוני של התמסורת
- 17 מוט בקרה
- 18 משאבת מצמד משנית

- 1 גל הארכובה
- 2 גלגל תנופה כפול מסה (DMF)
- 3 מיסב שחרור (מצמד 1)
- 4 קפיץ דסקה
- 5 קפיץ עלה משיק (מצמד 1)
- 6 פלטת לחץ (מצמד 1)
- 7 דסקת מצמד (מצמד 1)
- 8 פלטה מרכזית
- 9 דסקת מצמד (מצמד 2)

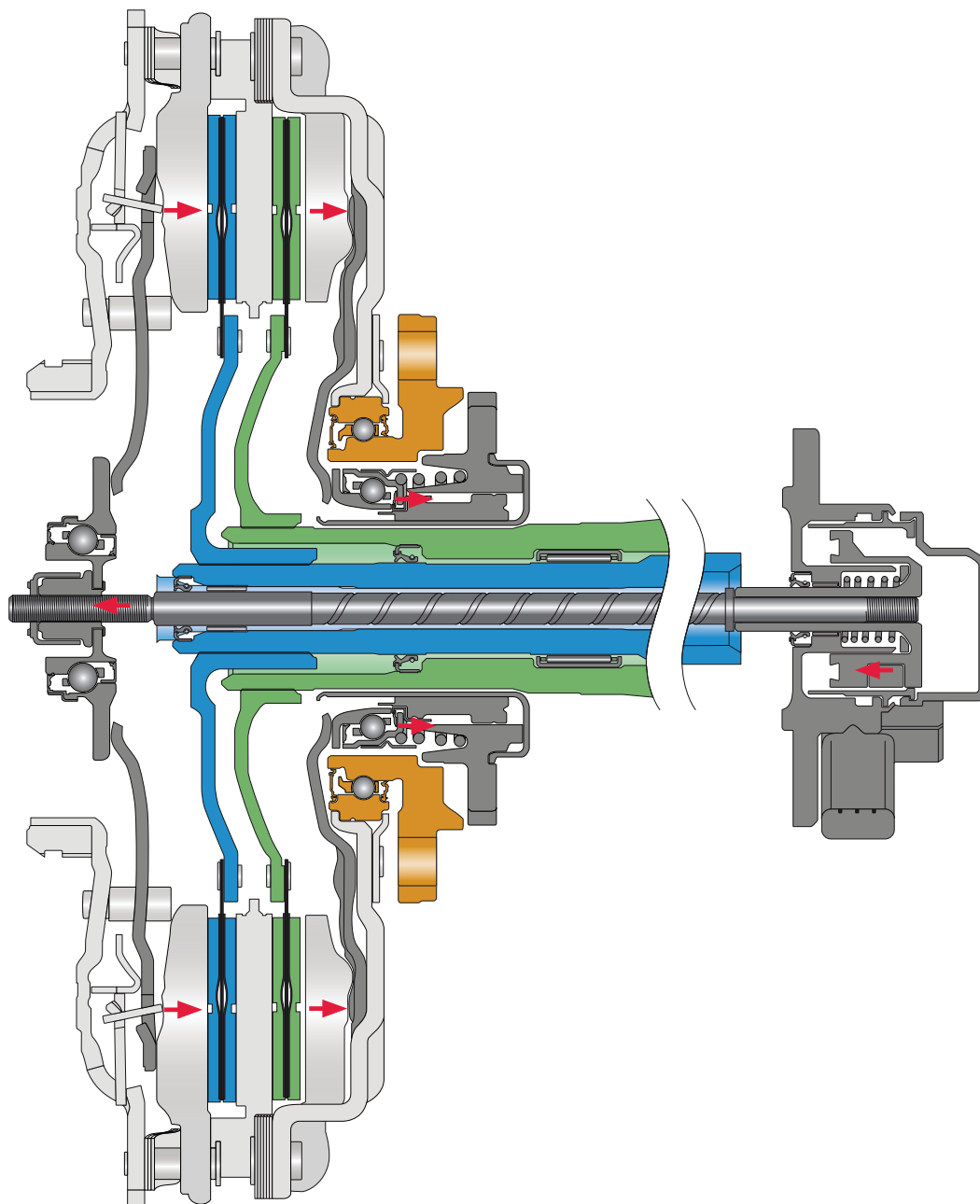
תפקוד

הפעלת ההילוכים האי-זוגיים

בעת העברה להילוכים 1, 3, 5 או R, מצמד 1 נסגר בעוד שמצמד 2 נפתח. לפיכך, לחץ הבקרה שבמערכת ההפעלה ובמערכת השחרור מופחת בקווים נפרדים, שאינם תלויים זה בזה.

לאורך תהליך זה, הבוכנה שבמשאבת המצמד המשנית נדחפת לעבר מיקומה ההתחלתי דרך מיסב השחרור ומוט הבקרה. כוחו של קפיץ הדיאפרגמה של מצמד 1 גורם לדסקת המצמד להילחץ כנגד הפלטה המרכזית שלו, באמצעות פלטת הלחץ. הדבר יוצר חיבור לא חיובי שמעביר את מומנט המנוע אל גל ההנעה הפנימי של התמסורת.

מצמד 1 נסגר/מצמד 2 נפתח



נפילת הלחץ במערכת ההפעלה המרכזית של מצמד 2 מפחיתה את כוח ההפעלה אשר מופעל על הדיאפרגמה, וכך מאפשר לקפיצי העלה המשיקים להרים את פלטת הלחץ מדסקת המצמד ולפתוח את המצמד. לא מועבר מומנט מנוע אל גל ההנעה החיצוני של התמסורת.

הפעלת ההילוכים הזוגיים

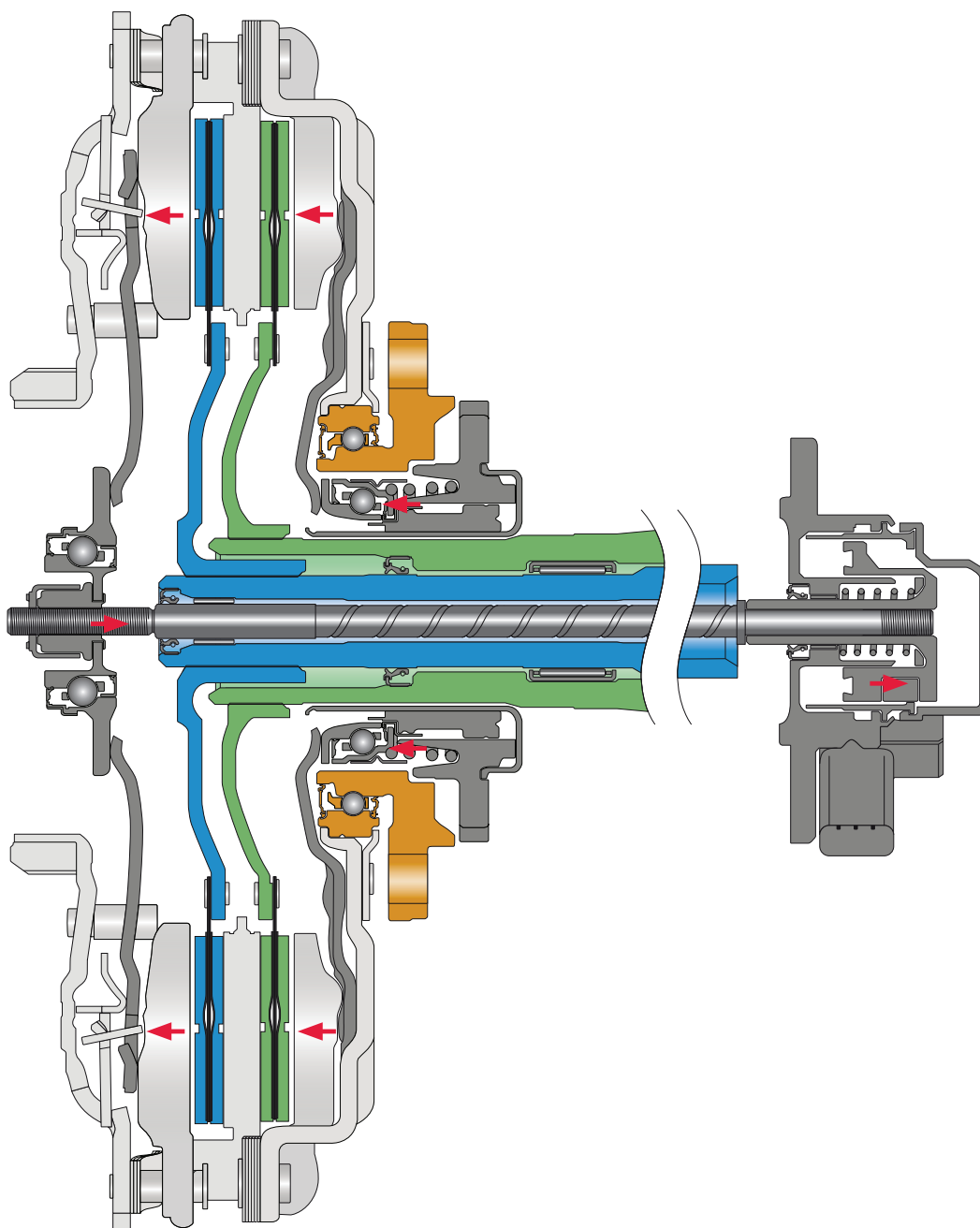
בתחילת תהליך ההחלפה להילוכים 2, 4 ו-6, מוגדל לחץ הבקרה הן במערכת ההפעלה והן במערכת השחרור. דבר זה גורם לפתיחת המצמד 1 ולסגירה של מצמד 2.

הלחץ ההידרואלי המוגבר מייצר כוח גדול יותר שמופעל על הבוכנה של משאבת המצמד המשנית של מצמד 1. הכוח מפעיל את קפיץ הדיאפרגמה. פלטת הלחץ מורמת על ידי קפיצי העלה המשיקים ומופרדת מדסקת המצמד.

מצמד 1 נפתח ומפריע להעברת הכוח אל גל ההנעה הפנימי של התמסורת.

בה בעת, משאבת המצמד המשנית מפעילה לחץ על קפיץ הדיאפרגמה של מצמד 2. קפיץ זה נשען כנגד המארז ומפעיל את פלטת הלחץ נגד הכוח של קפיצי העלה המשיקים. פעולה זו יוצרת חיבור שאינו חיובי, אשר מעביר את מומנט המנוע אל גל ההנעה החיצוני של התמסורת.

מצמד 1 נפתח/מצמד 2 נסגר

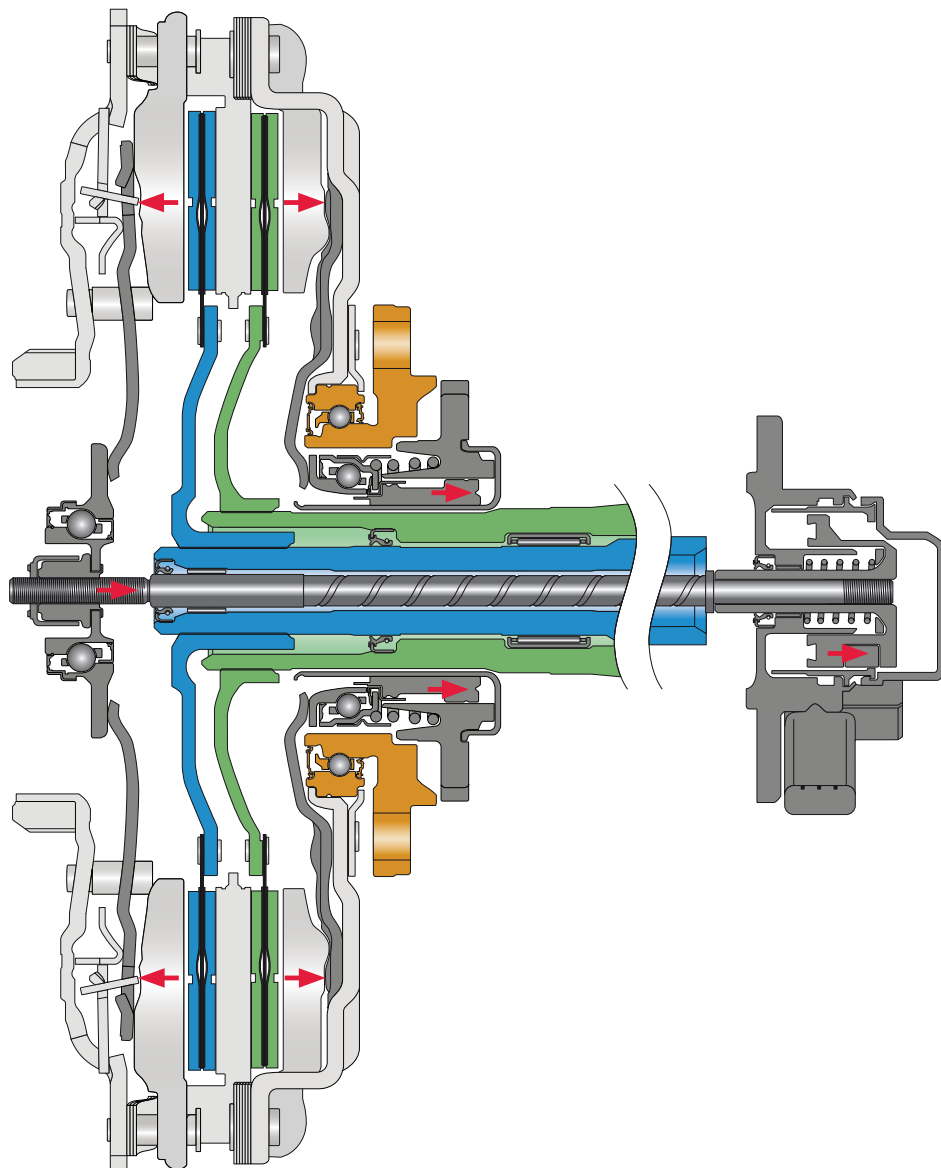


הפעלת מהירות סרק

בגלל פעולת הסגירה לסירוגין של המצמדים (cross-shifting), תמסורת משנה אחת מחוברת תמיד בחיבור לא חיובי אל המנוע. עם זאת, במצבים מסוימים - למשל בעת התנעה, סטייה או עצירה - יש להפסיק לחלוטין את זרימת הכוח. לשם כך, מערכת ההפעלה ומערכת השחרור מופעלות באופן שגורם לשני המצמדים להיפתח.

הפונקציות במצב פעולה זה הן כדלקמן: מצמד 1 מוחזק במצב פתוח באמצעות הלחץ שבמשאבת המצמד המשנית, שמוגדל ונשאר ברמה גבוהה ואחידה. במקביל, הלחץ במערכת ההפעלה המרכזית מופחת וגורם למצמד 2 להיפתח באופן בלתי תלוי ולנתק את זרימת הכוח.

מצמד 1 ו-2 נפתחים



כדי להבטיח זמינות של כוח הפעלה מספיק לאחר תקופה ממושכת של זמן השבתה, המערכת מצוידת בצובר לחץ. צובר הלחץ מנוטר על ידי חיישן ומקבל אספקה ממשאבה. מיד עם פתיחת דלת הנהג, יחידת הבקרה של התמסורת מזהה אם קיים לחץ מספיק לפתיחת מצמד 1, או אם יש צורך להגדיל את הלחץ.

6.2 מערכת שחרור והפעלה

משאבת מצמד משנית, מצמד 1

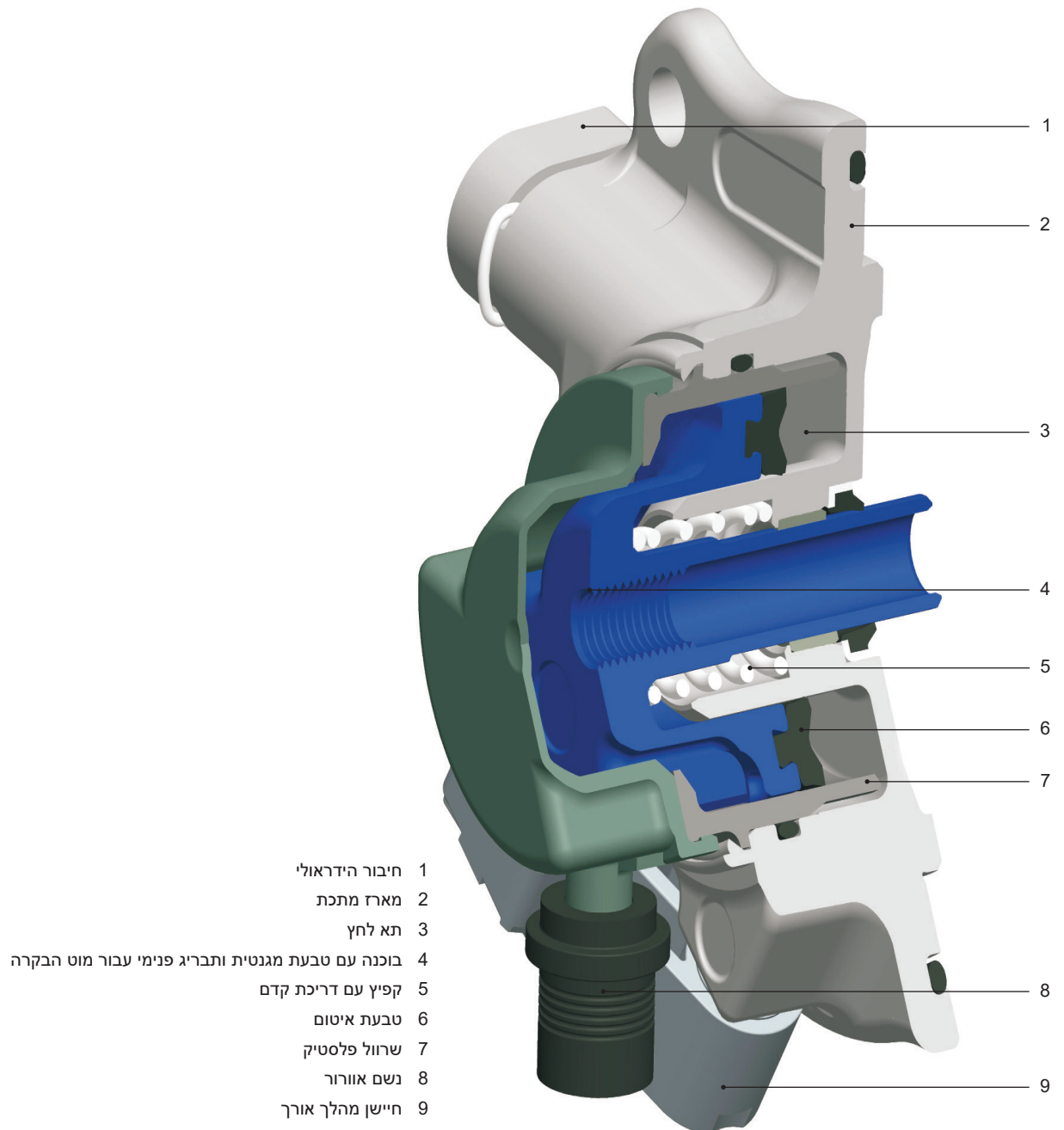
תכנון

הבוכנה חלולה ויש בה תבריג פנימי המשמש להתקנת מוט הבקרה. החלק החיצוני של הבוכנה מצויד בקפיץ עם דריכת קדם, שנתמך במיקום מרכזי.

משאבת המצמד המשנית נסגרת כלפי חוץ באמצעות כיסוי שמחובר לשרוול הפלסטיק. כיסוי זה מונע זיהום ומצויד באוורור כדי לאפשר קיזוז נפח.

משאבת המצמד המשנית תוכננה באופן ספציפי עבור מערכת המצמד הכפול של תמסורת C635 DDCT. משאבת המצמד המשנית מותקנת מול מארז הפעמון של המצמד, בחלק החיצוני של התמסורת, או בחלק האחורי של תיבת ההילוכים.

מארז המתכת מצויד בתותב פלסטיק, אשר משמש כמעטפת הצילינדר עבור הבוכנה. צורתה של הבוכנה היא כצורת עוגן, כשהראש דומה לטבעת. ראש הבוכנה מצויד בטבעת איטום, שמקובעת במקומה באמצעות חריץ.

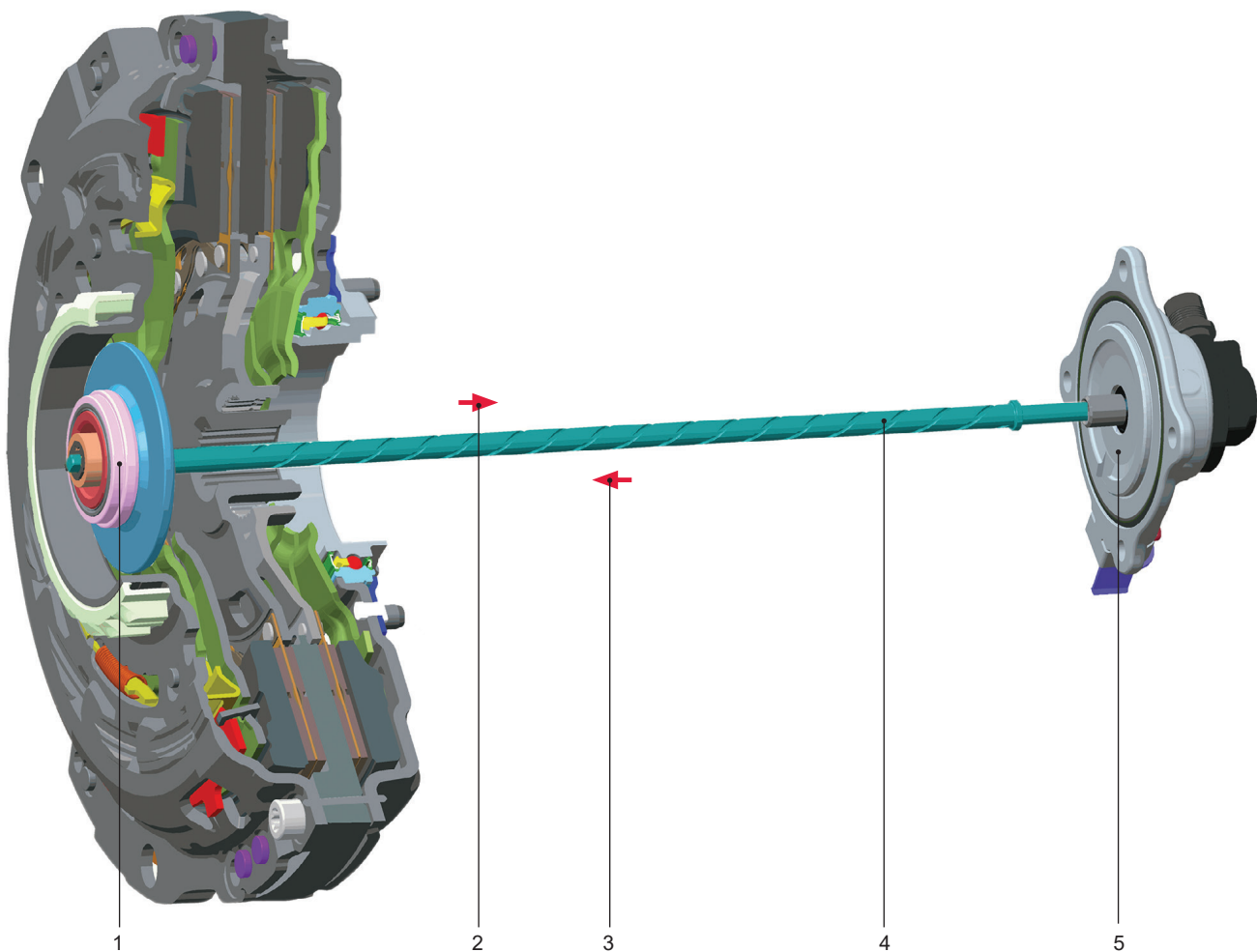


תפקוד

משאבת המצמד המשנית מפעילה את מצמד 1 עבור ההילוכים האי-זוגיים.

לצורך פתיחת המצמד, נוזל הידראולי נשאב לתוך תא הלחץ וגורם לבוכנה להימשך לאחור עם מוט הבקרה. כתוצאה מכך, קפיץ הדיאפרגמה מופעל באמצעות מיסב השחרור והמצמד מנותק.

אם הלחץ של הנוזל ההידראולי קטן, הבוכנה נעה לעבר מיקומה ההתחלתי בהשפעת כוחו של קפיץ הדסקה. במצב פעולה זה, הקפיץ בעל דריכת הקדם מאפשר דריכת קדם מסוימת של טבעת הלחץ וכך מפחית את השחיקה של משטחי המגע.



- 1 מיסב שחרור עם טבעת לחץ
- 2 כיוון התנועה לשחרור מצמד 1
- 3 כיוון התנועה להפעלת מצמד 1
- 4 מוט בקרה
- 5 משאבת מצמד משנית

מערכת הפעלה מרכזית, מצמד 2

תכנון

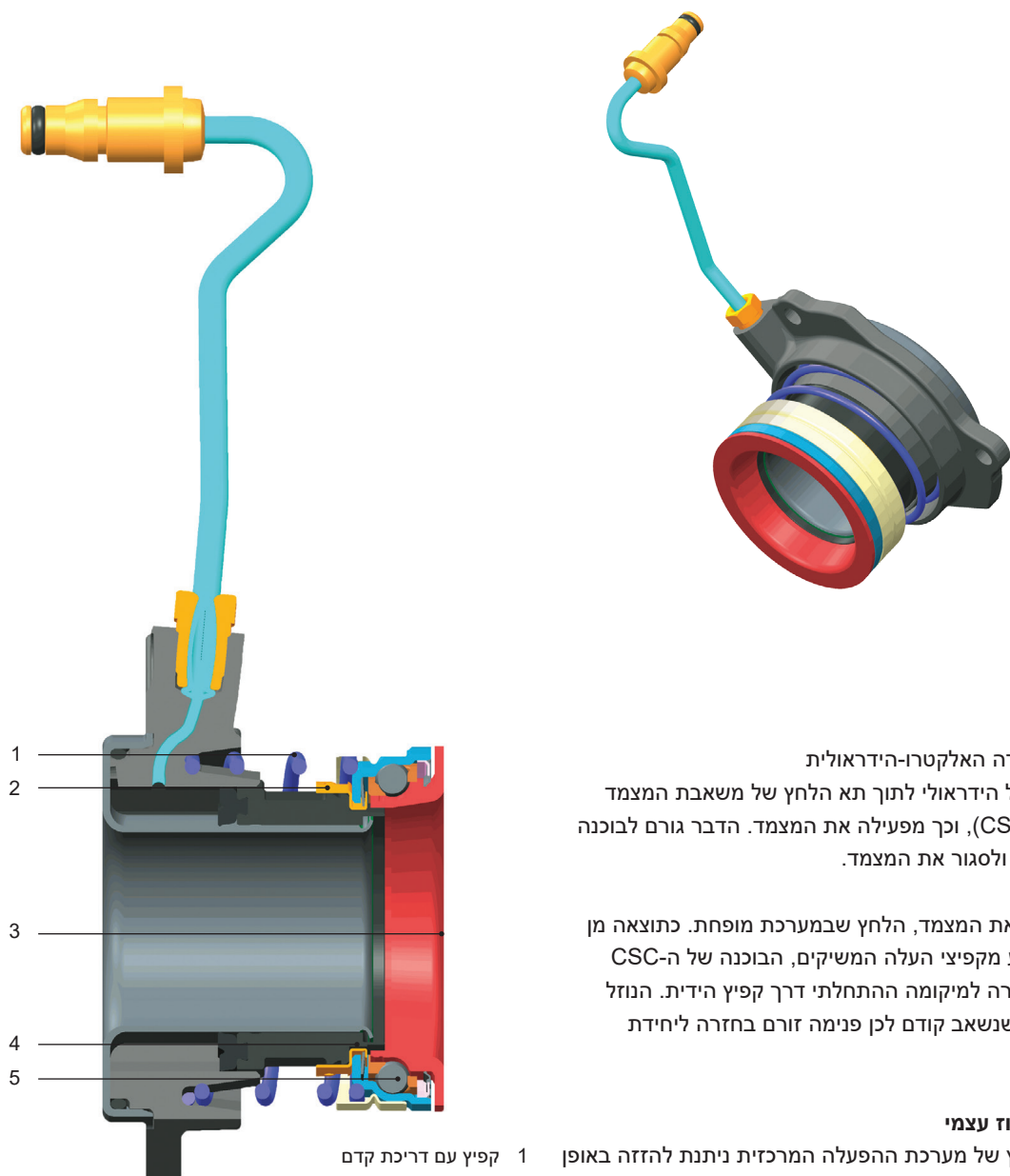
מערכת ההפעלה המרכזית כוללת בוכנה הידראולית בצורת טבעת, שנעה בתוך צילינדר כפול דפנות. צד אחד של הבוכנה סוגר את תא הלחץ

הצד האחר מצויד במיסב, שכולל טבעת לחץ עם מרכז עצמי. הקפיץ עם דריכת הקדם שנראה לעין מבחוץ ממוקם בין המארז לבין המיסב.

במקרה של אי התאמה אפשרית בין המנוע לבין התמסורת, תכונה זו מפחיתה את השחיקה של משטחי המגע עד למינימום.

זיהוי אותות

המיקום של מיסב השחרור מזוהה דרך רמת הלחץ. כחלק מתהליך זה, חיישן שנמצא ביחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית מקצה אות ספציפי ללחץ המתאים שבמערכת ההפעלה. באמצעות מידע זה, יחידת הבקרה יכולה לקבוע את המיקום של מיסב השחרור.



תפקוד

יחידת הבקרה האלקטרו-הידראולית מעבירה נוזל הידראולי לתוך תא הלחץ של משאבת המצמד המשנית (CSC), וכך מפעילה את המצמד. הדבר גורם לבוכנה לנוע החוצה ולסגור את המצמד.

כדי לפתוח את המצמד, הלחץ שבמערכת מופחת. כתוצאה מן הכוח שמגיע מקפיצי העלה המשיקים, הבוכנה של ה-CSC נדחפת בחזרה למיקומה ההתחלתי דרך קפיץ הידית. הנוזל ההידראולי שנשאב קודם לכן פנימה זורם בחזרה ליחידת הבקרה.

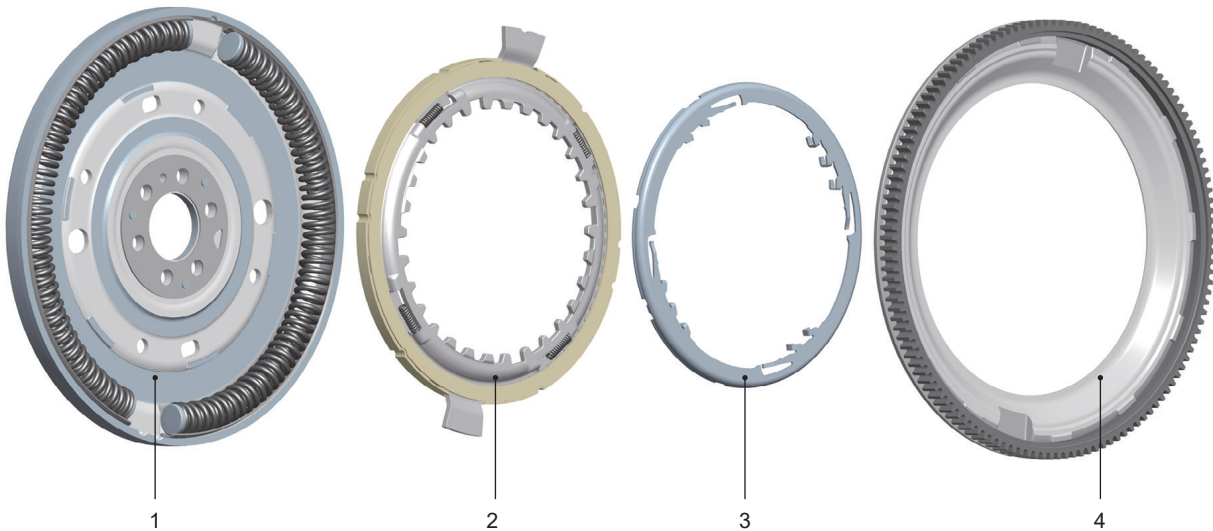
פעולת מרכז עצמי

טבעת הלחץ של מערכת ההפעלה המרכזית ניתנת להזזה באופן רדיאלי ובגלל הכוח של הקפיץ עם קדם הדריכה, נשארת במגע מתמיד עם המצמד. בגלל תכונות אלה, טבעת הלחץ יכולה למרכז את עצמה על הקצוות של קפיץ הדיאפרגמה באופן בלתי תלוי במהלך הפעולה.

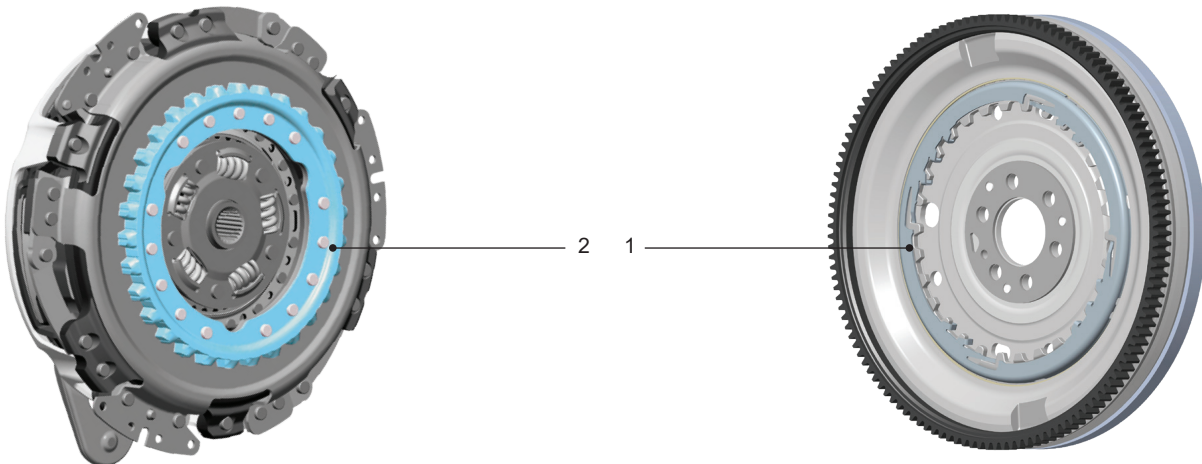
7 גלגל תנופה כפול מסה (DMF) עבור תמסורת המצמד הכפול (DCT)

במקרה זה, המסה המשנית של גלגל התנופה מהווה חלק ממשקל המצמד הכפול, שממוקם על גבי גל הנעה (גל מוצק) השייך לתמסורת. המשמעות היא, כי סידור המיסבים הישיר של המסות הסמוכות, אשר עושות שימוש במיסב כדורי או מיסב החלקה ואשר קיים בגלגלי DMF מסורתיים, מושמט אף הוא.

גלגל התנופה שנמצא בשימוש עם ה-DCT הוא צורה מיוחדת של ה-LuK DMF. ממש כמו גלגלי DMF בתמסורות ידניות, יש צד ראשי וצד משני. עם זאת, בניגוד לגלגלי DMF מסורתיים, הצד המשני אינו חלק קבוע של ה-DMF ולפיכך אינו מתוכנן כמסה של גלגל תנופה, אלא בצורת תושבת, ומשמש רק כחיבור בין המסה הראשית לבין המצמד הכפול.



- 1 מסה ראשית עם קפיצים מעוקלים
- 2 אוגן עם שיניים פנימיות, לקליטת השפה של גלגל השיניים של המצמד הכפול.
- 3 טבעת מונעת חופש
- 4 כיסוי עבור מסה ראשית עם גלגל שיניים למתנע



- 1 טבעת מונעת חופש
- 2 גלגל שיניים של המצמד הכפול

כיוון ששני גלגלי השיניים המשתלבים יפיקו רעש כתוצאה מן המרווח (בקלש, Backlash) בין השיניים, נעשה שימוש בטבעת מונעת חופש אשר מחוברת כאמצעי נגד. דבר זה גורם ליצירת לחיצה הדדית קבועה בין שני גלגלי השיניים, כך שאין כל מרווח בין שני צדדי השיניים. בגרסאות מסוימות יש לאפס את הטבעת שמונעת את המרווח באמצעות כלי מיוחד לפני התקנה בתמסורת.

הערה:

מידע נוסף אודות ה-DMF מתואר בחוברת של LuK "גלגל תנופה כפול מסה".

הבדל נוסף ביחס לגלגלי DMF מסורתיים טמון בעובדה, שהמשטח החיכוך שבצד המשני אינו קיים כאן. גם משטח זה ממוקם במצמד הכפול, שבו הוא מהווה את הפלטה המרכזית אשר עליה ממוקמים משטחי החיכוך עבור שני המצמדים. במקום משטח החיכוך שעל ה-DMF, נעשה שימוש בתושבת עם פנימיות. גלגל השיניים של המצמד הכפול משתלב עם בתושבת זו.

8 תיאור ותכולה של הכלים המיוחדים של LuK

ערכות הכלים הבאות זמינות נכון להיום:

- (עבור מערכות מצמד כפול רטוב)
- ערכת כלים של פולקסווגן (אאודי, סיאט, סקודה ופולקסווגן)
- (עבור מצמדים כפולים יבשים)
- ערכת כלים בסיסית
- ערכת כלים של פולקסווגן (אאודי, סיאט, סקודה ופולקסווגן)
- ערכת כלים לפורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט, מרצדס בנץ וכן גילי
- ערכת כלים לפורד 1.6/2.0 ליטר
- ערכת כלים לאיפוס (פורד, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט)
- ערכת כלים לאלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ וסוזוקי
- ערכת כלים משלימה (עבור הכלי המיוחד לשעבר של LuK למצמד כפול, מס. חלק: 10 0240 400)
- ערכת כלים משלימה (עבור הכלי המיוחד לשעבר של LuK למצמד כפול, מס. חלק: 10 0423 400)

העבודות על מערכות המצמד הכפול יבוצעו תמיד תוך שימוש בכלים מיוחדים אלה. הדבר מבטיח תיקונים מקצועיים ומונע נזק למצמד ולתמסורת.

Schaeffler Automotive Aftermarket מספקת מערכת כלים שמותאמת לעתיד, להתקנה/הסרה בצורה נכונה. המערכת מתאפיינת בתכנון מודולרי ומכילה ערכת כלים בסיסית וכן מספר ערכות כלים שספציפיות לרכב. ניתן בקלות להתאים את היצע הכלים למערכות מצמד כפול חדשות ועתידיות. הדבר מאפשר לשלב כלים כנדרש.



הערה:

אם יש לכם שאלות בנוגע למארז הכלים המיוחדים או לאבחון ותיקונים, פנו אל מרכז השירות REPERT של Schaeffler בטלפון +49 0800 1753-333*

*מספר חיוג חינם, שני עד שישי בין 8 בבוקר ל-5 אחה"צ.

8.1 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים רטובים

ערכת כלים של פולקסווגן

החדש, נדרש פין קיבוע. בניגוד לכלים שווי ערך, כלי זה מתוכנן באופן שמונע את הצורך ברכיבים מכניים נוספים לאורך תהליך ההתקנה. לאחר ההתקנה, יש לכוונן את המרווח הצירי של המצמד הכפול באמצעות דסקיות (כלולות ב-RepSet). בערכת הכלים כלולים גם כלי המדידה הדרושים ואמצעי ההתקנה שלהם.

הכלי המיוחד של LuK הוא פריט חיוני להסרה/התקנה נכונה של מצמדים כפולים רטובים בתמסורות של 6 ו-7 הילכים. מספר חלק: 400 0540 10. בגלל חלל ההתקנה מוגבל, לא ניתן להסיר את המצמד הכפול מן המארז ולהכניסו בחזרה למקומו באופן ידני. לפיכך, הערכה מכילה שני כלי התקנה מיוחדים המשמשים למטרה זו. כדי לאפשר התקנה מקצועית של המצמד הכפול



חלק 10 0540 400

1	פטיש החלקה	6	פין קיבוע עבור DQ 250
2	חוגן עם מעמד	7	פין קיבוע עבור DQ 380/81 ו-DQ 500
3	תושבת	8	שרוול הרכבה עבור DQ 250
4	2 פקקי אטימה	9	חולץ המכסה
5	2 תפסי הרכבה	10	שרוול הרכבה עבור DQ 380/81 ו-DQ 500

8.2 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים יבשים

ערכת כלים בסיסית

הם מהווים ערכה מלאה עבור תיקונים מקצועיים. הדבר מתייחס כמעט לכל מערכות המצמד הכפול היבש שזמינות נכון להיום דרך LuK, למעט אלפא/פיאט, ג'יפ וסוזוקי.

ערכת הכלים הבסיסית (מס. חלק 10 0418 400) מהווה את הבסיס של מערכת הכלים המודולרית. היא מכילה את אותם כלים שנדרשים בדרך כלל עבור כל התיקונים שמבוצעים במצמדים כפולים. בשילוב עם ערכת הכלים הספציפית לרכב,



מס. חלק 10 0418 400

- | | | | |
|---|-------------------------------------|----|---------------------------------|
| 1 | חולץ בעל 3 רגליים | 7 | תומך תמסורת עם כוונן גובה |
| 2 | בורגי הידוק החולץ | 8 | 2 פקקי אטימה עבור חורי גל ההנעה |
| 3 | 3 M10 ברגים מתוברגים, אורך 100 מ"מ | 9 | כלי איפוס DMF |
| 4 | 3 M10 ברגים מתוברגים, אורך 160 מ"מ | 10 | מפתח שחרור נעילה |
| 5 | פלייר נועלי ציר (ציר קליפס), זוויתי | 11 | מפתח ברגים מיוחד עם קצה פתוח |
| 6 | מגנט | | |

ערכת כלים של פולקסווגן

(החל ביוני 2011) ברכבים שיוצרו על ידי אאודי, סיאט, סקודה
ופולקסווגן, עם תמסורת 0AM וכן 0CW

ערכת כלים זו, הספציפית לרכב (מס. חלק 10 0419 400)
מצריכה שילוב עם ערכת הכלים הבסיסית. ניתן להשתמש בה
להסרה, התקנה וכוונון של מצמדים כפולים יבשים מדור ראשון
(עד מאי 2011) וכן מדור שני



- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 8 שרוול לחץ להסרה | 1 חוגן עם מעמד |
| 9 פקקי אטימה | 2 מד ייחוס 32.92 מ"מ (דור 1, K2) |
| 10 3 תפסי החליצה | 3 מד ייחוס 48.63 מ"מ (דור 1, K1) |
| 11 מד הגדרה עבור מד הייחוס | 4 מד ייחוס 32.12 מ"מ (דור 2, K2) |
| 12 וווי בדיקה (קרסים) | 5 מד ייחוס 48.42 מ"מ (דור 2, K2) |
| 13 משקולת, 3.5 ק"ג | 6 3 נועלי התפסים |
| | 7 שרוול תמיכה עבור ההתקנה |

ערכת כלים לפורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאצ'יה, סמארט, מרצדס בנץ וכן גילי

סמארט (H-DCT 6 מהירויות תמסורת), מרצדס בנץ (תמסורת 6 הילוכים 6G-DCT) וכן גילי (6-מהירויות תמסורת 6DCT). יש להשתמש בה עם ערכת הכלים הבסיסית.

ערכת כלים זו (מס. פריט 10 0470 400) מכילה את כל הכלים הדרושים לביצוע תיקונים מקצועיים במצמד כפול יבש ברכב רנו, דאצ'יה (DC0/DC4 תמסורת 6 הילוכים), יונדאי/קיה (D6GF1 6מהירויות), פורד 1.0 ליטר (תמסורת 6 הילוכים DPS6).



מס. חלק 10 0470 400

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | שרוול התקנה עבור פורד, רנו, דאצ'יה, סמארט, מרצדס בנץ וגילי | 4 | שרוול התקנה עבור יונדאי וקיה |
| 2 | שרוול חליצה עבור פורד, רנו, דאצ'יה, סמארט, מרצדס בנץ וגילי | 5 | שרוול חליצה עבור יונדאי וקיה |
| 3 | תפס נעילה | 6 | פין מתברג עם תברג עדין עבור יונדאי וקיה |
| | | 7 | מרווח |
| | | 8 | תפסי חליצה |

פורד 1.6/2.0 ליטר - ערכת כלים

ערכת כלים זו (מס. חלק 10 0427 400) מכילה את כל הכלים שנדרשים לביצוע תיקונים מקצועיים על מצמד כפול יבש ברכבי פורד עם מנוע בנזין 1.6 או 2.0 ליטר. יש להשתמש בה עם ערכת הכלים הבסיסית.



1	3 תפסי חליצה	5	2 ידידות
2	3 נועלי התפסים	6	תבנית KL-0500-8341 עבור מנועי 1.6 ליטר
3	שרוול חליצה	7	תבנית KL-0500-8342 עבור מנועי 2.0 ליטר
4	שרוול התקנה		

ערכת כלים לאיפוס

צורך בעבודה נוספת לפני ההתקנה. יש להחזיר את התקן הקיבוע הבטיחותי למקומו, אם ייעשה שימוש חוזר במצמד לאחר ההסרה, לדוגמה, משום שבוצעה עבודה על אטמי התמסורת. עבור עבודות מסוג זה יש להשתמש בערכת כלי האיפוס (מס. חלק 10 0425 400).

רכבים עם מצמדים כפולים יבשים חדשים מתוצרת רנו, דאצ'יה (תמסורת 6 הילוכים DC0/DC4), יונדאי/קיה (תמסורת 6 הילוכים D6GF1), פורד 1.0 ליטר (תמסורת 6 הילוכים DPS6), סמארט (תמסורת 6 הילוכים H-DCT), מרצדס בנץ (תמסורת 6 הילוכים 6G-DCT) וגילי (תמסורת 6 הילוכים 6DCT) מצוידים תמיד בהתקן נעילה לצורך תובלה. המשמעות היא, שלא יהיה



מס. חלק 10 0425 400

- | | | | |
|---|------------------------|----|------------------------|
| 1 | פלטת בסיס עם ציר | 7 | רכיב לחיצה Ø 131 mm K2 |
| 2 | אום נעילה | 8 | טבעת לחיצה Ø 85 mm K1 |
| 3 | מתאם | 9 | טבעת לחיצה Ø 105 mm K1 |
| 4 | 2 פני מיקום | 10 | טבעת מיקום K1 |
| 5 | 2 אומים מחוספסים | 11 | טבעת מיקום K2 |
| 6 | רכיב לחיצה Ø 115 mm K2 | 12 | 3 תופסני מיקום K1 |

ערכת כלים לאלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ וסוזוקי

מבוצע באמצעות כלי האיפוס המצורף. ניתן להתאים את הכלי לגרסאות ה-DMF השונות של מערכות המצמד הכפול היבש מתוצרת אלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ וסוזוקי, וזאת באמצעות פעולות כוונן ספורות. הכלי ניתן לשימוש ישירות על גבי הרכב.

ערכת הכלים (מס. חלק 10 0471 400) מכילה את כל הכלים שנדרשים לתיקון מקצועי של מצמדים כפולים יבשים ברכבי אלפא רומיאו/פיאט, ג'יפ וסוזוקי (תמסורת 6 הילוכים C635 DDCT). ערכת הכלים ניתנת לשימוש ללא ערכת הכלים הבסיסית. אם ה-DMF לא יוחלף, טבעת ביטול החופש המשויכת אליו תאופס ותינעל לפני ההתקנה של התמסורת. שלב זה



- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|-----------------------------------|
| 1 | 2 פקקי אטימה עבור פתחי הצריות | 6 | 3 מוטות מתברגים עבור שרוולי המרכז |
| 2 | 4 פקקי אטימה עבור הפתחים ההידראוליים | 7 | התקן התקנה עבור אטם הציר |
| 3 | התקן התקנה עבור מוט הבקרה | 8 | התקן התקנה עבור אטם הציר |
| 4 | ערכת מתאם הברגה משושה עבור מוט הבקרה | 9 | כלי איפוס DMF |
| 5 | 3 שרוולי מרכז | 10 | 2 בורגי נעילה |

ערכת כלים משלימה (עבור הכלי המיוחד הקודם של LuK למערכות מצמד כפול מס. חלק 10 0240 400)

יחד, התכולה של שתי ערכות הכלים תואמת לערכת הכלים הבסיסית ולערכת הכלים של פולקסווגן.

הכלי המיוחד הקודם של LuK עבור מצמד כפול (מס. חלק 10 0240 400) ניתן להתאמה להיצע מערכות הכלים החדשות והמודולריות בעזרת ערכת הכלים המשלימה (מס. חלק 10 0240 400).



מס. חלק 10 0420 400

- 5 מד ייחוס 48.42 מ"מ (דור 2, K2)
- 6 כלי איפוס DMF
- 7 מפתח שחרור נעילה

- 1 תומך תמסורת עם כוונן גובה
- 2 פקקי אטימה עבור חורי גל ההנעה
- 3 מפתח ברגים מיוחד עם קצה פתוח
- 4 מד ייחוס 32.12 מ"מ (דור 2, K2)

ערכת כלים משלימה (עבור הכלי המיוחד הקודם של LuK למערכות מצמד כפול מס. חלק 10 0423 400)

רנו, דאצ'יה, יונדאי/קיה, פורד-1.0 ליטר, סמארט, מרצדס בנץ, גילי. יש להשתמש בה עם ערכת הכלים הבסיסית.

ערכת הכלים הקודמת של רנו (מס. חלק 10 0423 400) ניתנת לשינוי בעזרת ערכת הכלים המשלימה (מס. חלק 10 0520 400) עד לרמת התכולה של ערכת הכלים החדשה של



מס. חלק 10 0520 400

- | | |
|---|--|
| 1 | שרוול לחיצה עבור פורד, רנו, דאצ'יה, סמארט, מרצדס בנץ, גילי |
| 2 | שרוול חילוץ עבור פורד, רנו, דאצ'יה, סמארט, מרצדס בנץ, גילי |
| 3 | תפס נעילה |
| 4 | שרוול לחיצה עבור יונדאי וקיה |
| 5 | שרוול חילוץ עבור יונדאי וקיה |
| 6 | פין מתברג עם תבריג עדין עבור יונדאי וקיה |
| 7 | מרווח |

9 סקירה כללית של אופן השימוש בערכות הכלים

9.1 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים יבשים

הטבלה הבאה מראה אילו ערכות כלים יש לשלב אם אין עדיין ערכת כלים מיוחדת זמינה של LuK.

יישום	אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, דור 1	אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, דור 1	פורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט, מרצדס, בנץ, גילי	פורד 1.6/2.0 ליטר	אלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ, סוזוקי
ערכת כלים	ערכת כלים בסיסית מס. חלק. 10 400 0418	X	X	X	
	ערכת כלים של פולקסווגן מס. חלק. 10 400 0419	X			
	ערכת כלים לפורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט, מרצדס, בנץ, גילי – מס. חלק. 10 400 0470		X		
	ערכת כלים לפורד 1.6-/2.0 ליטר מס. חלק. 10 400 0427			X	
	ערכת כלים לאלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ וסוזוקי מס. חלק. 10 400 0471				X

הטבלה הבאה מראה כיצד משולבות מערכות הכלים, אם הכלי המיוחד של LuK למצמד הכפול מס. חלק 10 400 0240 כבר זמין.

יישום	אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, דור 1	אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, דור 2	פורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט, מרצדס, בנץ, גילי	פורד 1.6/2.0 ליטר	אלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ, סוזוקי
ערכת כלים	ערכת כלים משלימה מס. חלק. 10 400 0420	X	X	X	
	ערכת כלים לפורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט, מרצדס, בנץ, גילי – מס. חלק. 10 400 0470		X		
	ערכת כלים לפורד 1.6-/2.0 ליטר מס. חלק. 10 400 0427			X	
	ערכת כלים לאלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ וסוזוקי מס. חלק. 10 400 0471				X

אם מצמד כפול שכבר היה בשימוש בעבר מותקן מחדש, יש לאפס את התקני הנעילה לצורך תובלה. הרכבים הרלוונטיים וכלי האיפוס הנדרש מפורטים בטבלה הבאה.

יישום	אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, דור 1	אאודי, סיאט, סקודה, פולקסווגן, דור 2	פורד 1.0 ליטר, יונדאי, קיה, רנו, דאציה, סמארט, מרצדס, בנץ, גילי	פורד 1.6/2.0 ליטר	אלפא רומיאו, פיאט, ג'יפ, סוזוקי
ערכת כלים	ערכת כלים לאיפוס מס. חלק. 10 400 0425		X	X	

9.2 ערכות כלים עבור מצמדים כפולים רטובים

עבור המצמדים הכפולים הרטובים בתמסורות 6 ו-7 הילוכים של קבוצת פולקסווגן, יש להשתמש בערכת הכלים של פולקסווגן (רטוב) מס. חלק: 10 400 0540 בלבד.

