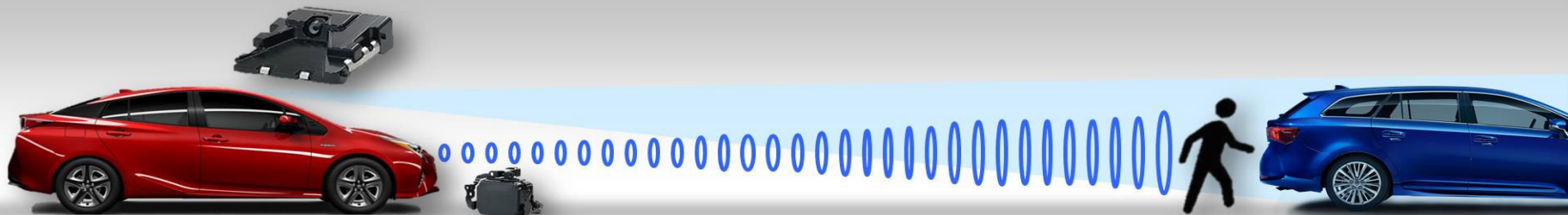


השתלמות מורים  
בנושא  
מערכות עזר לנהג

ADAS – Advanced Driver Assist  
Systems

# ADAS – Advanced Driver Safety Systems



# הקדמה – Advanced Driver Assist Systems

## סילבוס השתלמות למורים בנושא מערכות עזר לנהג - ADAS

### מטרות ההשתלמות:

רכישת ידע בנושא מערכות עזר לנהג , לימוד מבנה ועיקרון פעולה של מרכיבי המערכת ,  
הבנת התהליכים המתרחשים בזמן אמת

### מפגשים ונושאים :

1. מערכות בטיחות אקטיביות פסיביות חזרה וריענון
2. חיישנים חדשים במערכות ADAS - עקרון פעולה מבנה וסוגים  
מצלמות דרך ונתיב  
רדאר דופלר  
לידאר  
חיישנים אולטראסוניים
3. מערכת בקרת שיוט סטנדרטית ואדפטיבית ACC – לוגיקה ועיקרון פעולה
4. מערכות שמירת נתיב LDS LKS – סוגים , לוגיקה , עיקרון פעולה , מגבלות
5. מערכת זיהוי תמרורים ורמזורים משולבת GPS – מבנה עיקרון פעולה
6. מערכת בלימת חרום אוטומטיות ואוטונומיות – לוגיקה , עיקרון פעולה , מגבלות
7. מערכת עזר לזיהוי שטחים מתים – מבנה , עיקרון פעולה , מגבלות
7. מערכת לזיהוי תנועה חוצה מאחור – מבנה , עיקרון פעולה , מגבלות
8. מערכת חניה אוטומטית – מבנה עיקרון פעולה , מגבלות , יישומים
9. מערכת תאורה אוטומטית אדפטיבית – מבנה עיקרון פעולה
10. אבחון תקלות , כיוול במערכות , ציוד בדיקה , הוראות יצרן
11. פרויקט סיום ועובדות ביניים

# הקדמה – Advanced Driver Assist Systems

מה ADAS ? כלל מערכות עזר ובטיחות המותקנות בכלי רכב המשפרות באופן מהפכני את בטיחות כלי הרכב הנוסעים בדרכים עירוניות ובין עירוניות ומשתמשי הדרך לסוגיהם כולל נוסעי הרכב , הולכי רגל , רוכבי דו גלגלי ועוד.

## המטרות :

- ✓ העלאת רף הבטיחות לנוסעים ברכב ומשתמשי הדרך
- ✓ מניעת תאונות וזיהוי מצבי קדם תאונה
- ✓ שמירה על בטיחות הנסיעה בכל תנאי הדרך
- ✓ התמצאות סביבתית בנסיעה בכל דרך
- ✓ יצירת סביבת נהיגה בטוחה יותר בעזרת טכנולוגיה מתקדמת ואמינה
- ✓ עזר לנהג במצבי חרום
- ✓ תיקון טעויות נהג
- ✓ קישוריות V2V , V2XX
- ✓ מערכות בטיחות אוטונומיות והרכב האוטונומי

# הקדמה – Advanced Driver Assist Systems

טכנולוגיית ADAS מתפתחת ומתרחבת וייצרני מכוניות מקדמים את מכירות כלי הרכב על ידי הרחבת טווח מערכות הבטיחות והנוחות, וכך גדלה מטריית ADAS ומכילה מגוון מערכות אקטיביות ופאסיביות המוצעות כסטנדרט או כאופציה ברכבים משפחתיים ובכלי רכב מסחריים וכבדים. חלק מהפונקציות הכלולות ב- ADAS נהפכו לפונקציות מנדטוריות בכל העולם וזאת רק ההתחלה.

## האם ידעת ?

למחשב ברכב נדרש 0.25 ש"ש של שנייה (25 מילי שניות) כדי להגיב לסכנת בטיחות מתקרבת. אדם לעומת זאת, לאחר שהתגבר על אלמנט ההפתעה, מגיב באיחור של שנייה.

עלייה בצפיפות התעבורה בדרכים, שימוש בטלפונים חכמים ואפליקציות אוטומוטיביות והגדלת רמות האבזור הדיגיטליות ברכב המודרני מסיתים את מרכז תשומת הלב של הנהג ומקטינים את רמת הבטיחות בנהיגה. מחקרים הוכיחו שמעל 50% מהתאונות נגרמו עקב אי חוסר ריכוז של הנהג במצבי סיכון והוא יישאר החוליה החלשה בשרשרת בכל הנוגע לתגובה והתנהגות במצבי סיכון העלולים להסתיים בתאונה.

מערכות ADAS מסייעות לנהג ביכולתן לעבד מידע במהירות ובדיוק רב ומאפשרות תגובות אוטומטיות מהירות למצבי סיכון.

# הקדמה – Advanced Driver Assist Systems

---

התפתחות מערכות בטיחות ועזר לנהג

מערכות בטיחות אקטיביות מוכרות לנו עד כה ?

מערכת ABS – Anti Lock braking System – מערכת למניעת נעילת גלגלים בבלימה

מערכת TCS/ASR – Traction Control System – מערכת נגד החלקת גלגלים

מערכת BAS – Brake assist System – מערכת עזר לבלימת חרום

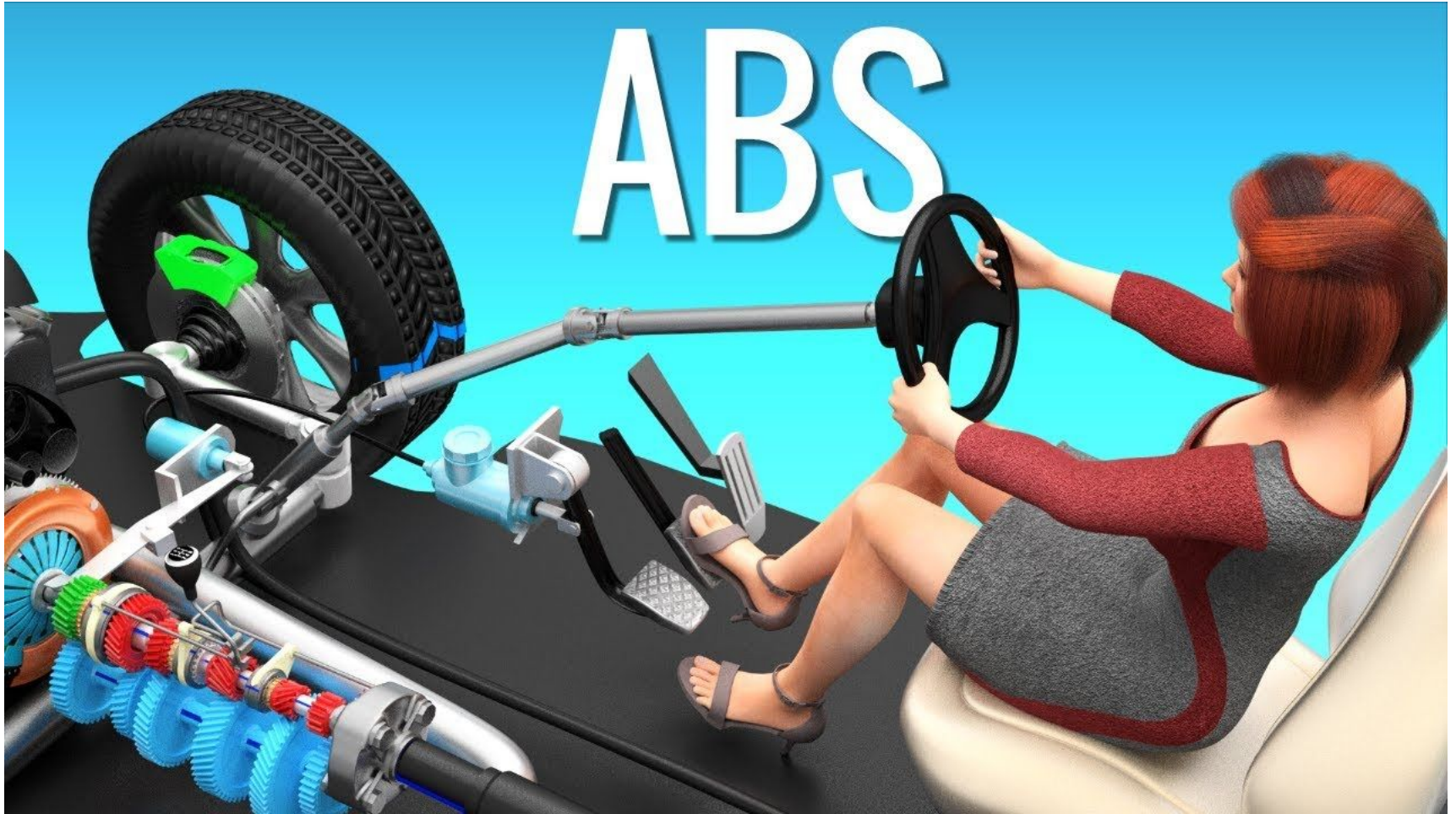
מערכת EBD – Brake Distribution System Electronic – מערכת חלוקת כוחות בלימה

מערכת VDC/ESP – Vehicle Dynamic Control – מערכת בקרת יציבות

מערכת EPS – Electronic Power Steering – הגה כוח חשמלי או חשמלי/מכאני

מערכת SRS – Supplementary Restrain System – מערכת כריות אוויר

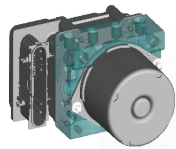
# Anti Lock Brake System



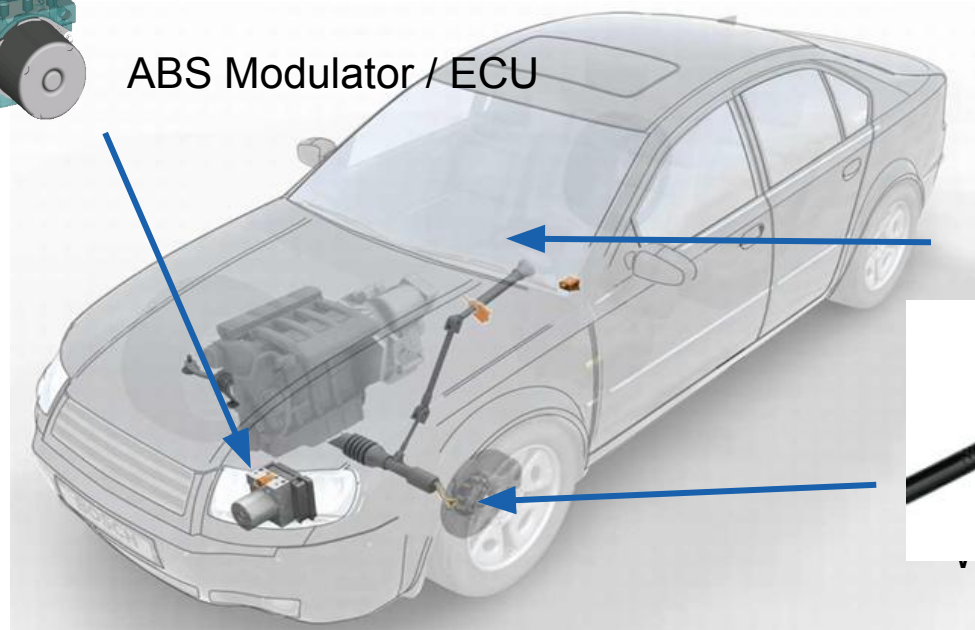
# Anti Lock Brake System – Function & properties

## תפקיד ותכונות מערכת ABS :

- מניעת נעילת גלגלים בעת בלימה על ידי הפחתת לחץ הבלימה על הגלגלים הנעולים
- בבלימת חירום הרכב שומר על כושר היגוי סביר המאפשר התחמקות מתאונה.
- מרחק הבלימה מתקצר בעיקר בכבישים חלקים.
- המערכת מונעת את סטיית הרכב בשעת הבלימה בכל תנאי הכביש.
- הטמפרטורה בין הצמיג לכביש נמוכה יחסית.
- הבלאי ושחיקת הצמיג נמוכה יותר.
- הבלימה מתרחשת בתחום שבו מקדם החיכוך הוא מכסימאלי.



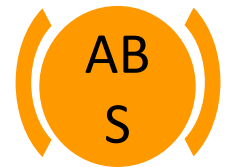
ABS Modulator / ECU



ABS Warning light



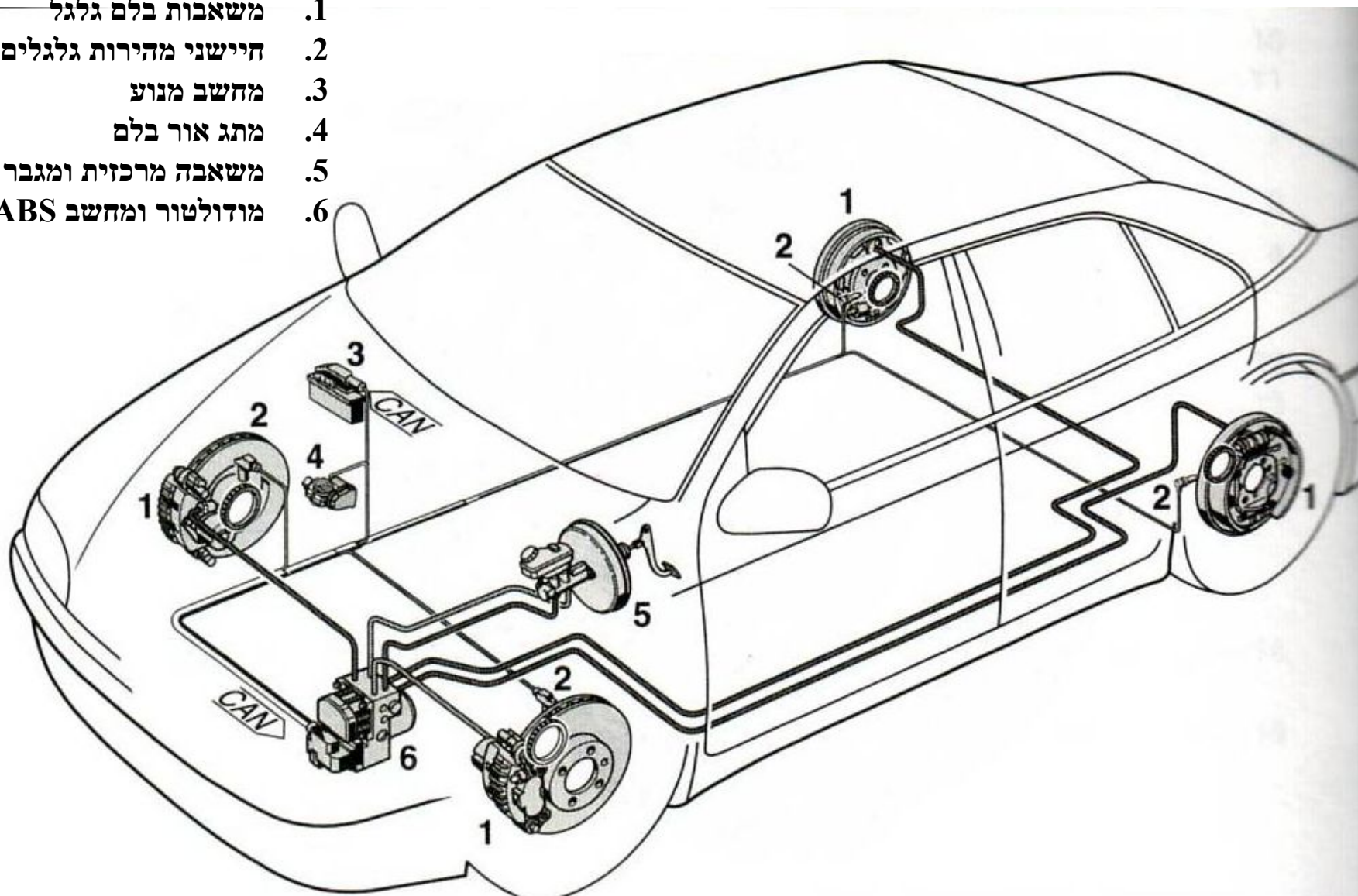
Wheel Speed Sensor



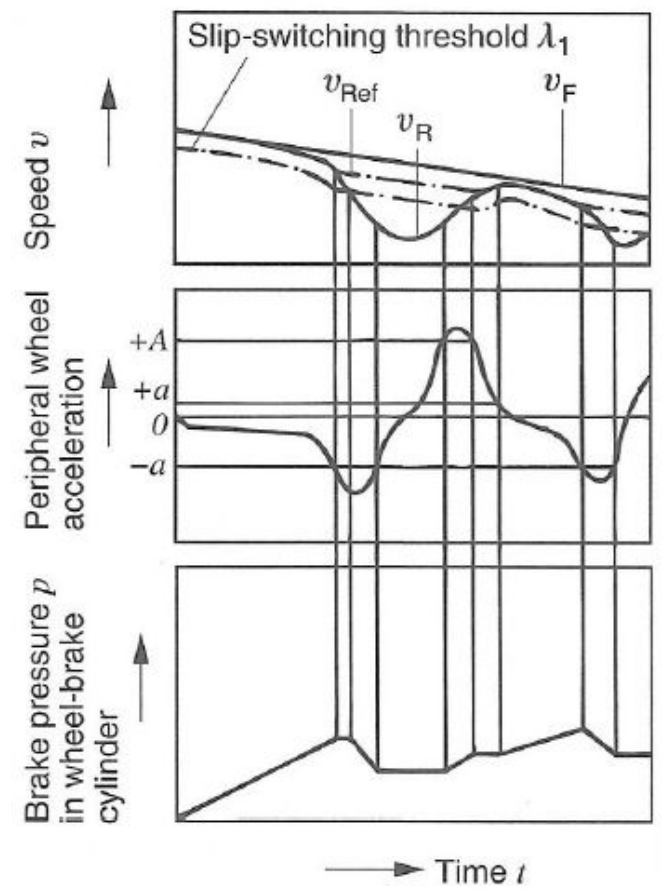
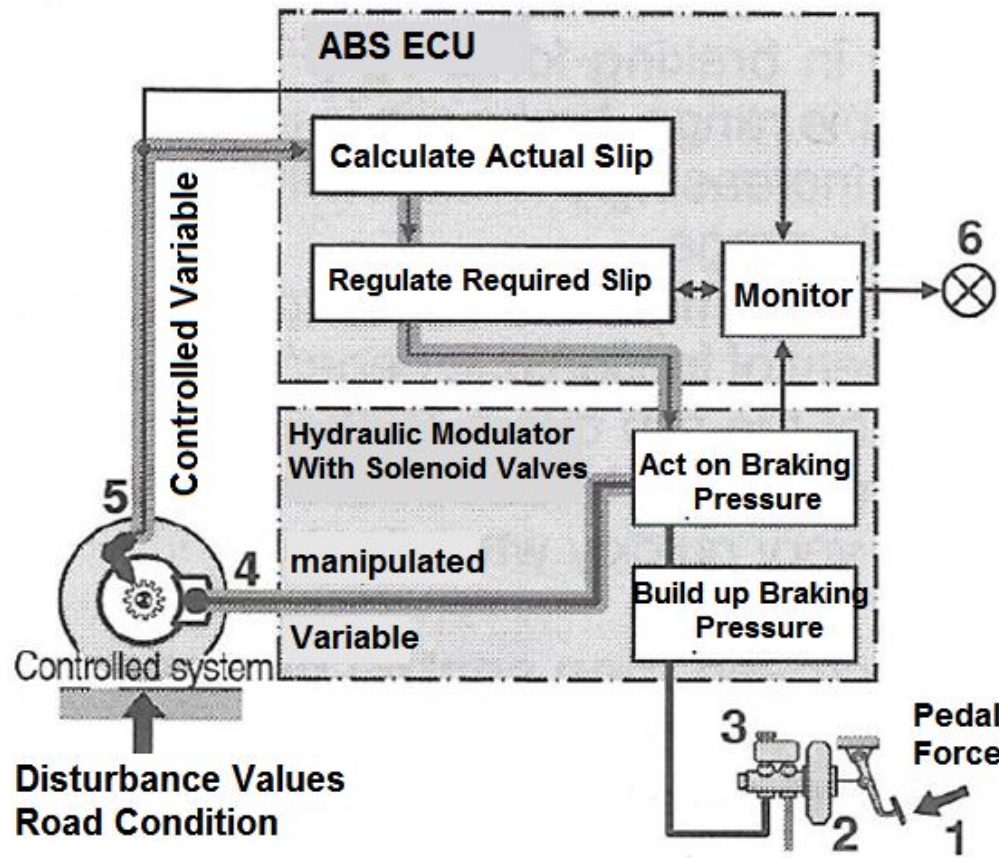


# Anti Lock Brake System – System Description/Location

- 1. משאבות בלם גלגל
- 2. חיישני מהירות גלגלים
- 3. מחשב מנוע
- 4. מתג אור בלם
- 5. משאבה מרכזית ומגבר בלם
- 6. מודולטור ומחשב ABS



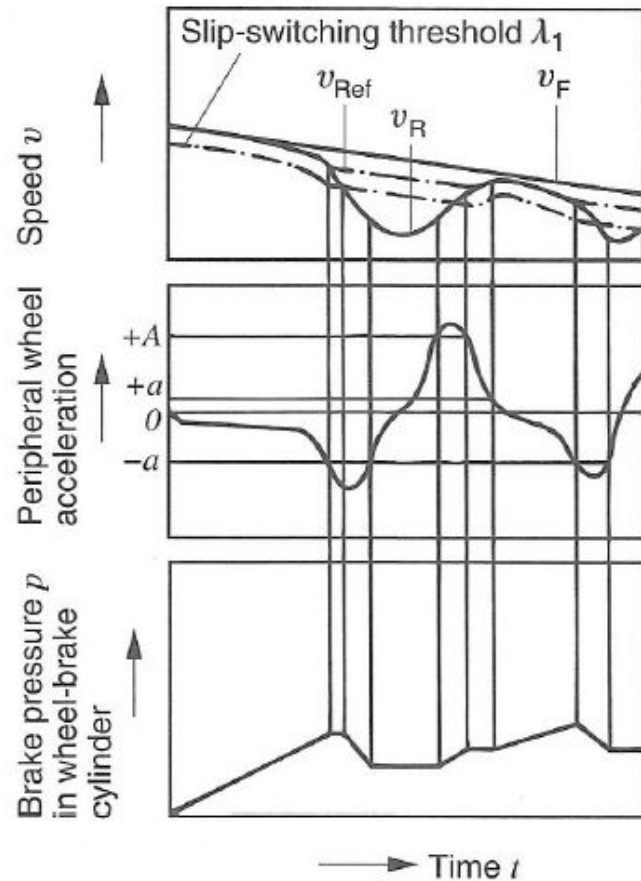
# Anti Lock Brake System – Basic closed Loop Process



1. דוושת בלם
2. מגבר בלם
3. משאבת בלם מרכזית
4. משאבת בלם גלגל
5. חיישן מהירות גלגל
6. נורת התראה

- $V_{ref}$  – מהירות יחסית
- $V_R$  – מהירות סיבוב היקפית
- $V_F$  – מהירות רכב
- $a / A$  – ערכי סף תאוצת/תאוצת גלגל

# Anti Lock Brake System – Basic closed Loop Process



הגרף מראה בקרת בלימה אוטומטית במקרה של מקדם חיכוך גבוה. שיעור שינוי מהירות הסיבוב של הגלגל בעת הבלימה מחושב ביחידת הבקרה. בעת בלימה כשהמערכת מזהה סף נעילת גלגל וערך התאוצה יורד מתחת לסף התאוצה  $a$  – היחידה ההידראולית מופעלת למצב שמירת לחץ קבוע ועולה תאוצת הגלגל מעל ערך הסף  $a$  – והיחידה ההידראולית נכנסת למצב שמירת לחץ קבוע. כאשר תאוצת הגלגל עולה עד ערך הסף  $+A$  עולה שוב לחץ הבלימה תאוצת הגלגל יורדת שוב והרכב נכנס לתחום היציבות בשליטה על רמת ההחלקה בחוג סגור. כלי רכב המונעים 4X4 ונעילת דיפרנציאל תנאי כביש מסוימים מעמידים קשיים בעת פעולת מערכת ABS. בעת פעולת המערכת נלקחת המהירות היחסית של הרכב  $V_{ref}$  כנתון בעדיפות גבוהה, הורדת ערכי סף של מקדם התאוצה והפחתת מומנט וכוח המשיכה של המנוע.

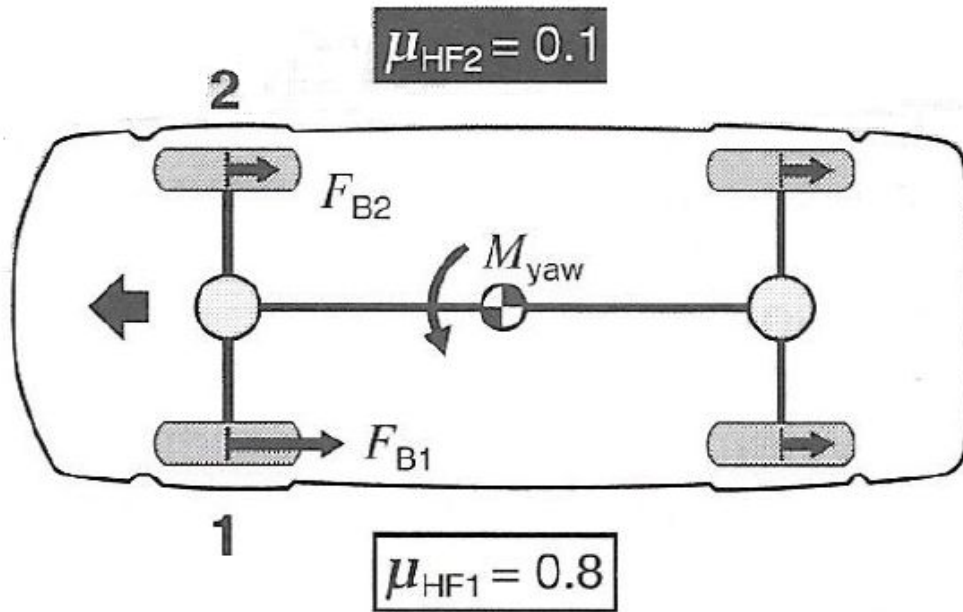
$V_{ref}$  – מהירות יחסית

$V_R$  – מהירות סיבוב היקפית

$V_F$  – מהירות רכב

$a / A$  – ערכי סף תאוצת/תאוצת גלגל

# Anti Lock Brake System – control cycle with Yaw Moment



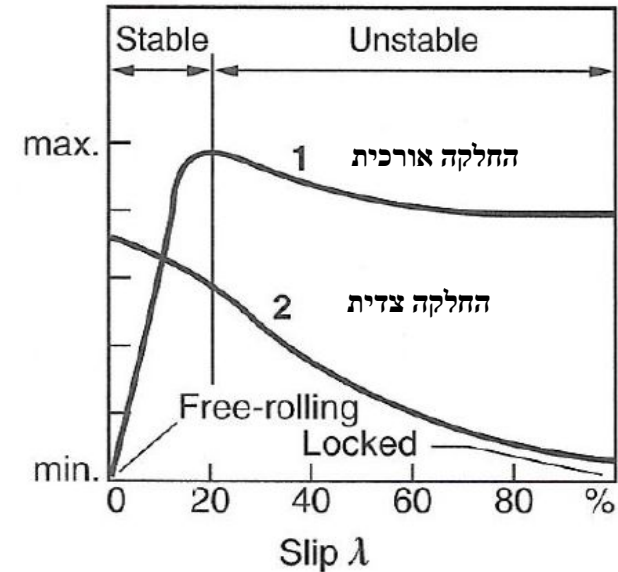
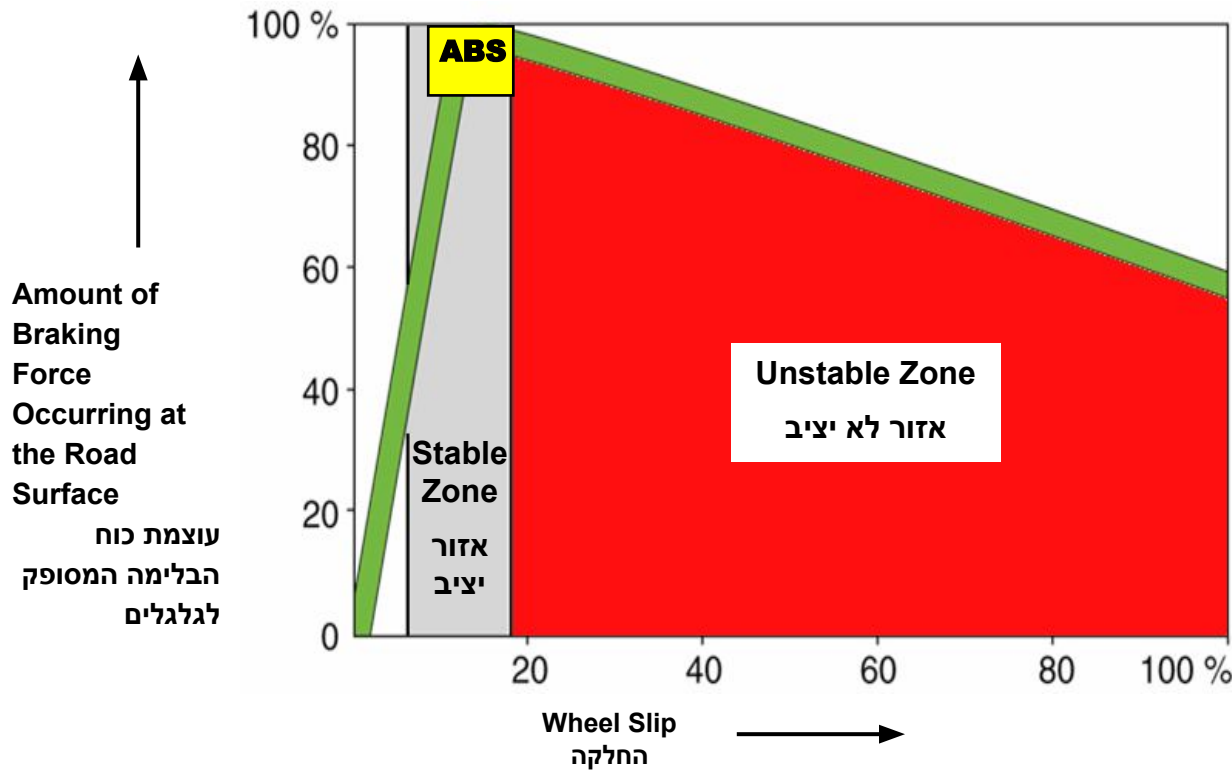
כאשר הבלמים מופעלים על משטח דרך בעל אחיזה (מקדם חיכוך) לא אסימטרית לדוגמה באיור:

גלגל קדמי שמאלי על משטח אספלט בעל מקדם חיכוך גבוה פועל כוח בלימה גדול  $F_{B1}$ , גלגל קדמי ימני על שלג בעל מקדם חיכוך נמוך פועל כוח בלימה קטן  $F_{B2}$  עקב נעילה מהירה של הגלגל. בלתי נמנע שכוחות הבלימה השונים בגלגלים הקדמיים יגרמו למומנט סבסוב  $M_{yaw}$  על הציר האנכי של הרכב. לאור זאת מערכת ABS חייבת להכיל גם חיישן סבסוב על מנת לאפשר בקרה נגד החלקה בבלימות חירום המתבצעות על משטחי דרך אסימטריים. חיישן הסבסוב מאפשר ריסון עליית לחץ הבלימה של הגלגל הפועל על המשטח בעל מקדם חיכוך גבוה תוך הקפדה יתרה שלא להגדיל את מרחק הבלימה.

- מומנט סבסוב  $M_{yaw}$
- כוח בלימה – FB
- מקדם החיכוך –  $\mu_{HF}$
- 1 מקדם חיכוך גבוה
- 2 מקדם חיכוך נמוך



# Anti Lock Brake System – Longitudinal Stability



מקדם החלקה בבלימה

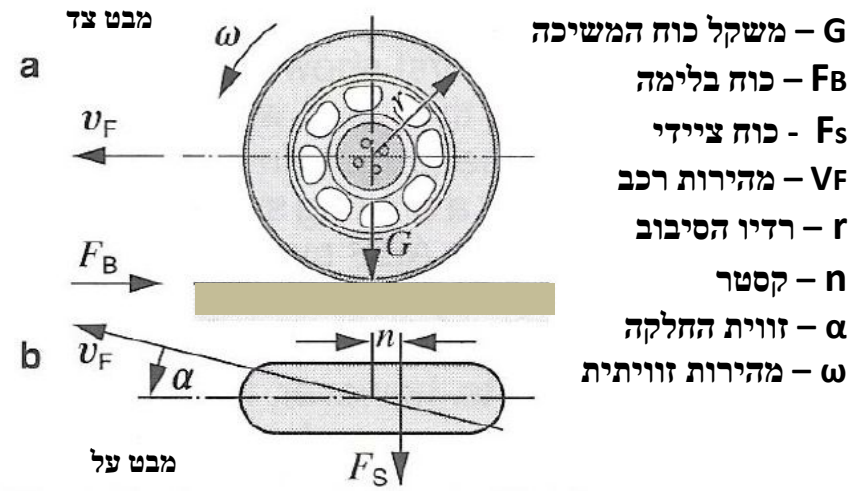
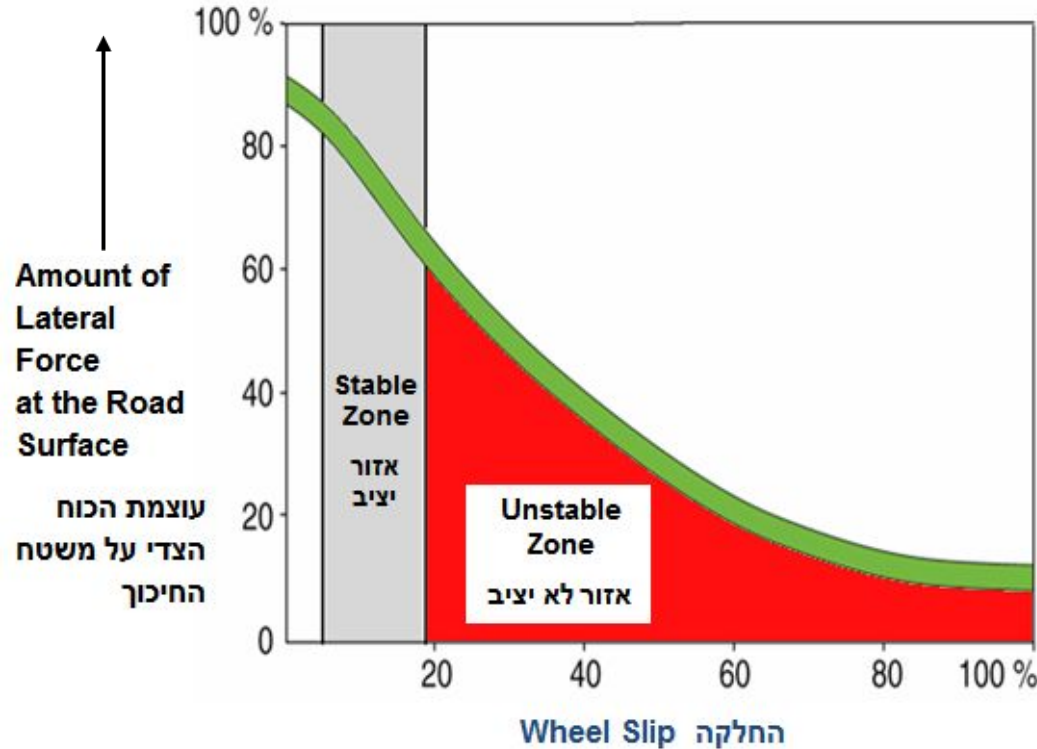
$$\lambda_B = \frac{(v_U - v_R)}{v_R} \cdot 100\%$$

$v_R$  - מהירות רכב

$v_U$  - מהירות הקפית של הגלגל

- מערכת **ABS** משתמשת בכוח החיכוך המרבי האפשרי כדי לשמר את הרכב באזור היציב.
- מונעת נעילת גלגלים על ידי הפחתת לחץ הבלימה בגלגלים הננעלים ומאפשרת שליטה על היגוי הרכב.
- בקרת החלקה מבטיחה מעבר כוח אופטימלי בין הצמיגים לכביש

# Anti Lock Brake System – Lateral Stability



## אבני דרך: ABS ובקרת היגוי

- יכולת ומידת האחיזה של כל סוג של צמיג משמשים לקביעת כוח ההיגוי המסופק .
- מידת הכוח הצדי המושפע מזווית ההיגוי ומהירות הרכב תלויה במידת ההחלקה של הגלגל .
- מהירות זוויתית גבוהה וזווית היגוי גדולה מגבירים את מידת ההחלקה .
- כאשר הכוחות הצדיים גדלים עוצמת בלימה אפשרית יורדת .
- כאשר כוחות הבלימה גדלים עוצמת כוחות ההיגוי קטנים .
- ABS נוצר על מנת לאפשר שליטה בהיגוי בבלימות חרום .

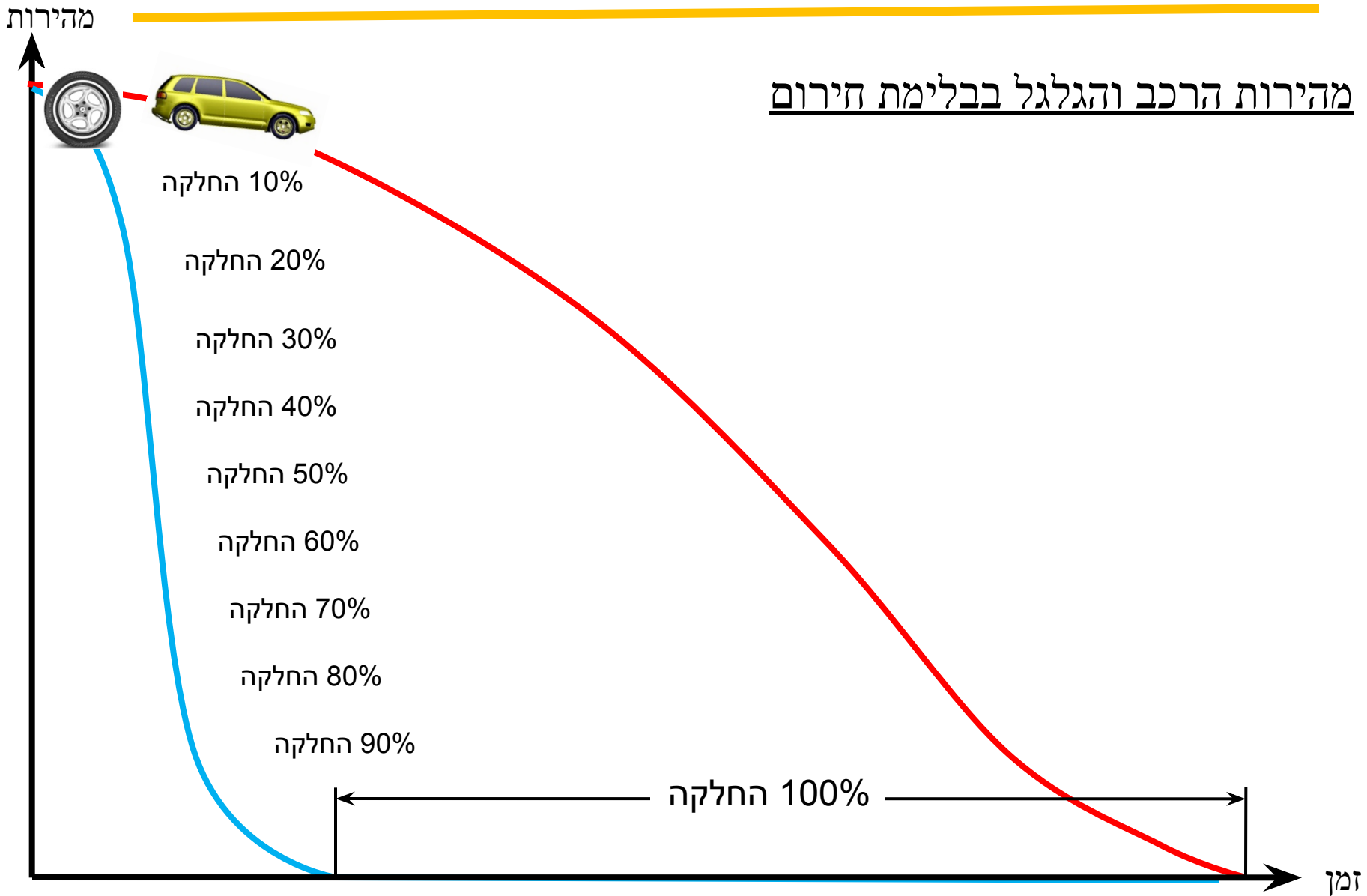
# Anti Lock Brake System – Additional Benefits



הפחתת בלאי הצמיגים עקב בלימות חרום



# Anti Lock Brake System – Emergency braking without ABS





# Anti Lock Brake System – Emergency braking with ABS

מהירות



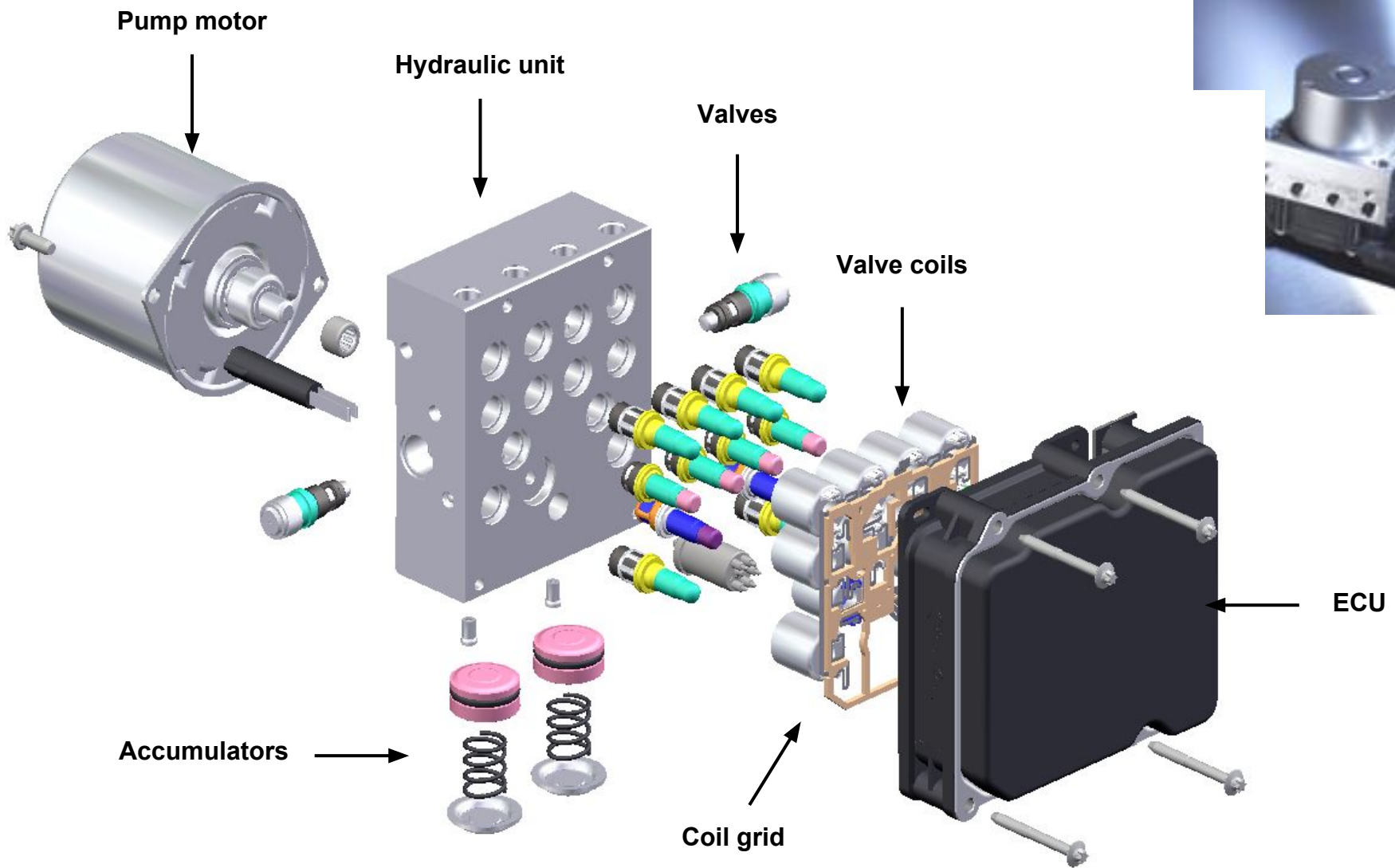
התנהגות הגלגל בבלימת חירום

25% החלקה

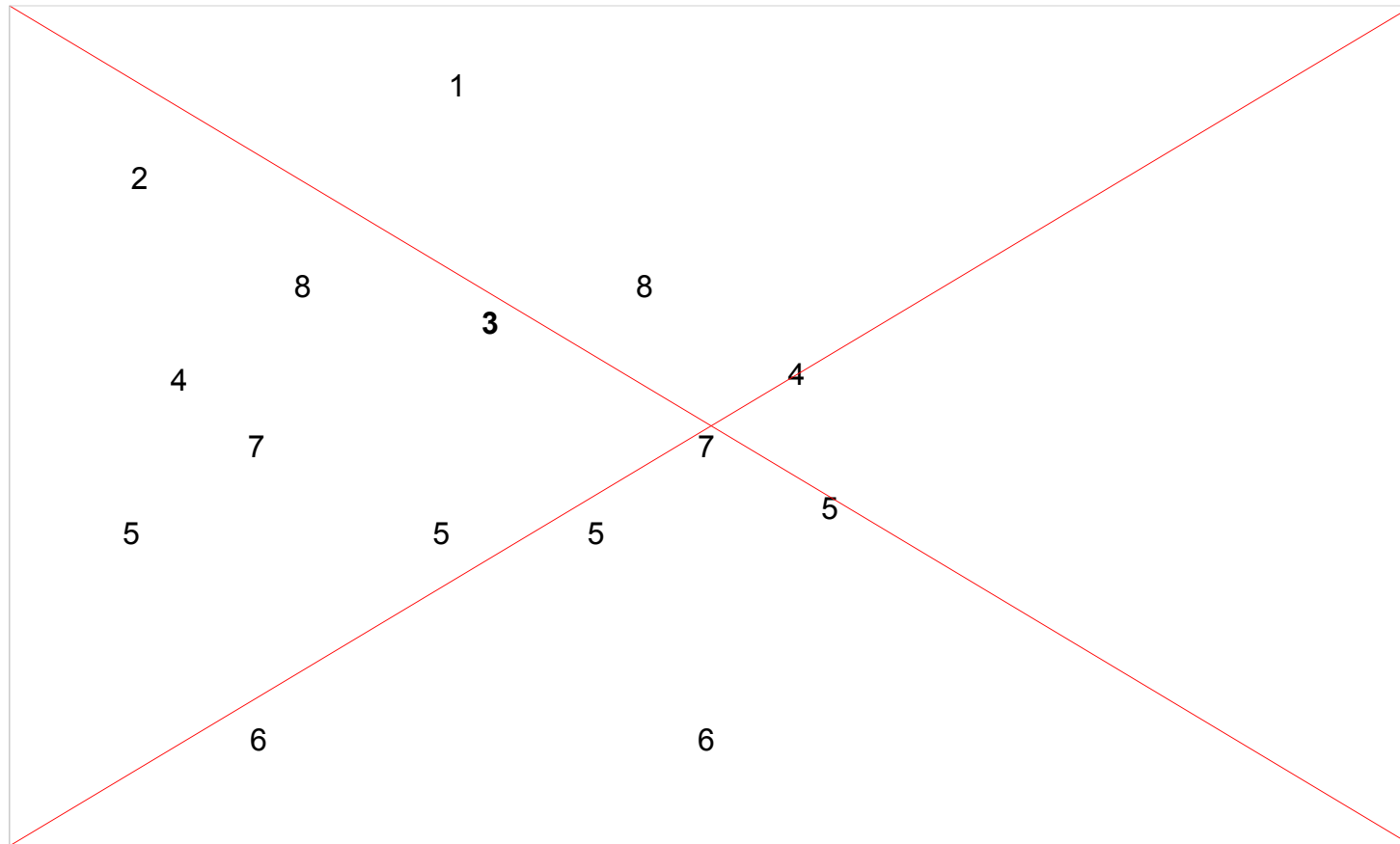
זמן

|

# Anti Lock Brake System – ABS Modulator & ECU



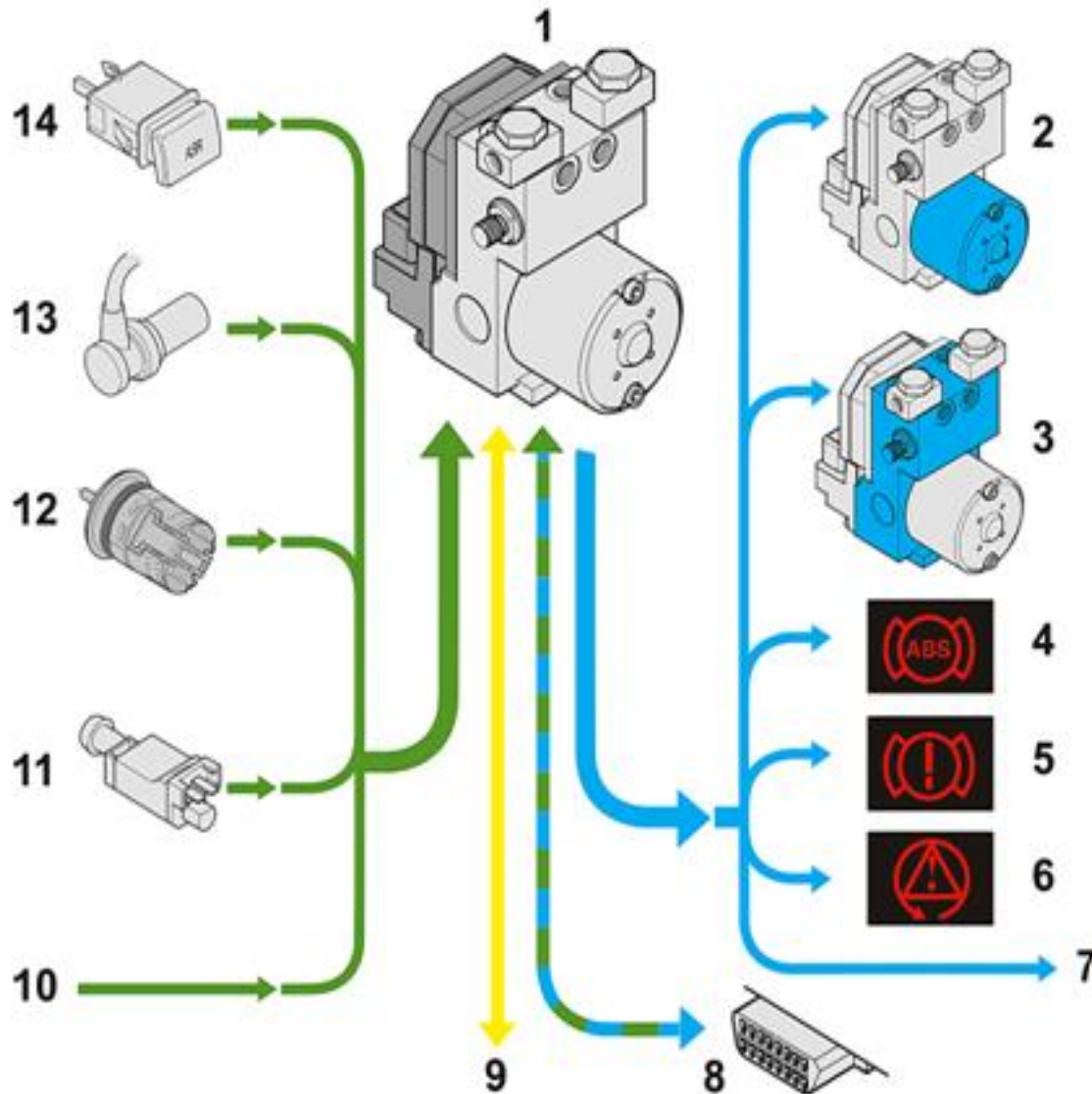
# Anti Lock Brake System – ABS Modulator & ECU



1. Master cylinder
2. Wheel Brake Cylinder
3. Hydraulic modulator
4. Inlet Valve
5. Outlet Valve
6. Return Pump
7. Accumulator
8. Pump motor



# Anti Lock Brake System – System Description



Control unit	=	1
Supply-pump motor	=	2
Hydraulic fluid block with solenoid valves	=	3
ABS/ASR warning lamp	=	4
Brake-system warning lamp	=	5
ASR info lamp	=	6
Auxiliary signals on ECU output side	=	7
Diagnosis connection	=	8
CAN data-bus	=	9
Auxiliary signals on ECU input side	=	10
Stop-light switch	=	11
Rear-axle speed sensors	=	12
Front-axle speed sensors	=	13
ASR switch	=	14

שאלה:

מה תפקיד מתג ASR במערכת ABS?  
 נטרול פעולת מערכת למניעת החלקת גלגלים  
 בהאצה

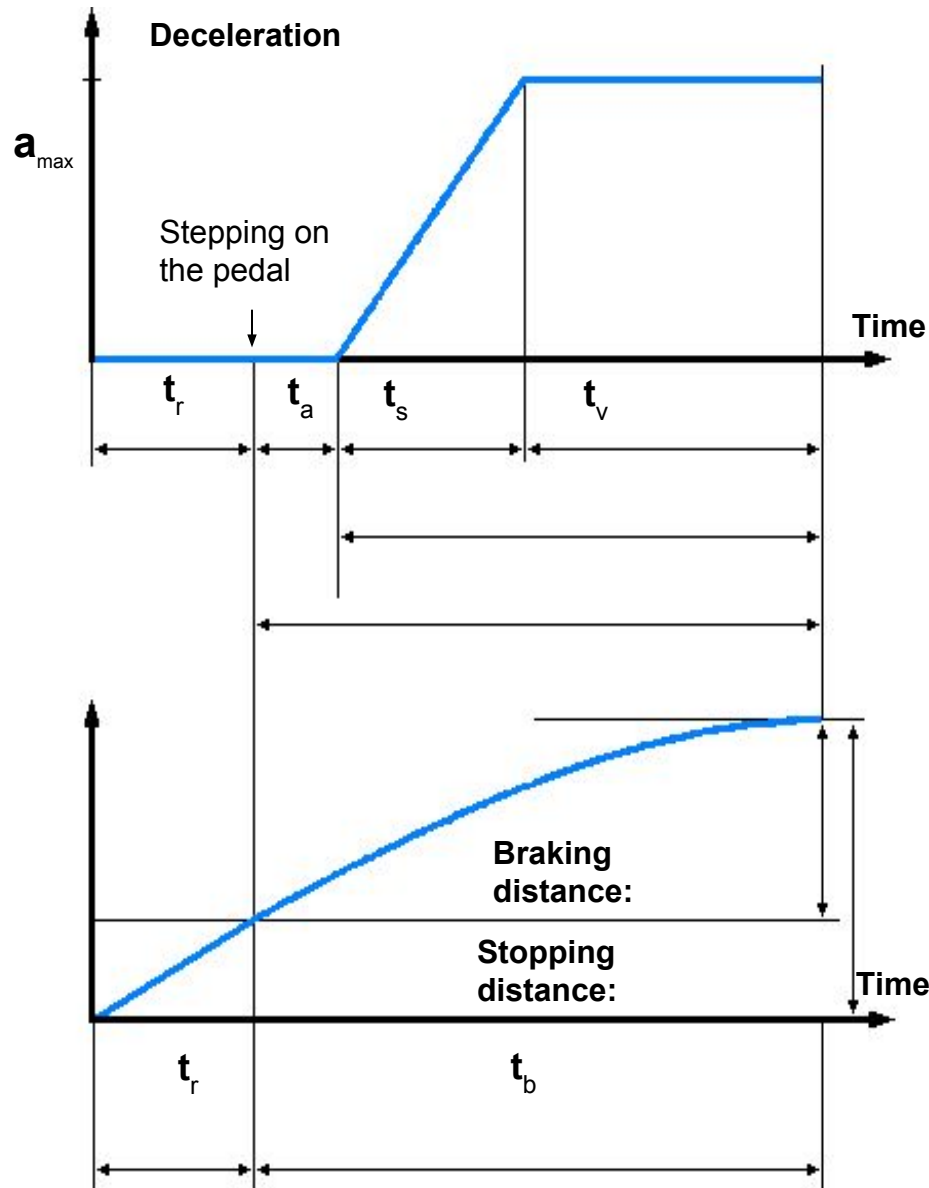
TCS – Traction Control System

ASR – Anti Skid restrained system

התערבות בבלימה אקטיבית

התערבות בפעולת מנוע – הפחתת מומנט

# Anti Lock Brake System – Duration of Braking



**Reaction time  $t_r$ :** Time from the point of detection of hazard till the actuation of brake pedal

**Response time  $t_a$ :** Time from the beginning of the effect of force on the pedal till the deployment of the brake power

**Threshold duration  $t_s$ :** Time from the deployment of brake power till the maximum pressure is attained

**Retardation time  $t_v$ :** Time within which brakes are applied with maximum retardation.

**Active braking duration  $t_w = t_s + t_v$ :** Time that has elapsed, from the point of braking-retardation till the brake power diminishes.

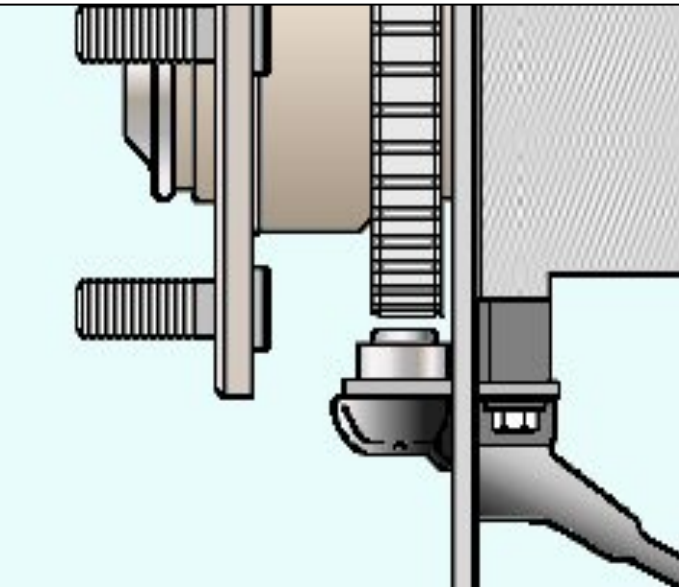
**Duration of braking  $t_b = t_a + t_s + t_v$ :** Time that has elapsed, from the beginning of the effect of force on the brake pedal till the brake power diminishes. If the vehicle comes to standstill, then the beginning of standstill represents the end of the duration of braking.

**Braking distance:** The distance covered by the vehicle during the total braking time.

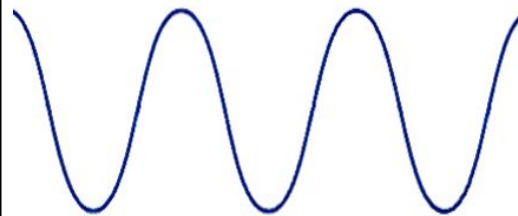
**Stopping distance:** Distance covered from the time of detection of hazard till the end of braking.

# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

## חיישנים השראתיים פאסיביים – Inductive Sensors Passive

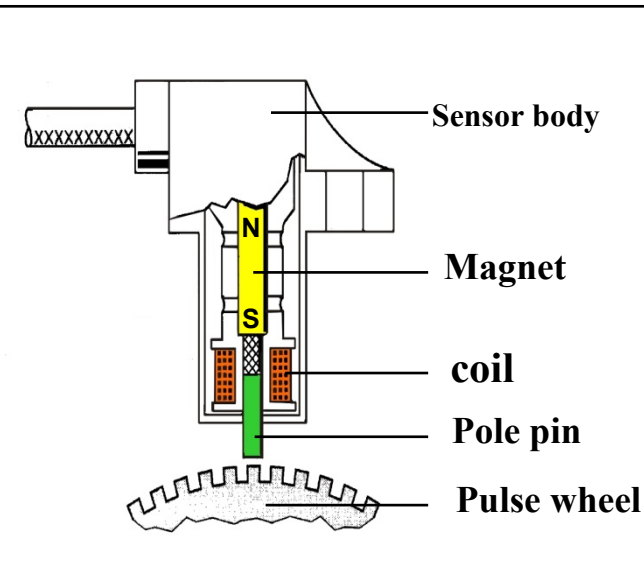
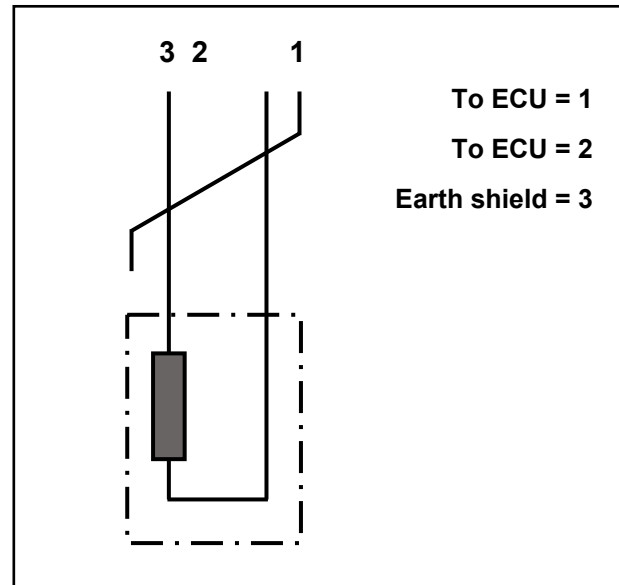
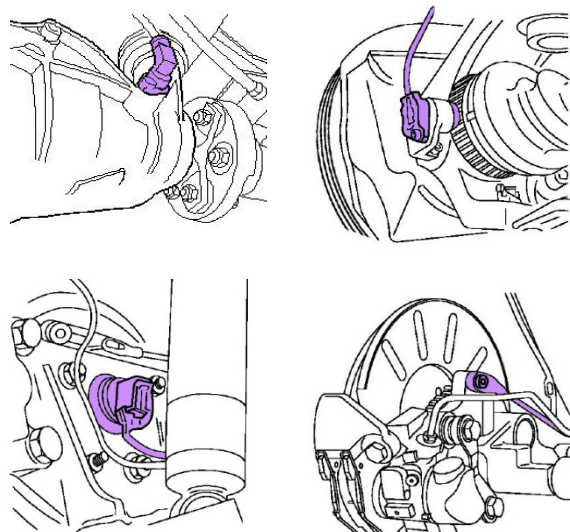


Oscilloscope Waveform



Wheel rotation

- אמפליטודת החיישן תלויה במהירות הסיבוב, מרווח האוויר, עוצמת השדה המגנטי של החיישן, עוצמת הסליל החשמלי
- מתח מינימלי נדרש לזיהוי הסיבוב
- מהירות הנסיעה המינימלית היא בין 3-7 קמ"ש
- אם המהירות נמוכה מכך לא ניתן לזהות את מהירות הרכב



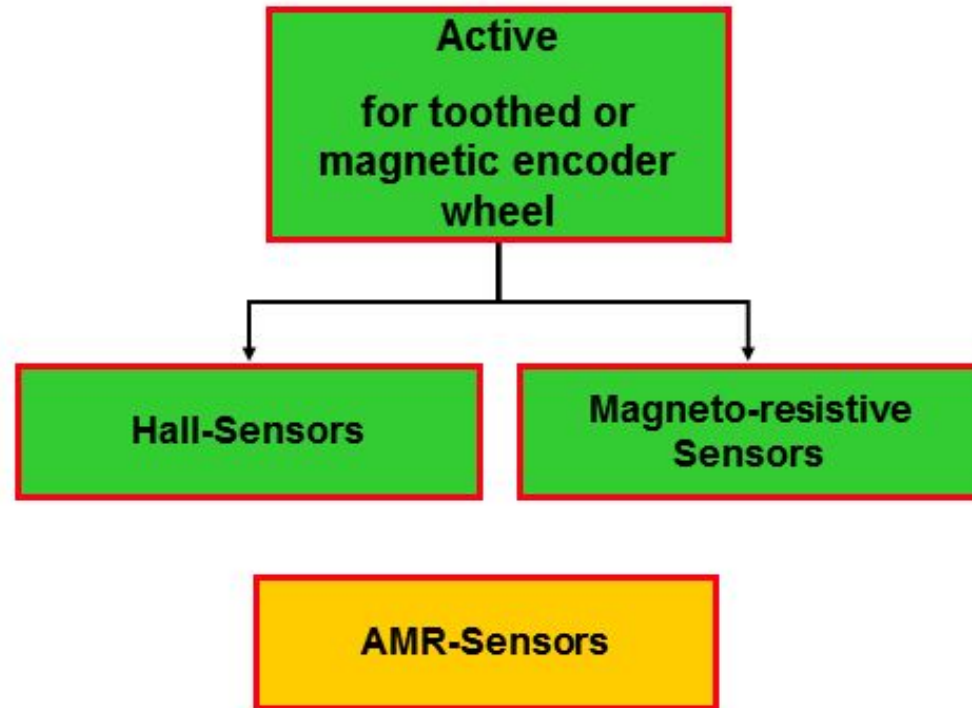
# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

חיישנים אקטיביים – Active Sensors

2 סוגים עיקריים:

□ טכנולוגיית הול אפקט – Hall Effect

□ טכנולוגיית נגד רגיש לשדה מגנטי – Magneto Resistive

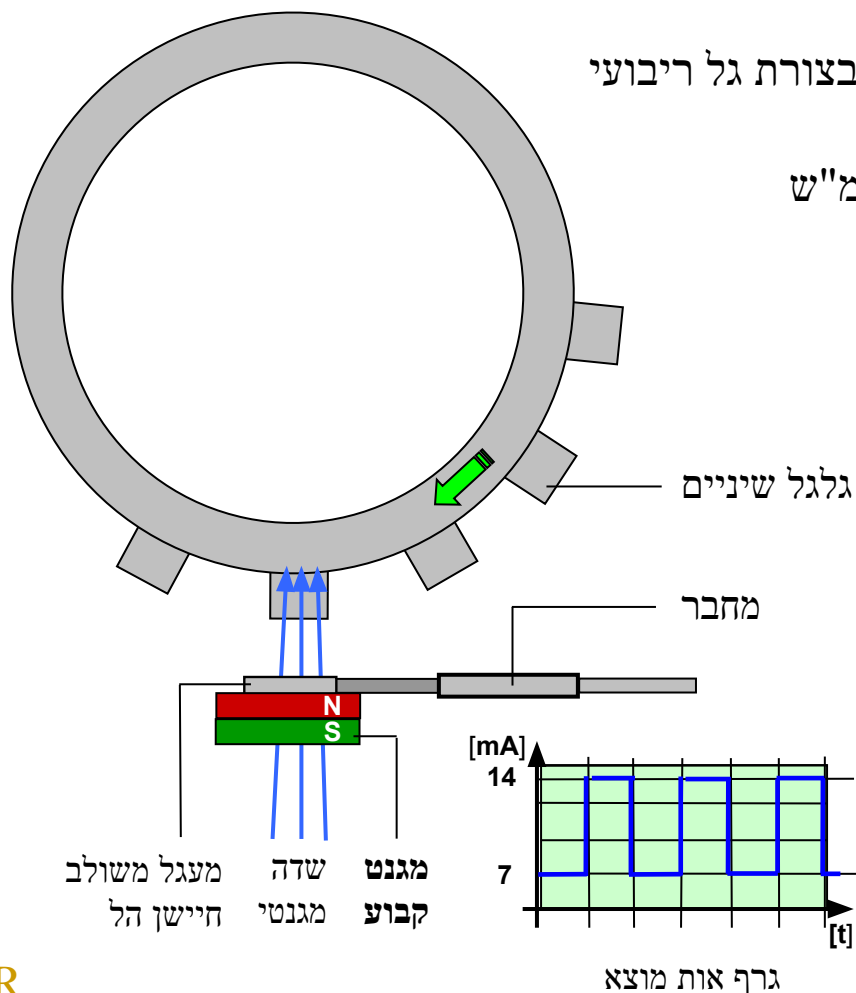




# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

## חיישנים אקטיביים בטכנולוגיית "הול" אפקט – Active Sensors

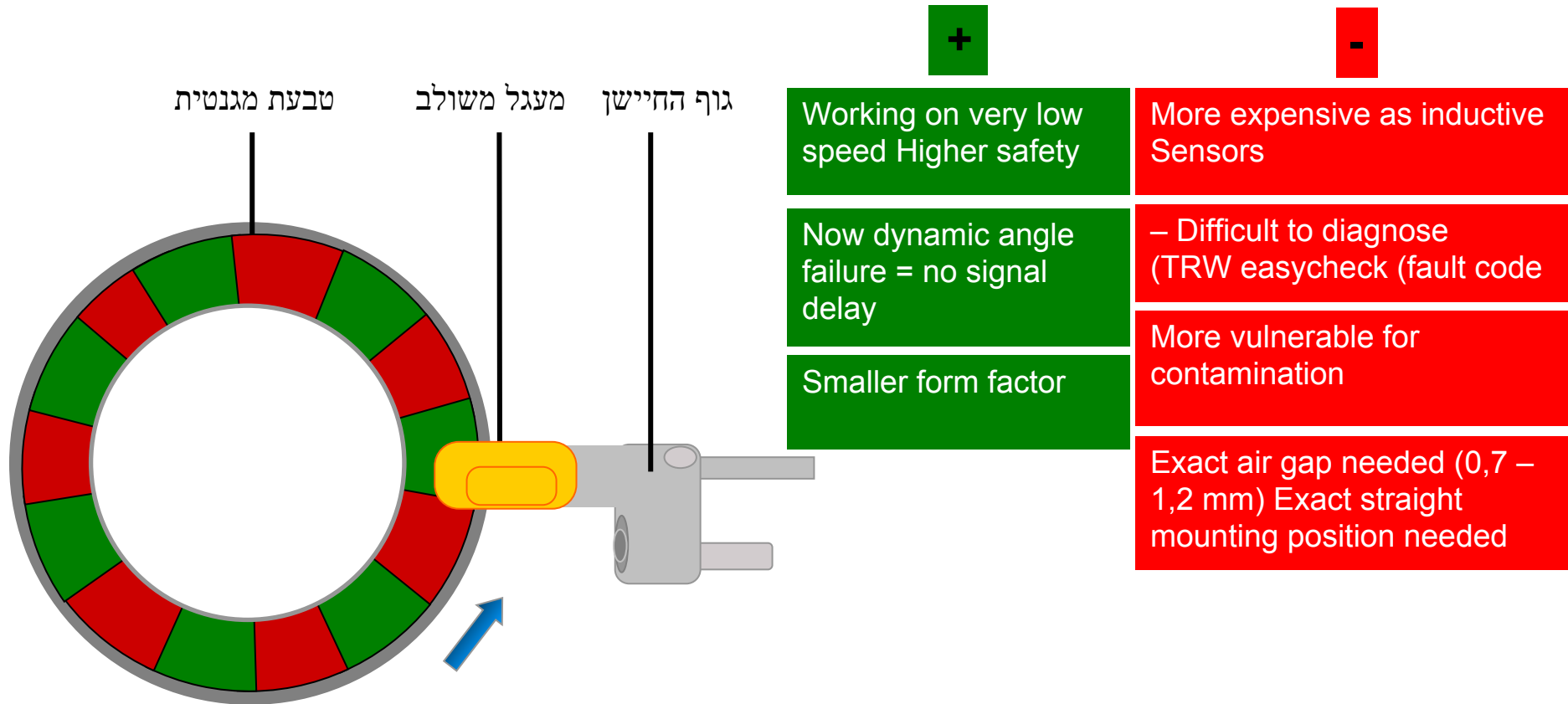
- מגנט קבוע מונח מתחת למעגל המשולב IC של חיישן Hall ומייצר שדה מגנטי סביבו
- השדה המגנטי חודר דרך החיישן וגלגל השיניים
- גלגל השיניים מסתובב ומשנה את עוצמת השדה המגנטי
- המעגל המשולב מודד את השינוי בשדה המגנטי ומייצר אות בצורת גל ריבועי
- האות אינו מושפע ממהירות הסיבוב
- עקב כך האות המתקבל אמין לחלוטין ומודד מהירות עד 0 קמ"ש
- אות המוצא הדיגיטאלי הוא זרם הנמדד במילי אמפר mA
- האות משתנה מ- 7 מילי אמפר ל- 14 מילי אמפר



# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

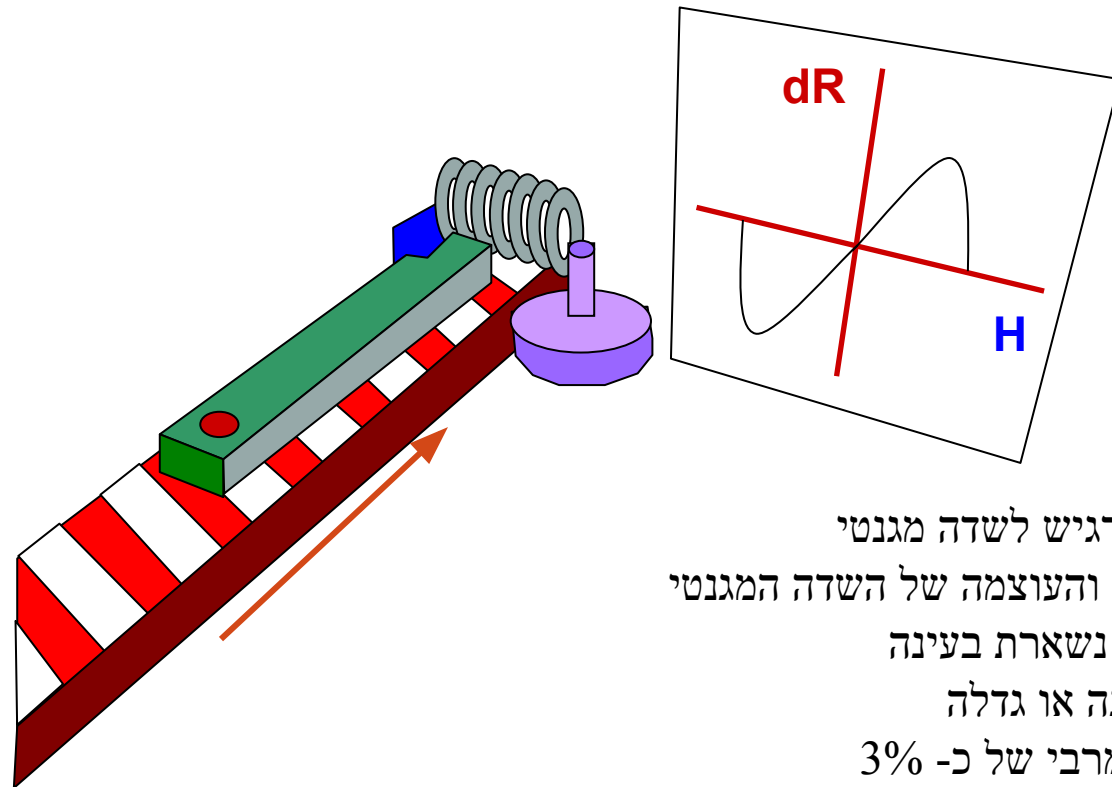
## חיישנים אקטיביים בטכנולוגיית "הול" אפקט – Active Sensors

- עקרון זהה לחיישן הול עם גלגל שיניים אבל קל יותר לזיהוי עקב השדה המגנטי
- אין מגנט קבוע תחת המעגל המשולב
- ניתן לייצר חיישן קטן יותר
- טבעות מגנטיות נמצאות בעיקר במסבי גלגל



# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

AMR – Magneto Resistive - Active Sensors בטכנולוגיית חיישנים אקטיביים

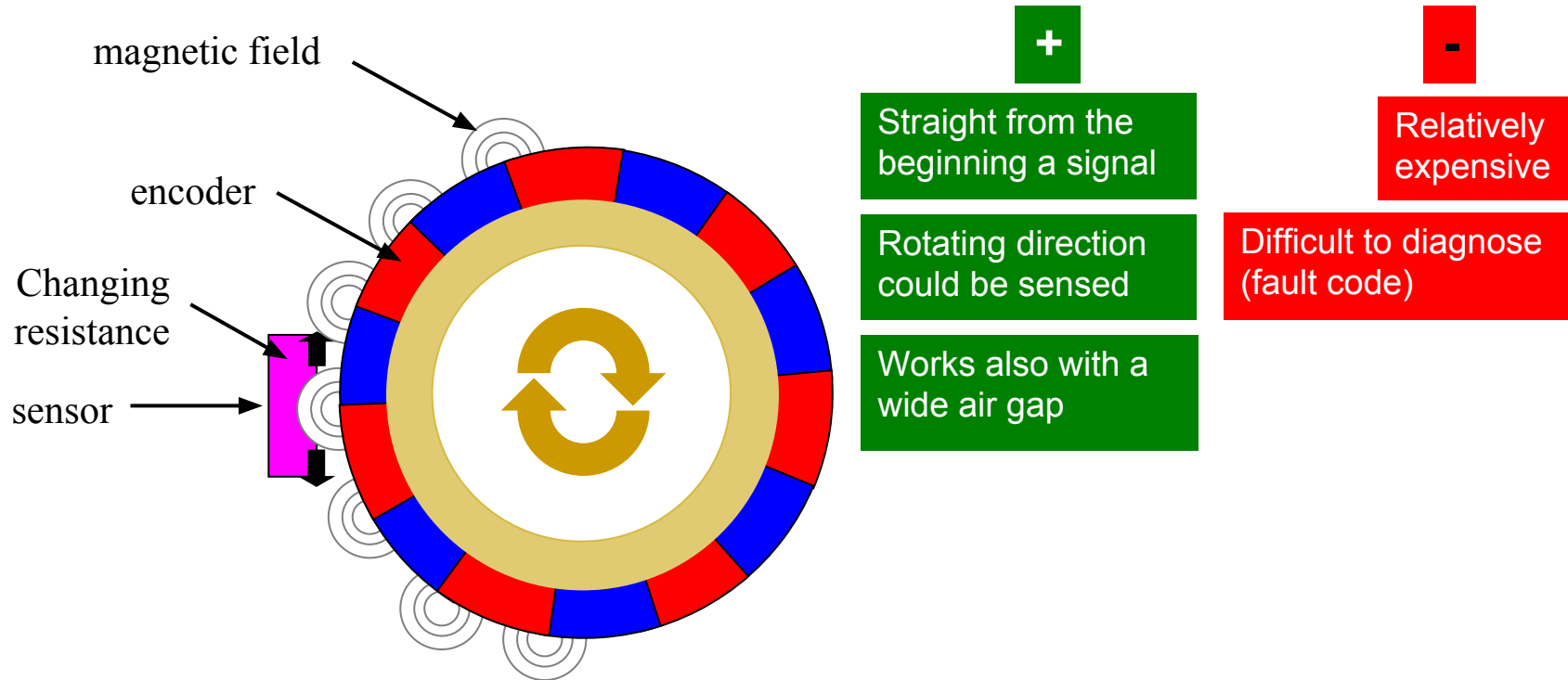


החץ האדום מראה על כוון השדה המגנטי  
H בגרף מציין את עוצמת השדה המגנטי  
dR בגרף מציין את שינוי ערך ההתנגדות

- חיישני AMR הם חיישנים המבוססים על נגד רגיש לשדה מגנטי
- הנגד משנה את ערך ההתנגדות בהשפעת הכוון והעוצמה של השדה המגנטי
- אם כוון השדה המגנטי אינו משתנה ההתנגדות נשארת בעינה
- תלוי בשינוי כוון השדה המגנטי ההתנגדות קטנה או גדלה
- חיישני AMR משתנים את התנגדותם בטווח מרבי של כ- 3%

# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

## AMR – Magneto Resistive - Active Sensors חיישנים אקטיביים בטכנולוגיית



- החיישן מורכב מעל הטבעת המגנטית ומודד את השדה המגנטי החוצה את החיישן על פי כוון הסיבוב
- ללא השינוי בשטף המגנטי לא ניתן למדוד מהירות סיבוב וכוון סיבוב
- עיקרון הפעולה של AMR מבוסס על שינויים מכאניים ברמה מולקולרית של שכבות פרו מגנטיות ומבודדות המרכיבות את החיישן וגורמות לשינוי התנגדות

# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

AMR – Magneto Resistive - Active Sensors חיישנים אקטיביים בטכנולוגיית

פיתוח עתידית של חיישני גלגלים

Smart-Sensors = in development  
Processing- and Self-diagnosis in the sensor itself.  
Digital Data transmitting to all controllers via bus system

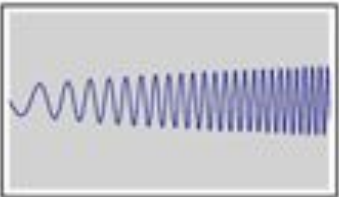


AMR = relatively seldom

Hall = OE fast mover starts to be relevant in IAM

Inductive = IAM fast mover

# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

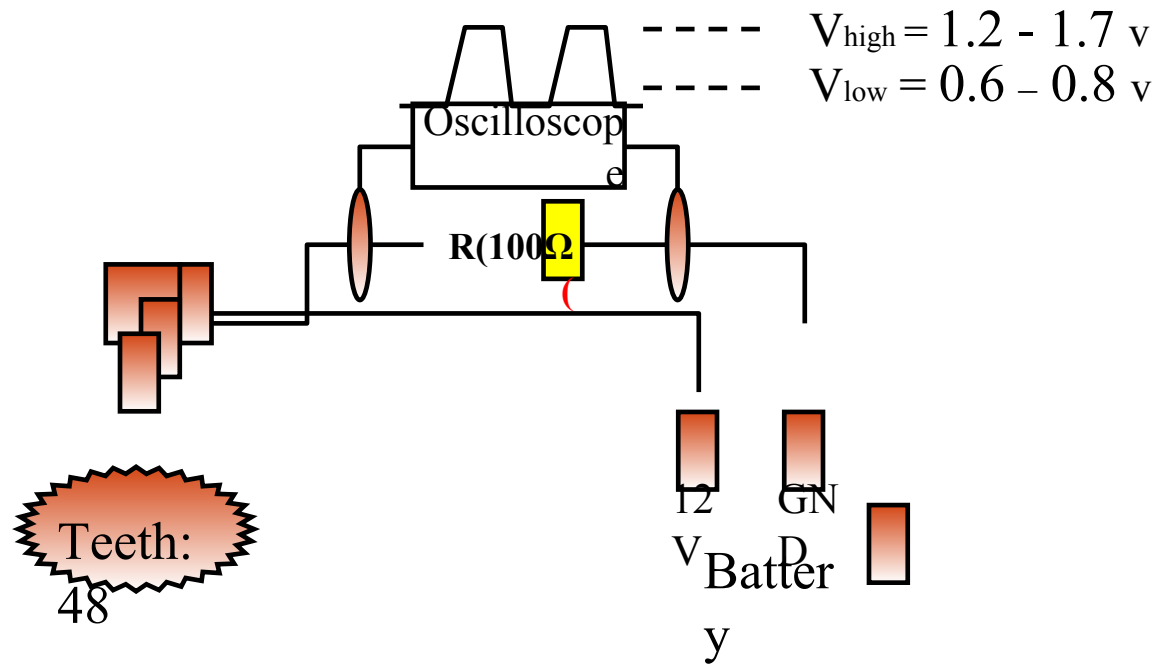
## חיישנים אקטיביים – יתרונות ביחס לחיישנים השראתיים

→ Variable reluctance WSS (DF6)	→ Active WSS (DF 11 s/i)	
→ Output signal 	→ Output signal - Standard 	- Intelligent 
→ Additional Signals: No	→ Additional Signals: Yes [PWM Interface]	
→ Signal shape: Sinusoidal	→ Signal shape: Rectangle	
→ Measured attribut: Voltage	→ Measured attribut: Current	
→ Permanent power supply: No	→ Permanent power supply: Yes	
→ Frequency range: 20 Hz – 2000 Hz	→ Frequency range: 1 Hz – 2500 Hz [1Hz ≈ 0,1 km/h]	
→ Weight: app. 60g	→ Weight: app. 20g	
→ Principle: Variable reluctance	→ Principle: Hall	
→ Operating temp.: - 40°C ... 150°C	→ Operating temp.: - 40°C ... 150°C	

# Anti Lock Brake System – ABS Wheel Speed Sensor

**חיישנים אקטיביים – נתוני החיישן והמעגל החשמלי**

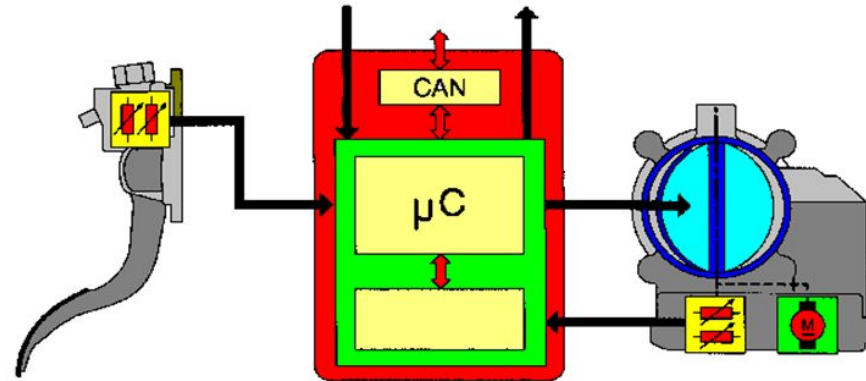
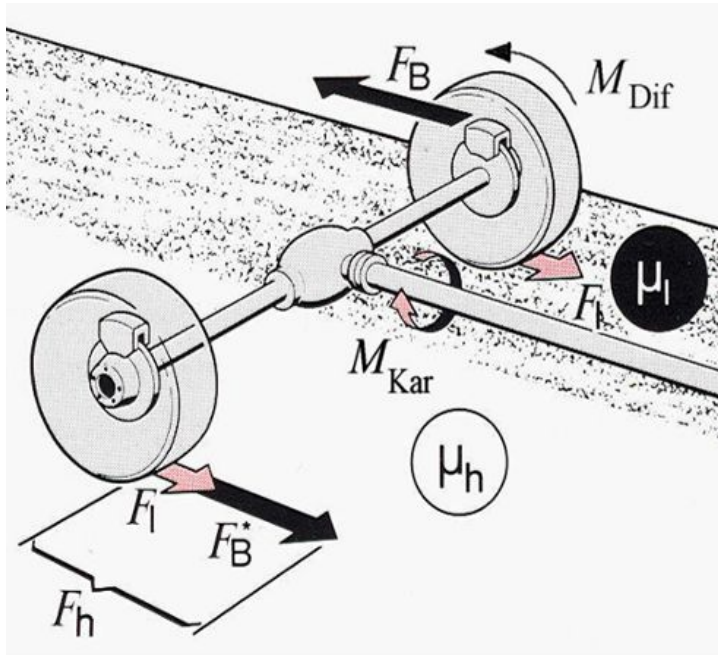
OUTPUT SIGNAL		MAX	TYPICAL	MIN
LOWER SIGNAL	$I_{LOW}$ (mA)	5.9	7	8.4
UPPER SIGNAL	$I_{HIGH}$ (mA)	11.8	14	16.8
SIGNAL RATIO	$I_{HIGH} / I_{LOW}$	1.85 or more		
OPERATING FREQUENCY		1 ~ 2500 Hz		
OPERATING DUTY		30~70%		



# Traction control System – TCS/ASR

תפקיד המערכת :

מניעת איבוד שליטה וסטייה מהדרך בתחילת נסיעה כאשר גלגל מניע אחד או יותר נמצא על משטח חלק ומסתחרר בחופשיות. מערכת TCS מייצרת כוח בלימה לעצירת הגלגל המסתחרר ובמקביל גורמת להפחתת מומנט מנוע העובר לגלגלים. באופן זה מתייצב הרכב ומובטחת יכולת ניהוג הרכב בעת האצה. מערכת TCS/ASR היא חלק מתשתית ABS והיא מווסתת את אופן הנעת הרכב בתלות למידת ההחלקה ותאוצת הרכב.

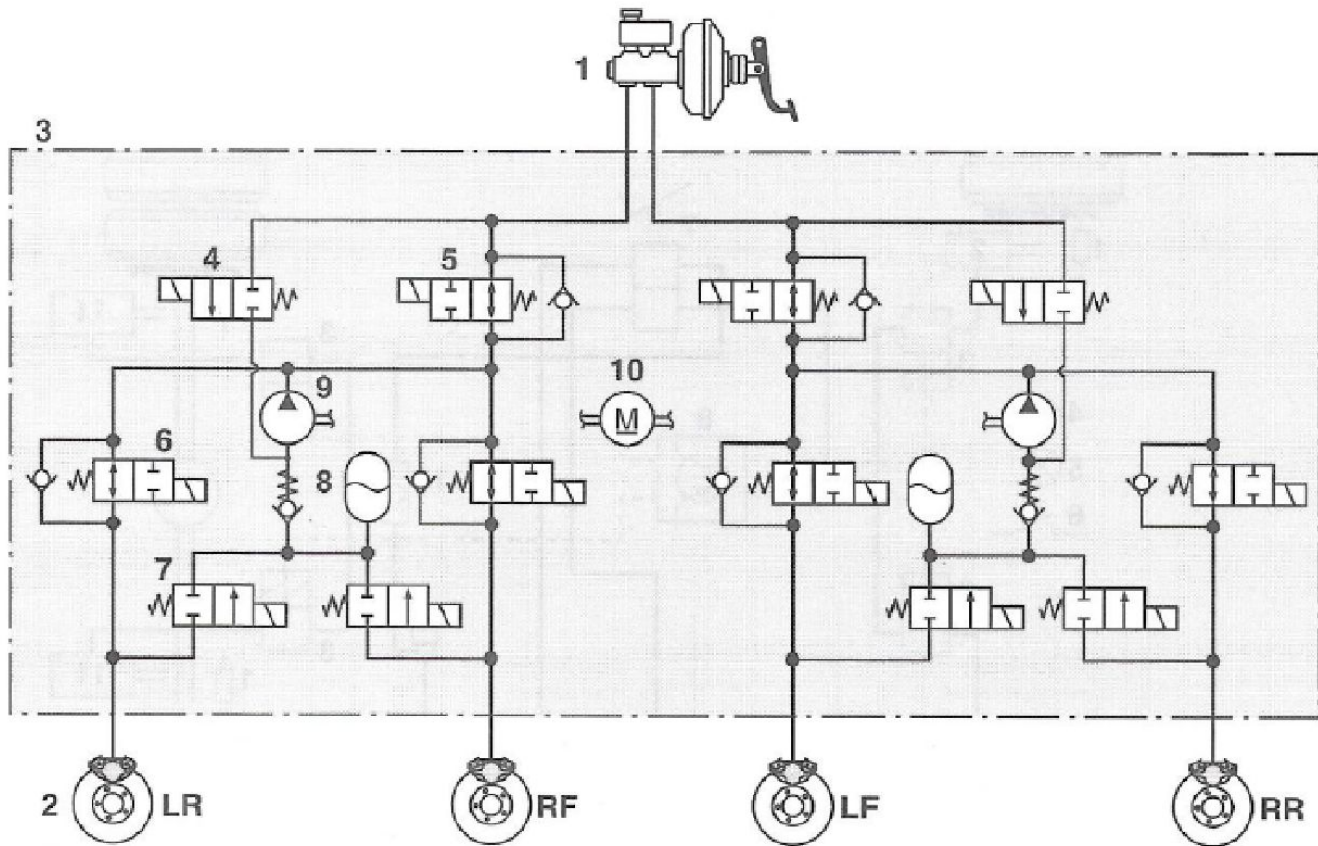


Throttle valve intervention

**CAN = Controller Area Network**

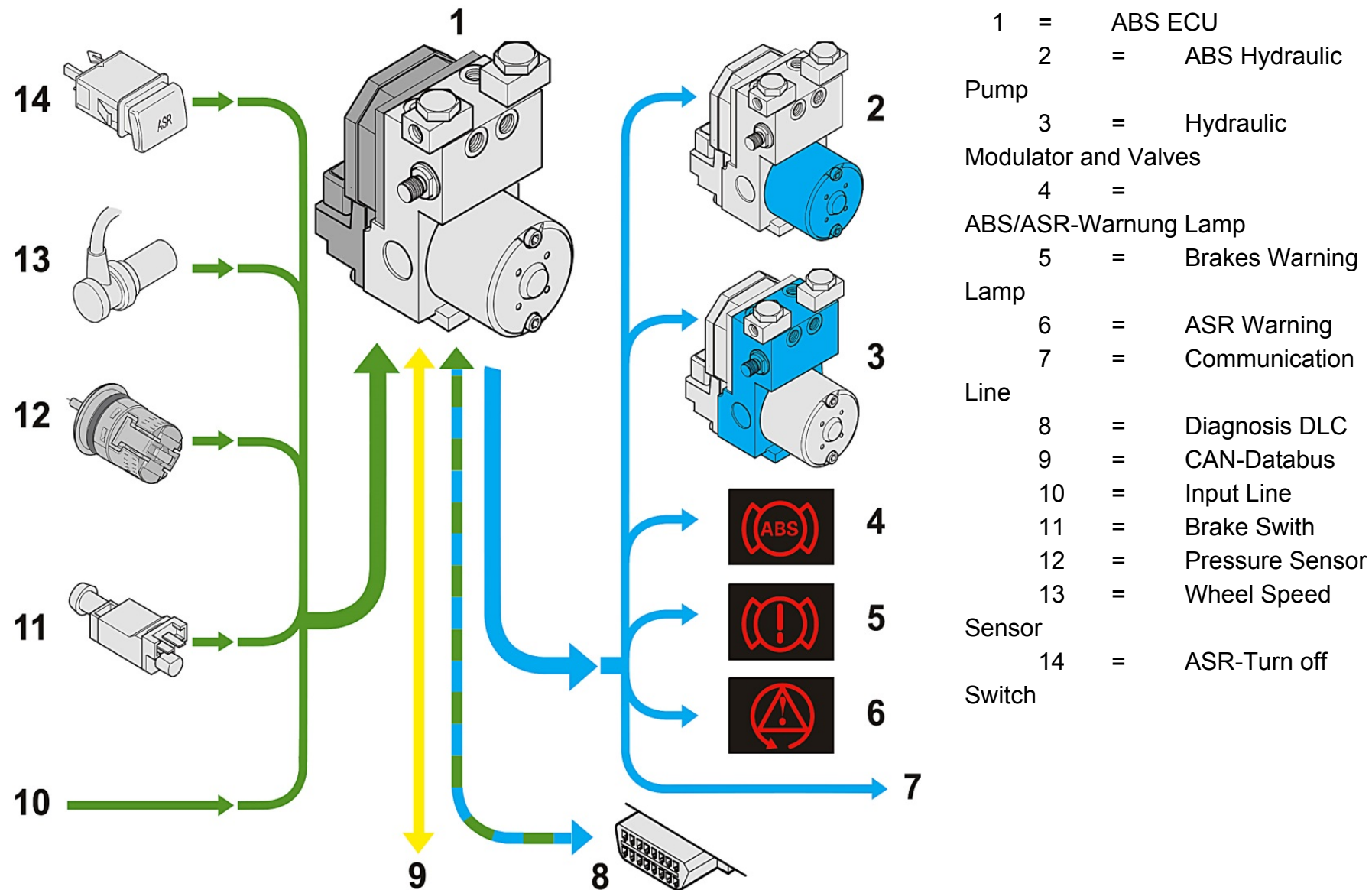


# Traction control System – TCS/ASR – Hydraulic Circuit



1. Master Cylinder
2. Wheel Brake Cylinder
3. Hydraulic Unit
4. Intake Valve
5. Change over Valve
6. Inlet Valve
7. Outlet Valve
8. Accumulator
9. Return Pump
10. Pump Motor

# Traction control System – TCS/ASR - System Layout



- 1 = ABS ECU
- 2 = ABS Hydraulic Pump
- 3 = Hydraulic Modulator and Valves
- 4 = ABS/ASR-Warning Lamp
- 5 = Brakes Warning Lamp
- 6 = ASR Warning Communication
- 7 = Line
- 8 = Diagnosis DLC
- 9 = CAN-Databus
- 10 = Input Line
- 11 = Brake Switch
- 12 = Pressure Sensor
- 13 = Wheel Speed
- 14 = ASR-Turn off

# Brake Assist System - (Emergency Brake Assist System)

---

**תפקיד - מערכת עזר לבלימה תומכת בנהג במצבי בלימה קריטיים .**  
**תגבור עוצמת הבלימה בעת בלימה אינטנסיבית במטרה להקטין את מרחק הבלימה למינימום .**



# Brake Assist System – Function & Method

**מה מבצעת מערכת עזר לבלימה?**

על פי נתוני מהירות הרכב ועוצמת הבלימה המתבצעת על ידי הנהג, מערכת הבלמים מזהה מצב חרום.

המערכת יכולה לחוש את חרדת הנהג כבר בעת שחרור דוושת הגז ולבנות לחץ בלימה ראשוני של 30 בר.

מערכת BAS מגבירה את לחץ הבלימה עד אשר מערכת ABS מתערבת למניעת נעילת גלגלים. באופן זה מתקבל אפקט בלימה מרבי ומרחק הבלימה מתקצר משמעותית. על פי תכנית בקרת ההחלקה של היצרן מטרת פיתוח מערכת BAS מושג בדרכים שונות.

בעת לחיצה על דוושת הבלם ניתן גם להפעיל מערכות קדם תאונה המשפרות את בטיחות הנוסעים כגון מתקן למוקחין בשל 2 שיטות: חות כוונון מושבים ומשענות ראש ועוד.

**השיטה של BOSCH**

מערכת תגבור הידראולית אקטיבית המשתמשת במשאבת הסחרור החשמלית המותקנת במודולטור של מערכת ABS

**השיטה של CONTINENTAL-TEVES**

מערכת תגבור מכאנית המזהה בלימת חרום במכלול מגבר הבלם – בוסטר

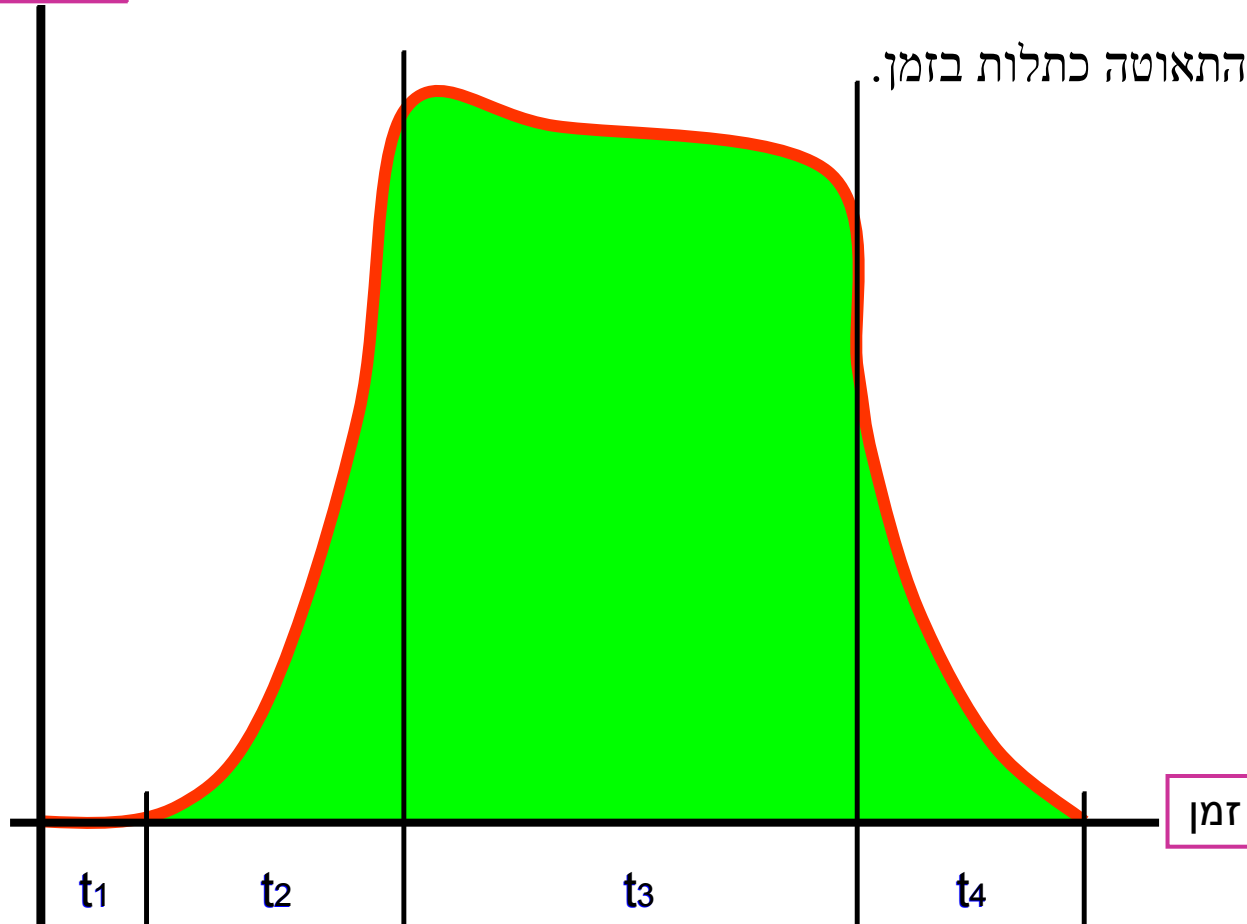
# Brake Assist System – Braking Pattern

## גרף בלימה

גרף הבלימה מתאר את שלבי התפתחות התאווה מרגע הפעלת הבלמים עד לקבלת תאווה מרבית.

תאווה

הגרף מתואר במערכת צירים את התאווה כתלות בזמן.



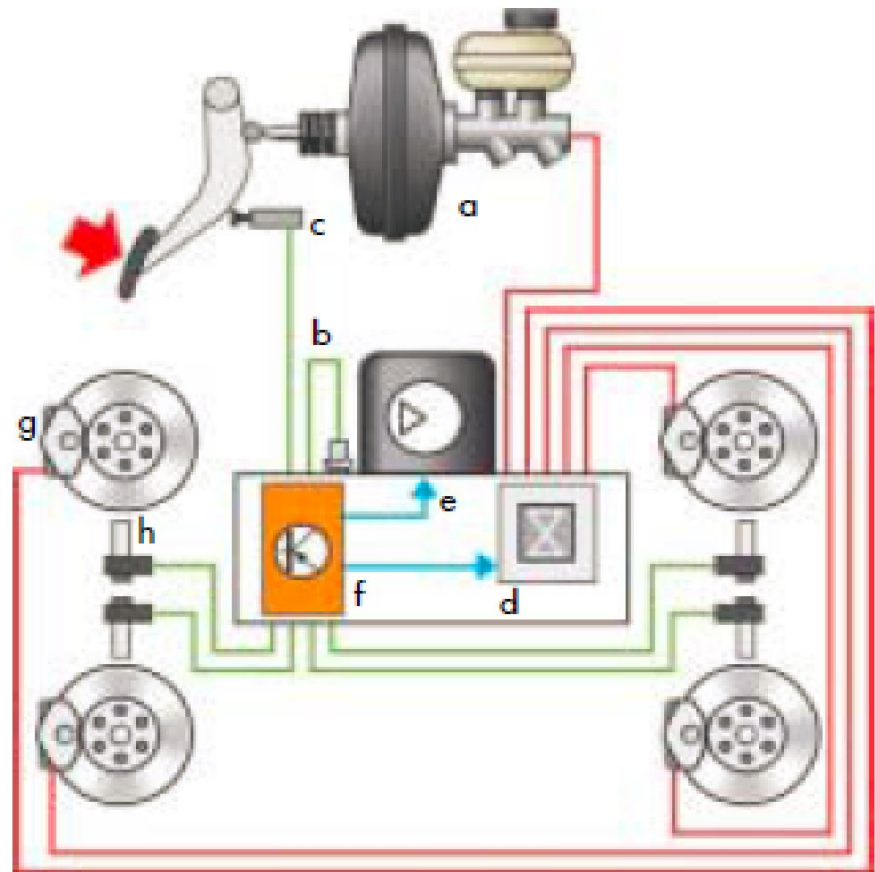
- $t_1$  - זמן ביטול מרווחים במערכת
- $t_2$  - זמן להתפתחות תאווה מכס'
- $t_3$  - בלימה בתאווה מכס'
- $t_4$  - זמן שחרור הבלמים

זמן

# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

המרכיב המרכזי במערכת עזר לבלימה של BOSCH היא היחידה ההידראולית המשולבת עם בקרת ABS ומשאבת החזרה ההידראולית. חיישן לחץ בלימה ביחידה ההידראולית, חיישני מהירות גלגלים ומתג בלם מספקים מידע ליחידת הבקרה כך שהיא מסוגלת לזהות מצב חרום. לחץ הבלימה עולה ומתוגבר במשאבות הגלגלים על ידי הפעלת שסתומים סולנואידים ביחידה ההידראולית ופעולת המשאבה החשמלית במודולטור ABS-ESP.

- a - Brake servo
- b - Brake pressure sensor
- c - Brake light switch
- d - Hydraulic unit
- e - Return flow pump
- f - Control unit
- g - Brake slave cylinder
- h - Speed sensor

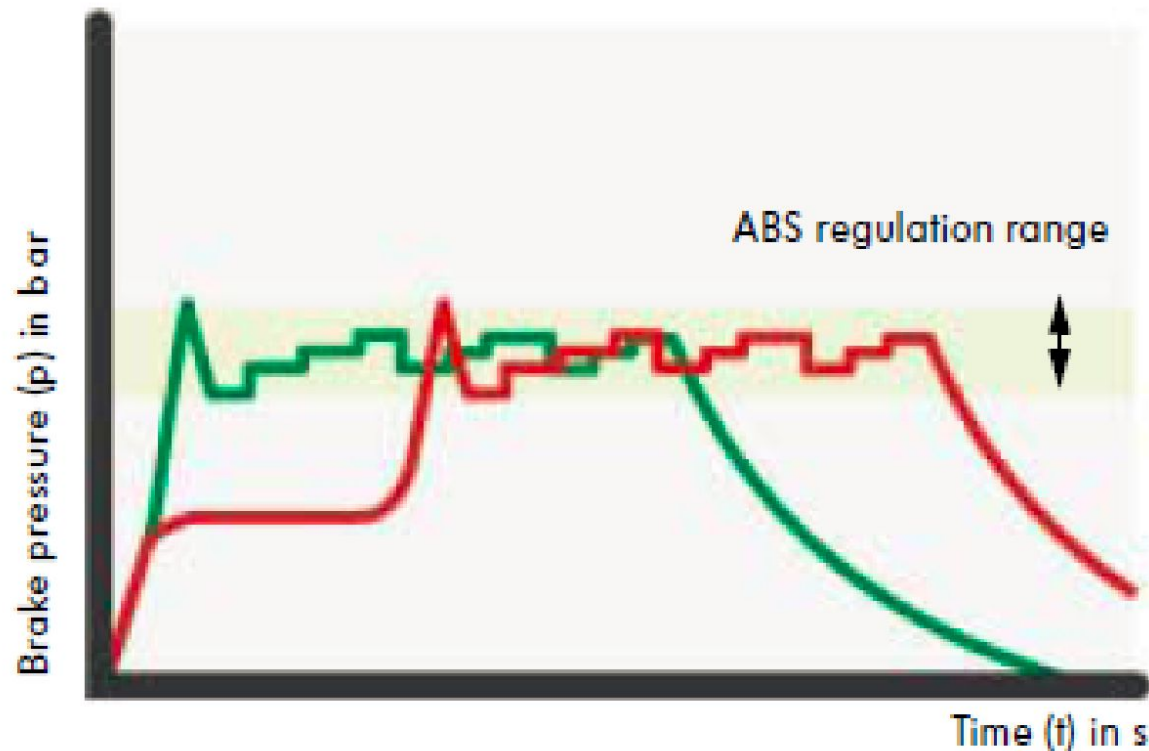


# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

## גרף השוואה

רכב ללא BAS – מרחק בלימה ארוך יותר

ברכב ללא BAS הפעלת מערכת ABS באופן מלא מתבצעת מאוחר ובסופו של דבר מרחק הבלימה גדול יותר



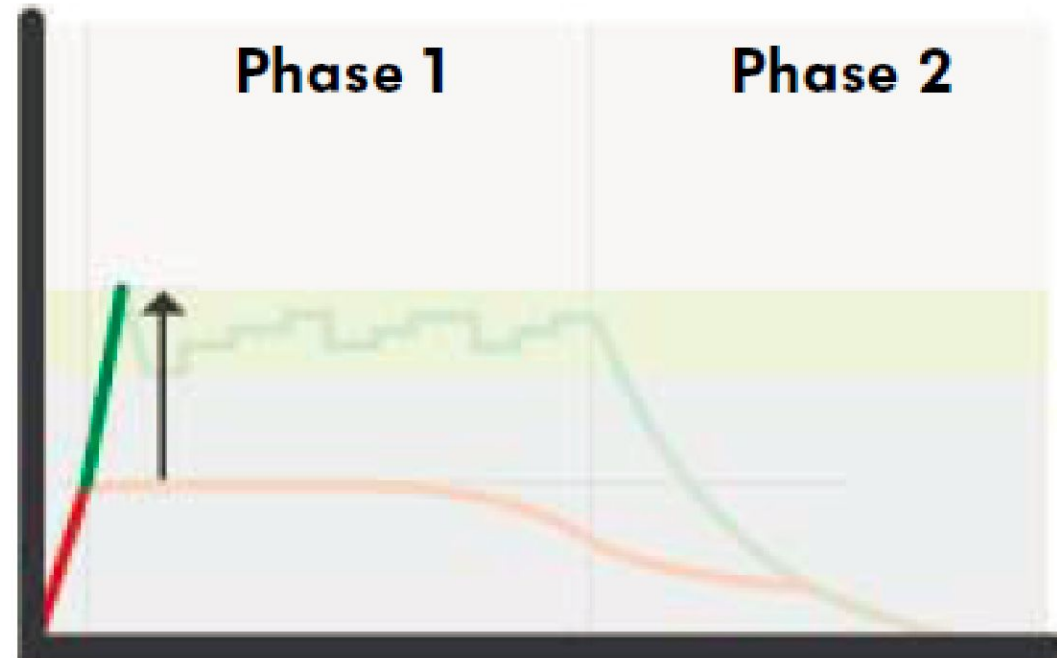
- Vehicle with brake assist system
- Vehicle without brake assist system

# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

פעולת מערכת BAS מחולקת ל-2 דרגות :  
שלב 1 – תחילת התערבות מערכת BAS בבלימה  
שלב 2 – סיום התערבות המערכת בבלימה

אם התנאים לפעולת המערכת מולאו מערכת BAS מעלה את לחץ הבלימה. תחום פעולת מערכת ABS יגיע במהירות למצב עבודה, בהשפעת תגבור לחץ הבלימה האקטיבי

p (bar)



Brake pressure, brake assist system

Pedal pressure of driver

t (s)

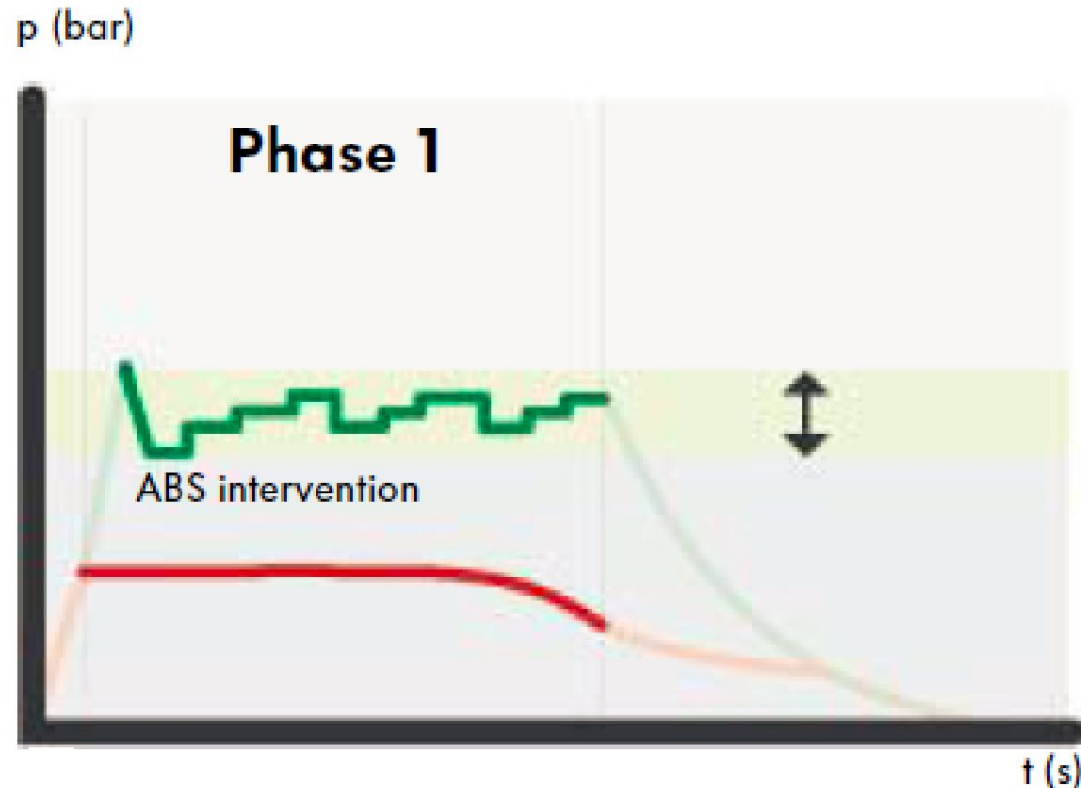
R



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

המערכת ההידראולית :

תפקיד מערכת BAS הוא לתגבר את לחץ הבלימה במהירות האפשרית ללחץ מקסימאלי . פעולת מערכת ABS מגבילה את עליית לחץ הבלימה בסף הנעילה של הגלגלים . ז"א ברגע הפעלת ABS מערכת BAS אינה יכולה להעלות יותר את לחץ הבלימה .



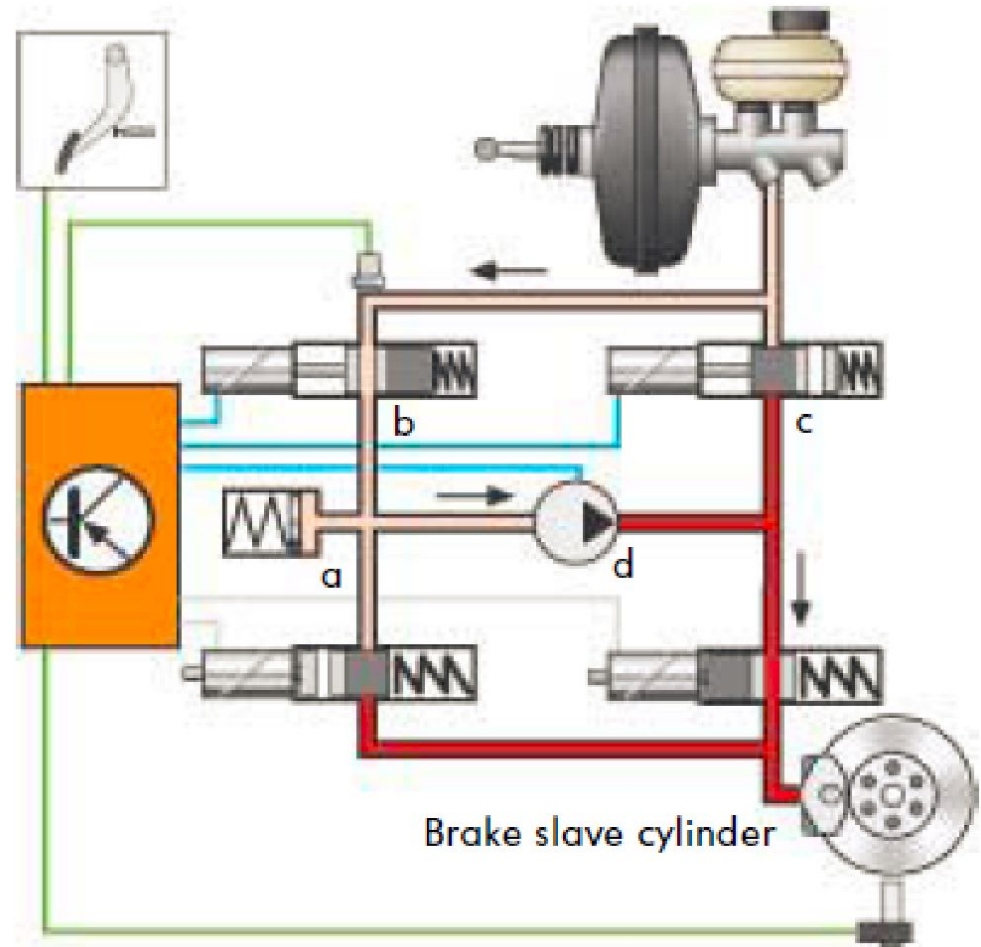
- Brake pressure at brake slave cylinder
- Pedal pressure of driver

# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

## אופן פעולת המערכת :

שסתום סולנואידי **b** נפתח, שסתום סולנואידי **c** סגור. משאבת מחזור חשמלית הידראולית בונה לחץ המופנה ישירות למשאבות הגלגלים.

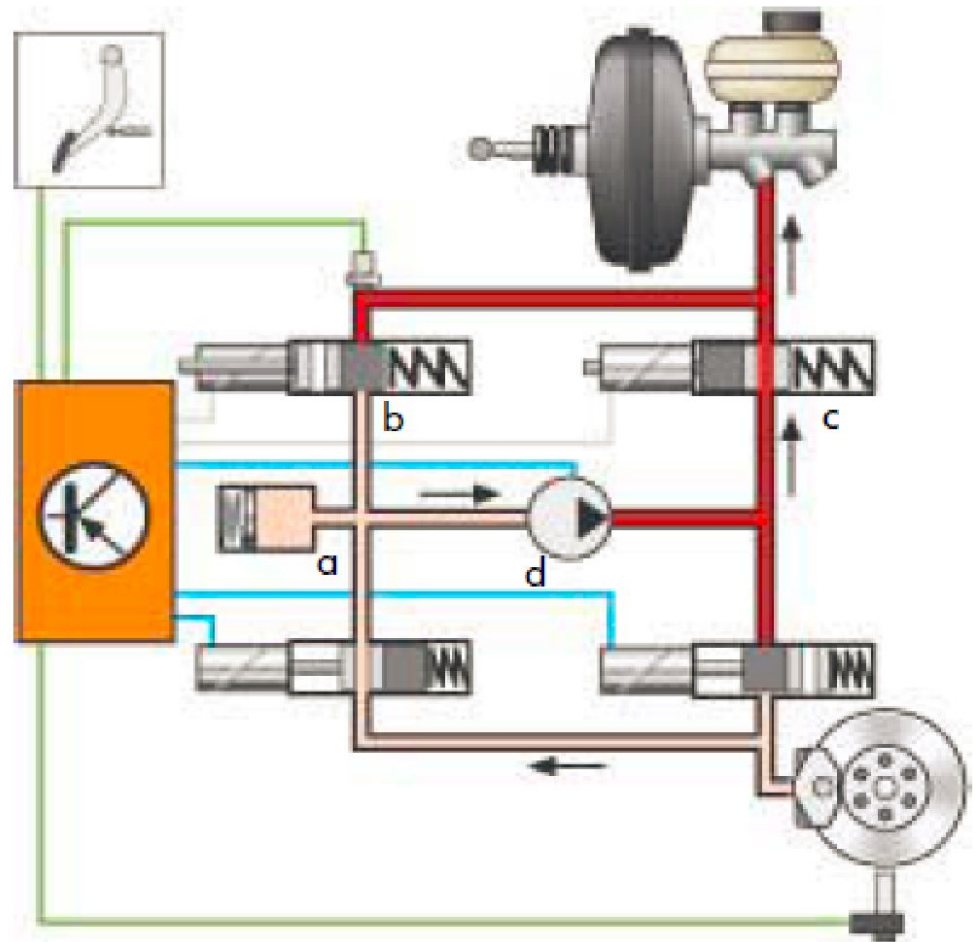
- a = Accumulator
- b = ESP (brake pressure) switch valve N225
- c = ESP high-pressure valve N227
- d = Return pressure valve



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

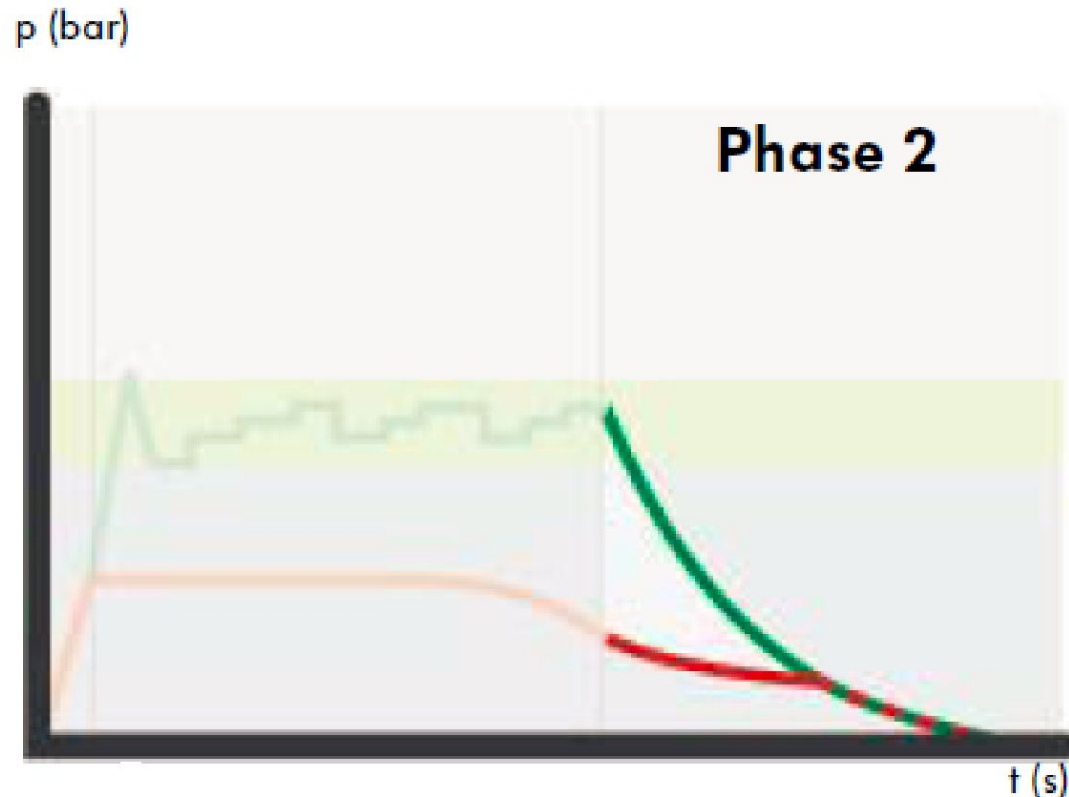
כאשר ABS נכנס לפעולה שסתום סולנואידי b נסגר ושסתום סולנואידי c נפתח. הלחץ ממשאבות הגלגל משתחרר משאבת המחזור החשמלית ממוחזרת את הנוזל ההידראולי מקו הלחץ, כך שלחץ הבלימה מתחת לסף הנעילה של הגלגלים.

- a = Accumulator
- b = ESP (brake pressure) switch valve N225
- c = ESP high-pressure valve N227
- d = Return flow pump



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

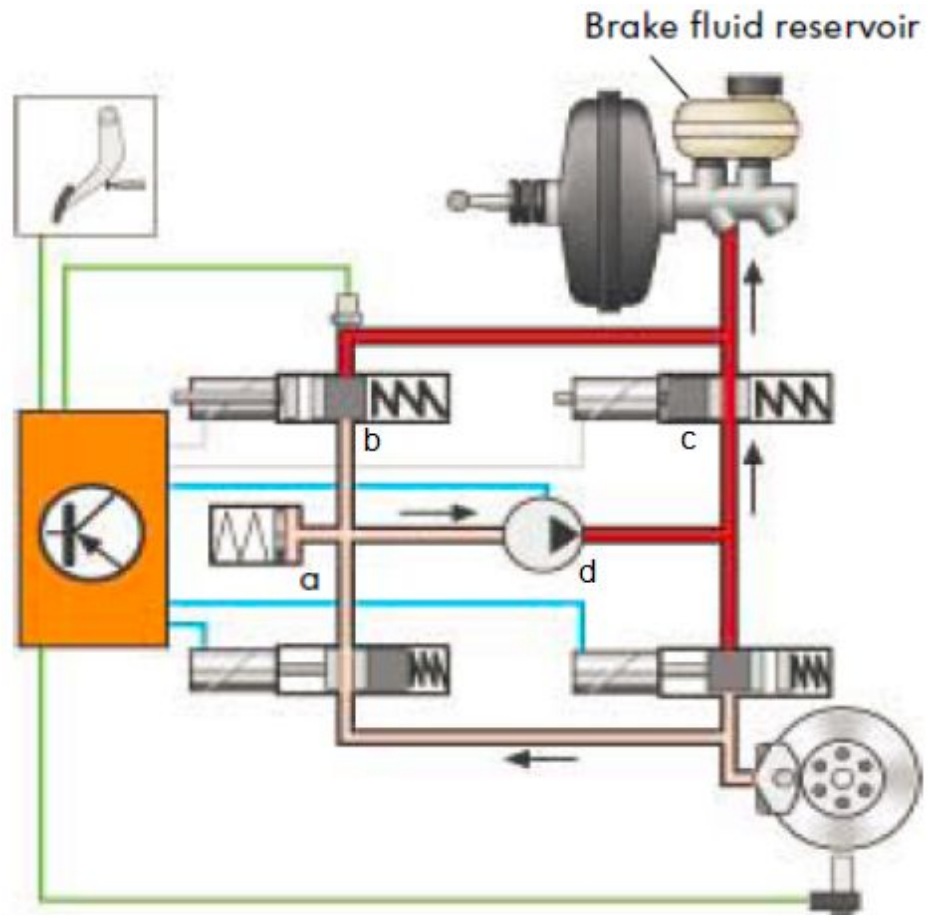
כאשר הנהג מפחית את הלחץ מדוושת הבלם סף התנאים לפעולת המערכת לא קיים יותר. מערכת BAS מסיקה שמצב החרום חלף והיא עוברת לשלב 2. כעת הלחץ במשאבות הגלגל מותאם ללחץ המפעיל הנהג על דוושת הבלם. המעבר משלב 1 לשלב 2 נעשה בהדרגה כאשר מערכת BAS מפחיתה את תרומתה עד התאמתה ללחץ הנדרש על ידי דוושת הבלם עד אשר תרומת המערכת יורדת לאפס.



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

מערכת BAS מסיימת את התערבותה כאשר מהירות הרכב יורדת מתחת לסף מוגדר. בשני המקרים לחץ הבלימה מוחלש על ידי השסתומים הרלוונטיים. נוזל בלמים זורם למאגר השמן במוזדולטור וחוזר למאגר הנוזל על משאבה מרכזית בעזרת משאבת המחזור החשמלית.

- a = Accumulator
- b = ESP (brake pressure) switch valve N225
- c = ESP high-pressure valve N227
- d = Return flow pump



The brake pressure is reduced.

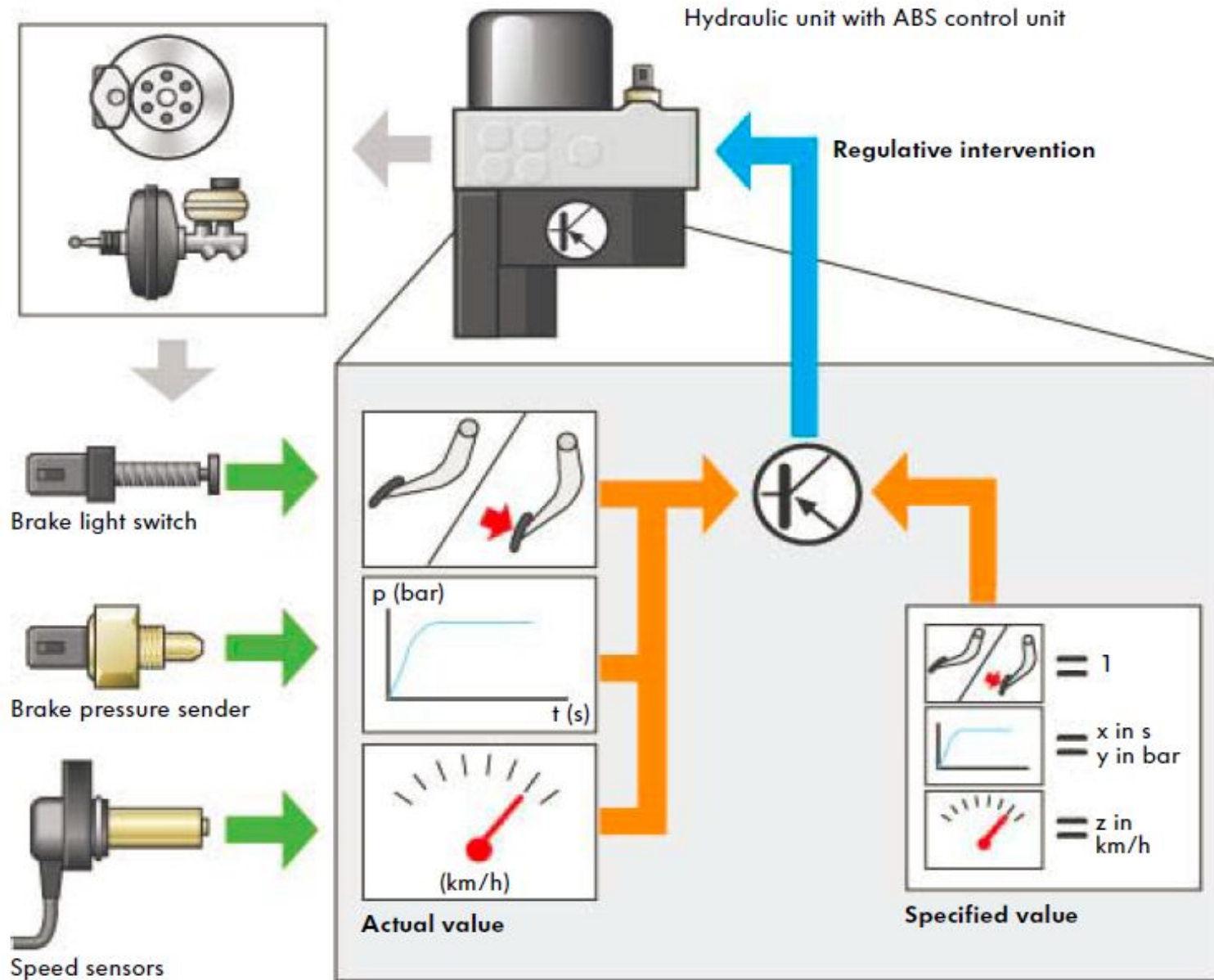
# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

## מצבי ההפעלה של מערכת BAS :

- מצב של בלימת חרום מזוהה על ידי המערכת ומתחיל שלב 1 .  
אלו התנאים הבאים חייבים להתקיים לצורך כך :
  1. אות ממתג בלם המעיד על לחיצה על דוושת הבלם
  2. אותות מחיישני סיבובי גלגלים המעידים על מהירות נסיעת הרכב
  3. אות מחיישן לחץ הידראולי המעיד את מידת הלחיצה על דוושת הבלם

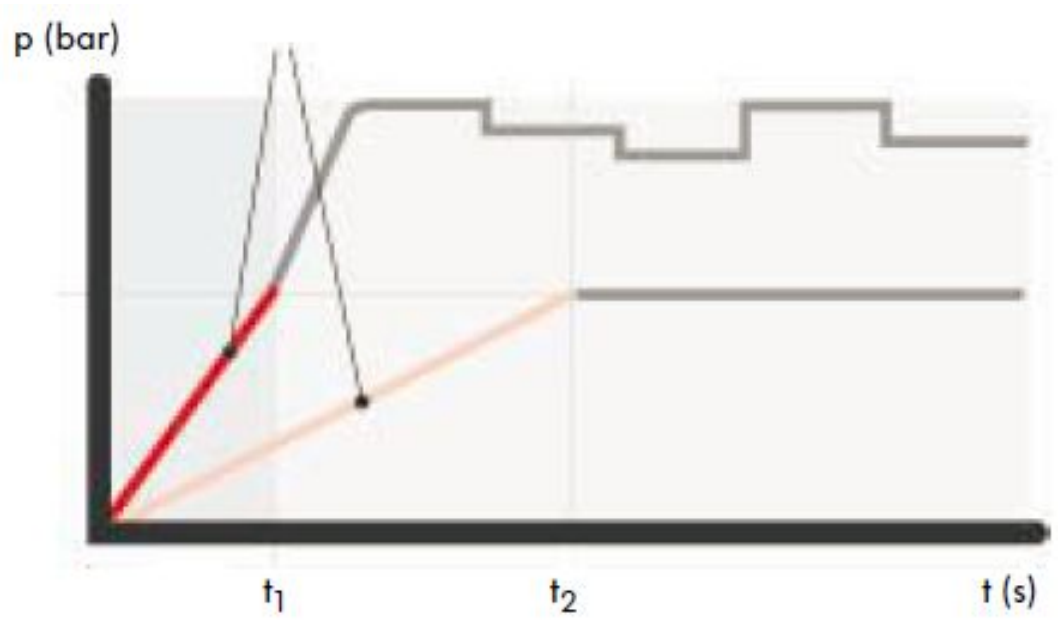
מהירות ועוצמת כוח הבלימה המסופק נקבעים על ידי שיעור – Gradient - בניית הלחץ במשאבת בלם מרכזית . המשמעות היא שיחידת הבקרה קובעת את השינוי בלחץ הבלימה הרגעי הנמדד על ידי חיישן לחץ הידראולי בפרק זמן מסוים . זהו שיעור עליית לחץ הבלימה .

# Brake Assist System – Bosch Brake assist System



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

שיפוע – שיעור – Gradient - עקומת הלחץ הוא פקטור ההחלטה להתערבות מערכת BAS



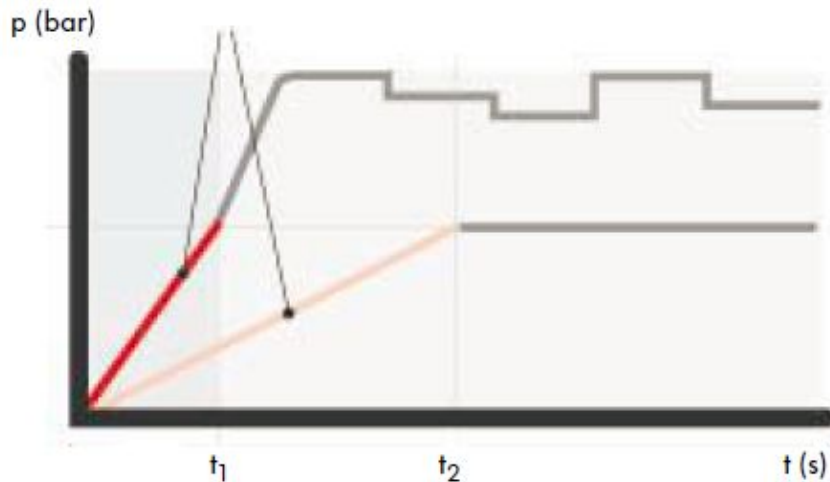


# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

סף ההתערבות של מערכת BAS הוא ערך מוגדר מראש התלוי במהירות הרכב. אם הלחץ על דוושת הבלם מגיע לערך המוגדר בתוך פרק זמן נתון מערכת BAS מתחילה בהתערבותה. כאשר השינוי בלחץ הבלימה יורד מתחת לסף זה מערכת BAS מפסיקה את התערבותה בבלימה. במילים אחרות אם לחץ דוושת הבלם מגיע לערך מסוים בתוך זמן קצר  $t_1$  הרי ערכי הסף להתערבות המערכת מתמלאים והמערכת מתערבת. אם לחץ דוושת הבלם מגיע לאותו ערך מסוים אך לאחר זמן ארוך יותר  $t_2$ , העקומה שטוחה והמערכת אינה מתערבת.

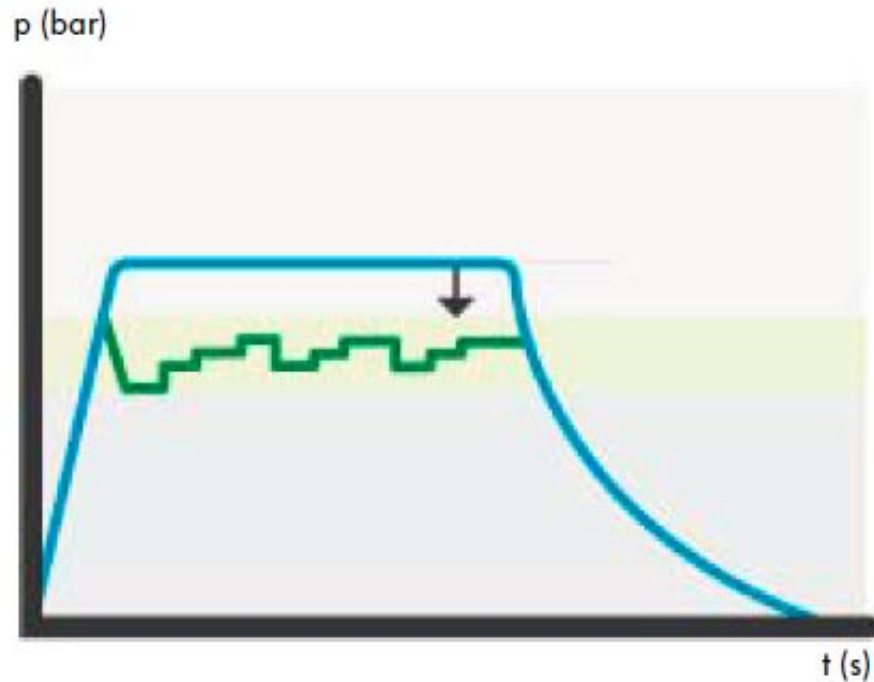
המערכת אינה מתערבת במידה ו-:

- דוושת הבלם נלחצת באיטיות או בכלל לא
- השינוי בלחץ נשאר מתחת לערך סף
- מהירות נסיעת הרכב איטית מידי
- הנהג לחץ על דוושת הבלם בכוח מספיק חזק



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

- נהג מנוסה מפתח מספיק לחץ בלימה בעת הלחיצה על דוושת הבלם תוך שימוש במגבר הבלם – בוסטר ובמשאבת הבלם המרכזית .  
מערכת ABS מונעת את נעילת הגלגלים .



- Brake pressure with ABS intervention
- Pedal pressure of driver

# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

## חיישן לחץ הידראולי

חיישן לחץ מערכת מותקן על המודולטור ההידראולי וחש את הלחץ ההידראולי במערכת הבלמים .  
אופן הפעולה – לב החיישן הוא גביש פיאזו – אלקטרי . הוא מגיב לשינויי לחץ על ידי שינוי מבנה  
המולקולות שבתוכו ועל ידי כך מספק אות מתח מזיד . אות החיישן מתקבל על ידי יחידת הבקרה .  
אופן השימוש באות החיישן – כמוסבר קודם אות החיישן בפרק זמן נתון מאפשר את חישוב שיעור  
השינוי בלחץ . זה מגדיר את סף התנאים להתערבות מערכת BAS .  
תקלה בחיישן – במקרה של תקלה לא תפעלנה מערכת ESP ומערכת BAS  
אבחון עצמי – חיישן תקול יזוהה על ידי יחידת הבקרה ותירשם תקלה בזיכרון המחשב



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

## משאבת החזרה חשמלית

בעת הפעלת ABS משאבת ההחזרה ממחזרת כמות של נוזל בלמים כנגד הלחץ הנבנה על ידי דוושת הבלם ויחידת מגבר הבלם – בוסטר .

אופן הפעולה – המשאבה מופעלת על ידי יחידת הבקרה של ABS . המשאבה מניעה בוכנה דו כוונת בעלת פונקציית עבודה כפולה בעת ובעונה גם יניקה וגם דחיסה . במידה והבוכנה המותקנת היא חד כוונת פעולת הניקה והדחיסה מתבצעות ברצף . הפעולה הכפולה מושגת על ידי מבנה ייחודי בו מותקנים תאי יניקה ודחיסה משני צדי הבוכנה . כאשר הבוכנה נעה שמאלה התא הקדמי מתרוקן ונוזל הבלמים זורם לתא האחורי . כאשר הבוכנה נעה ימינה נוזל הבלמים נדחס מהתא האחורי חזרה לתוך קו היניקה . הלחץ הראשוני הנבנה בצד היניקה מיצר לחץ דחיסה אחיד ומאפשר במהירות בניית לחץ . לכן אין צורך במשאבה נפרדת לבניית לחץ ראשוני .

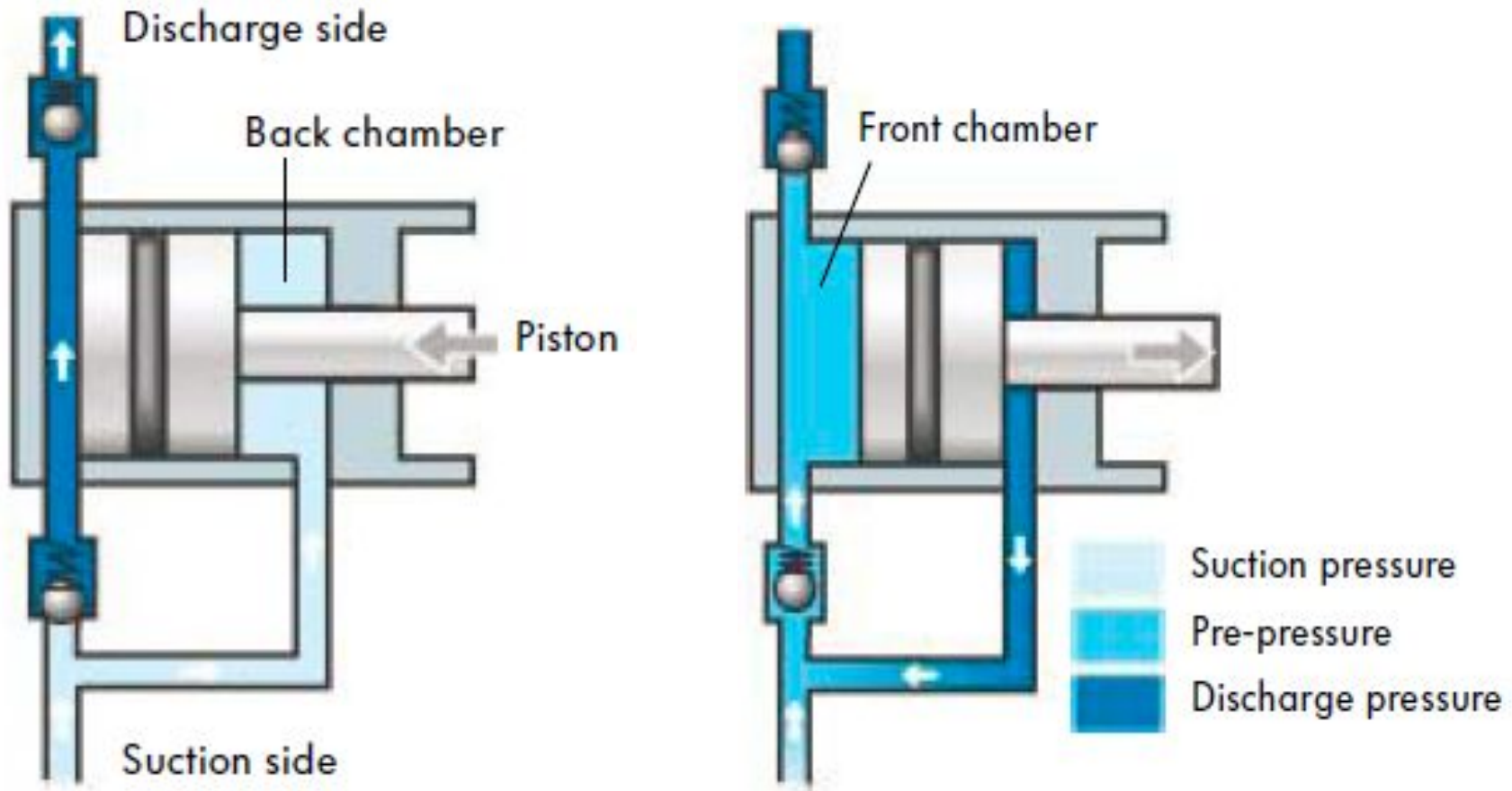
מצבי תקלה – תקלה במשאבת החזרה משביתה את מערכת ABS

אבחון המערכת – יחידת הבקרה מבצעת ניטור מתמיד אחר תקינות משאבת ההחזרה החשמלית ובעת תקלה תירשם תקלה ביחידת הבקרה .



# Brake Assist System – Bosch Brake assist System

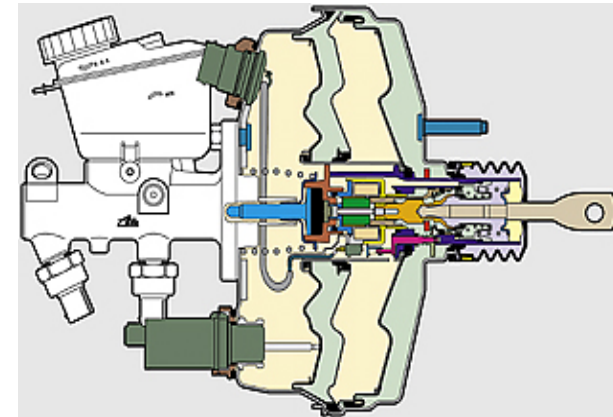
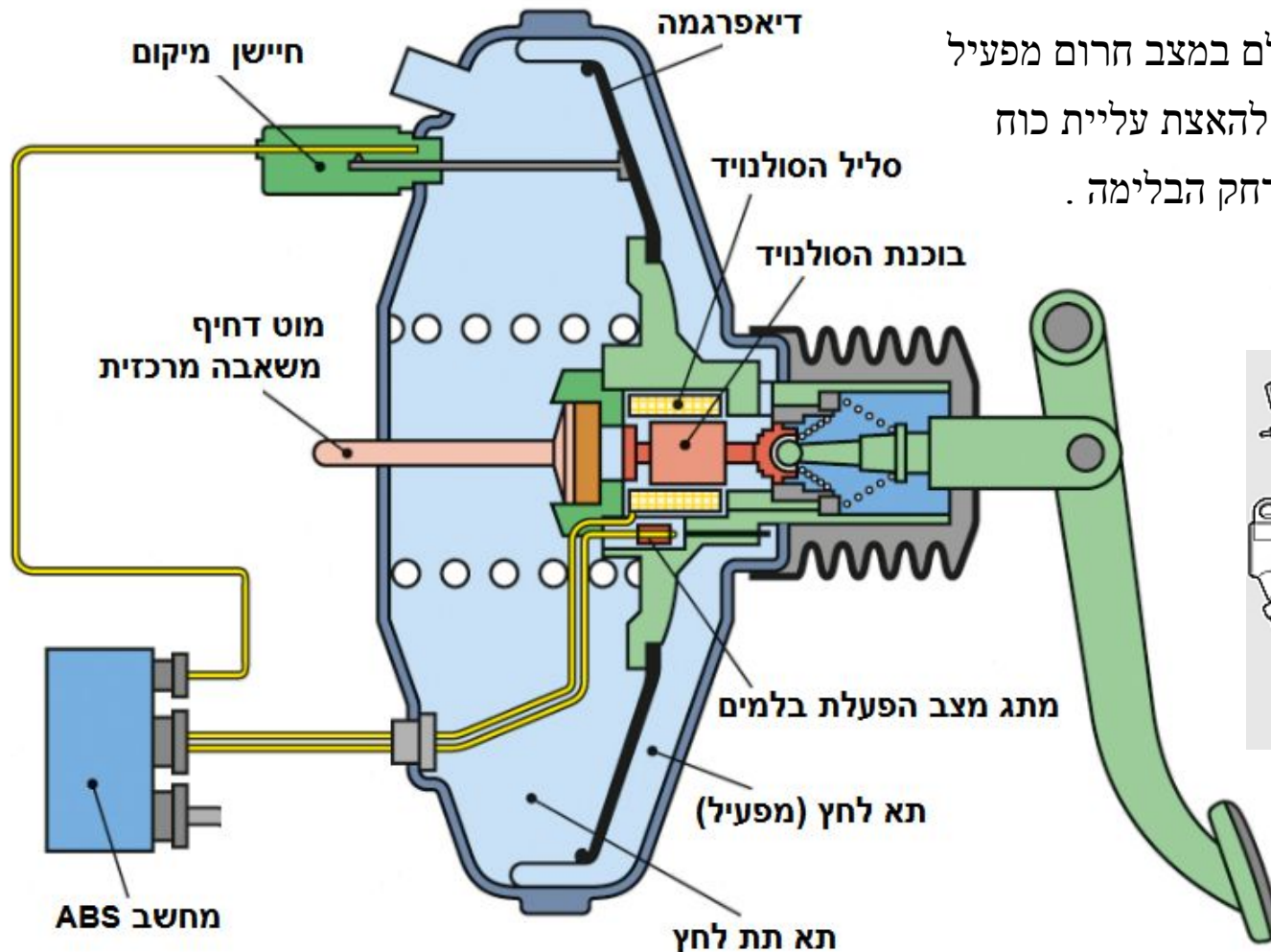
בניית לחץ הידראולי מהיר בשיטת הבוכנה הכפולה



# Brake Assist System – Mechanical Brake assist System

## מגבר בלם אלקטרוני (מבוקר מחשב)

מגבר בלם אלקטרוני (בוסטר) מכיל בתוכו סליל חשמלי וחיישן תזוזת הדיאפרגמה ומופעל ע"י מחשב המערכת. תפקידו: בעת לחיצה על דוושת הבלם במצב חרום מפעיל מחשב ABS את הסולנואיד הגורם להאצת עליית כוח הבלימה ותורם את חלקו לקיצור מרחק הבלימה.



# Brake Assist System – Mechanical Brake assist System

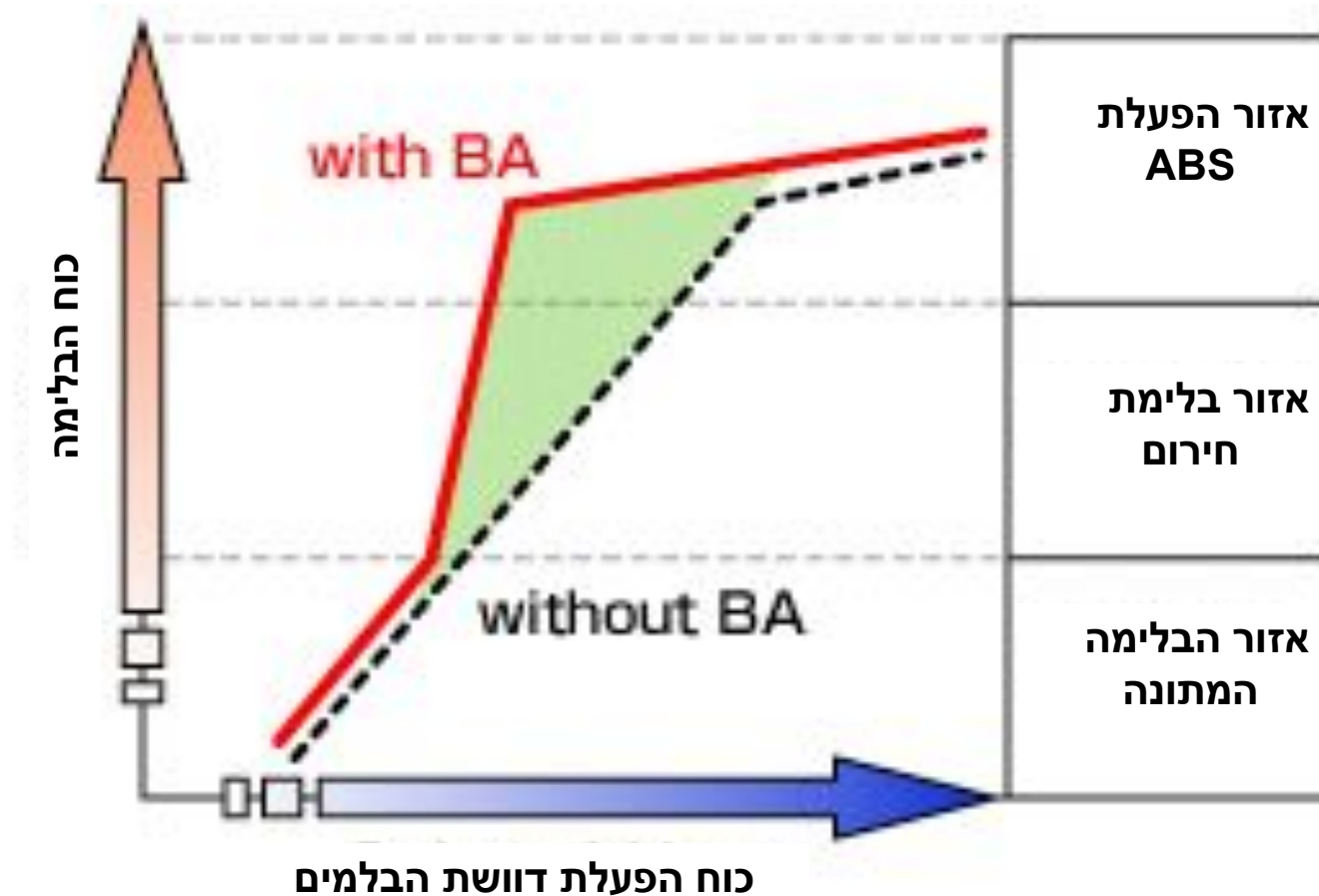
## מגבר בלם כפול

המגבר הכפול מגביר את כוח הלחיצה על משאבת בלם המרכזית ולכן הלחץ עולה מהר יותר והרכב מגיע לתאוצה מרבית בזמן קצר יותר



# Brake Assist System – Mechanical Brake assist System

## הגברת הכוח בבלימת חירום





# Brake Assist System – Mechanical Brake assist System

מרחקי בלימה עם ובלי

## BRAKING DISTANCES WITH AND WITHOUT BRAKE ASSIST *(distances from 100km/h)*

### תגובת הנהג לקויה



WITH BRAKE ASSIST



WITHOUT BRAKE ASSIST

### תגובת הנהג הססנית

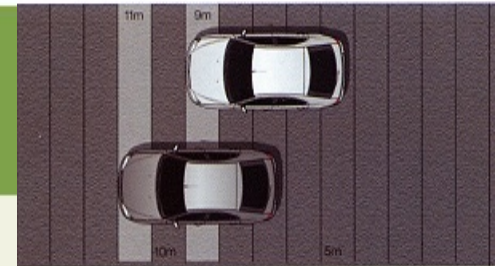


WITH BRAKE ASSIST

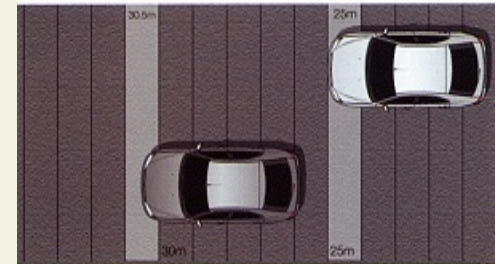


WITHOUT BRAKE ASSIST

EBA @ 30mph



EBA @ 50mph

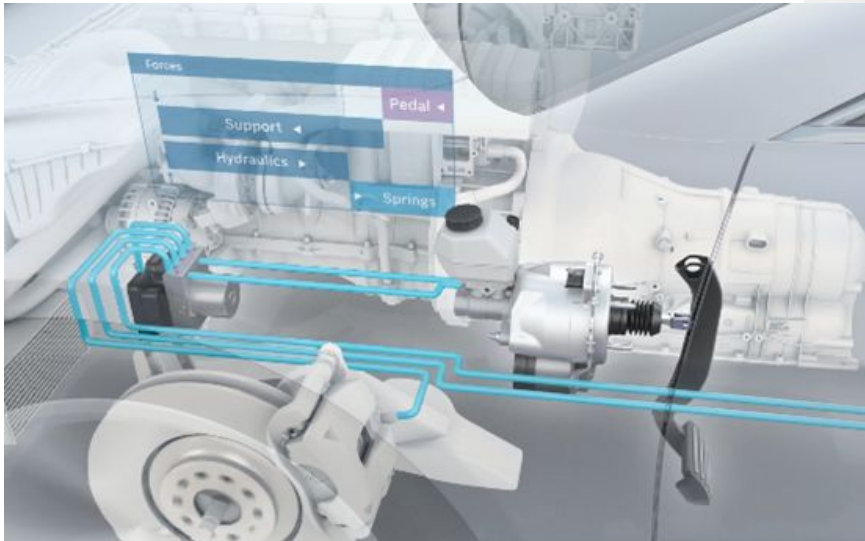
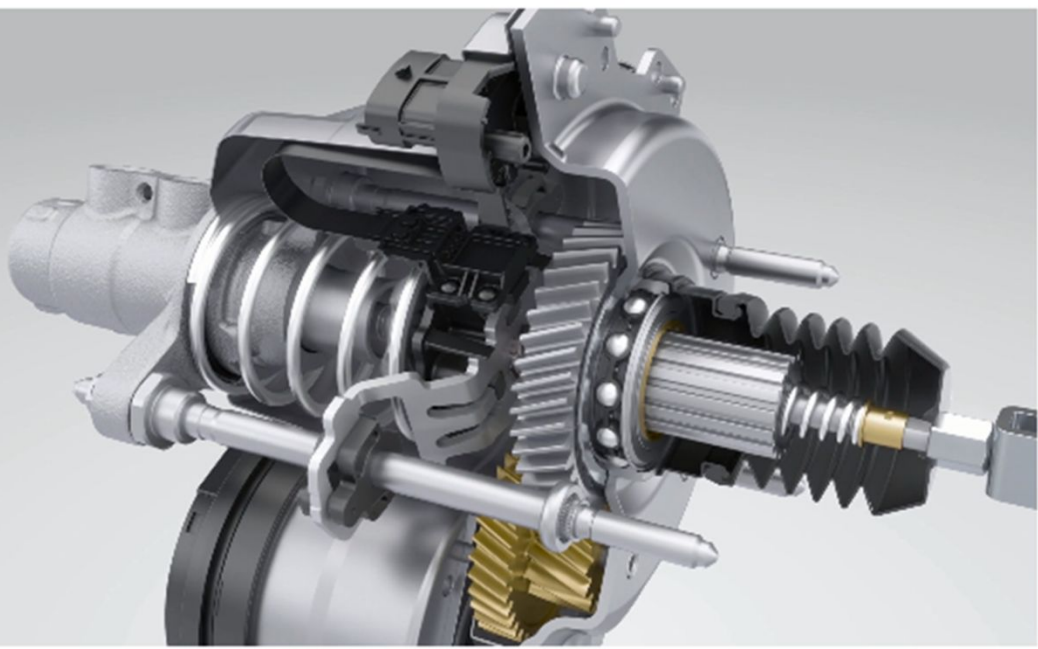


EBA @ 70mph



Source: Continental

# Brake Assist System – Mechanical Brake assist System



# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD

תפקיד - מערכת EBD – חלוקת כוחות בלימה מווסתת את כוחות הבלימה באמצעות שינוי לחצי הבלימה במשאבות הגלגלים, בהתאם לעומס האנכי על הגלגלים בשעת הבלימה וגם בבלימה תוך כדי נסיעה בעקומה.

העומס האנכי נקבע בהתאם לאחוז ההחלקה של הגלגל בשעת הבלימה. כאשר אחוז ההחלקה באחד הגלגלים גבוה מידי, המערכת מפחיתה את לחץ הבלימה באותו הגלגל.

אחוז החלקה גבוה בגלגל אחד = עומס אנכי קטן יותר על אותו גלגל

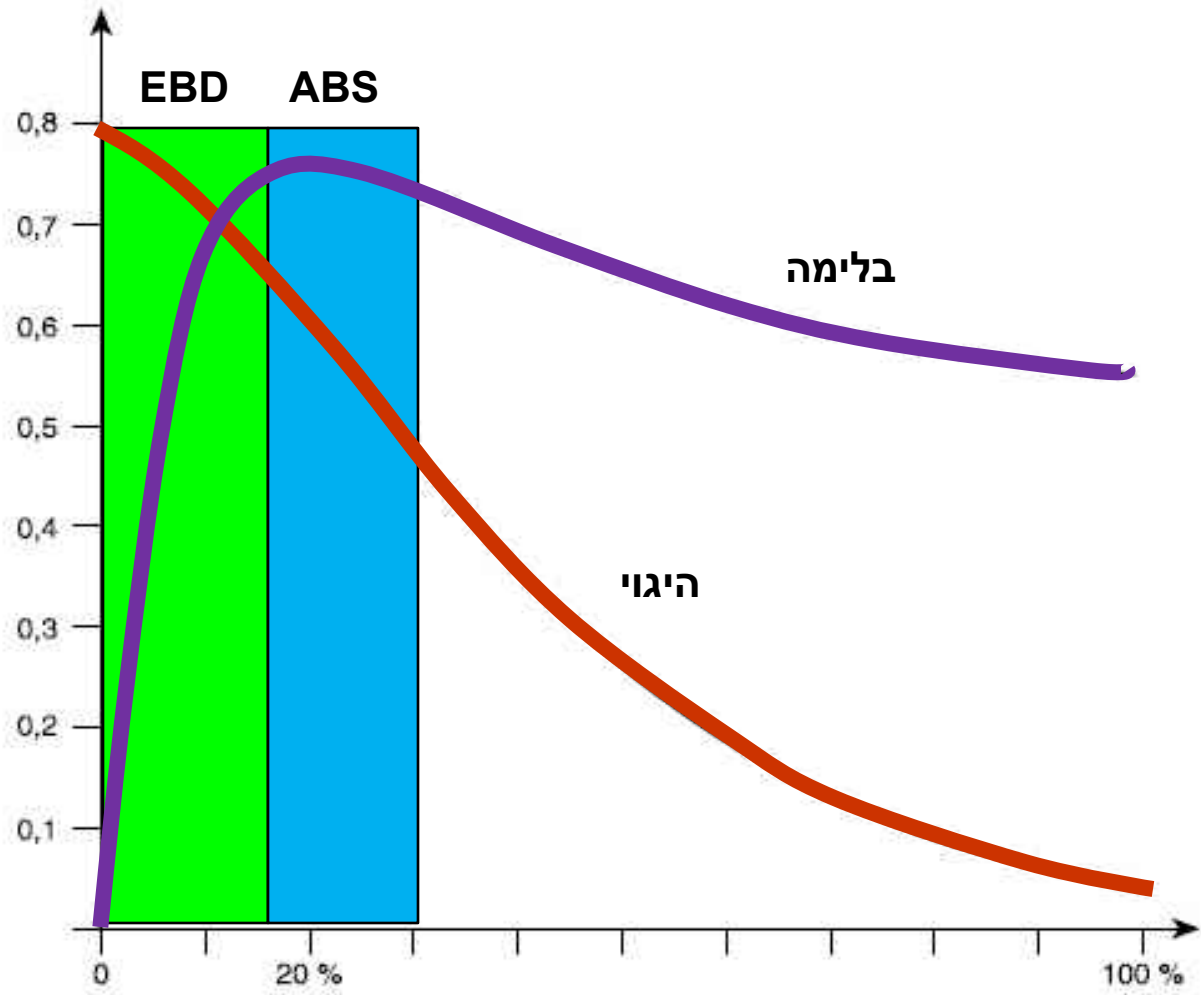
אין צורך בשסתום איזון או מפחית לחץ לגלגלים אחוריים

מערכת EBD מפסיקה את מפעולתה כאשר מערכת ABS נכנסת לפעולה

# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD

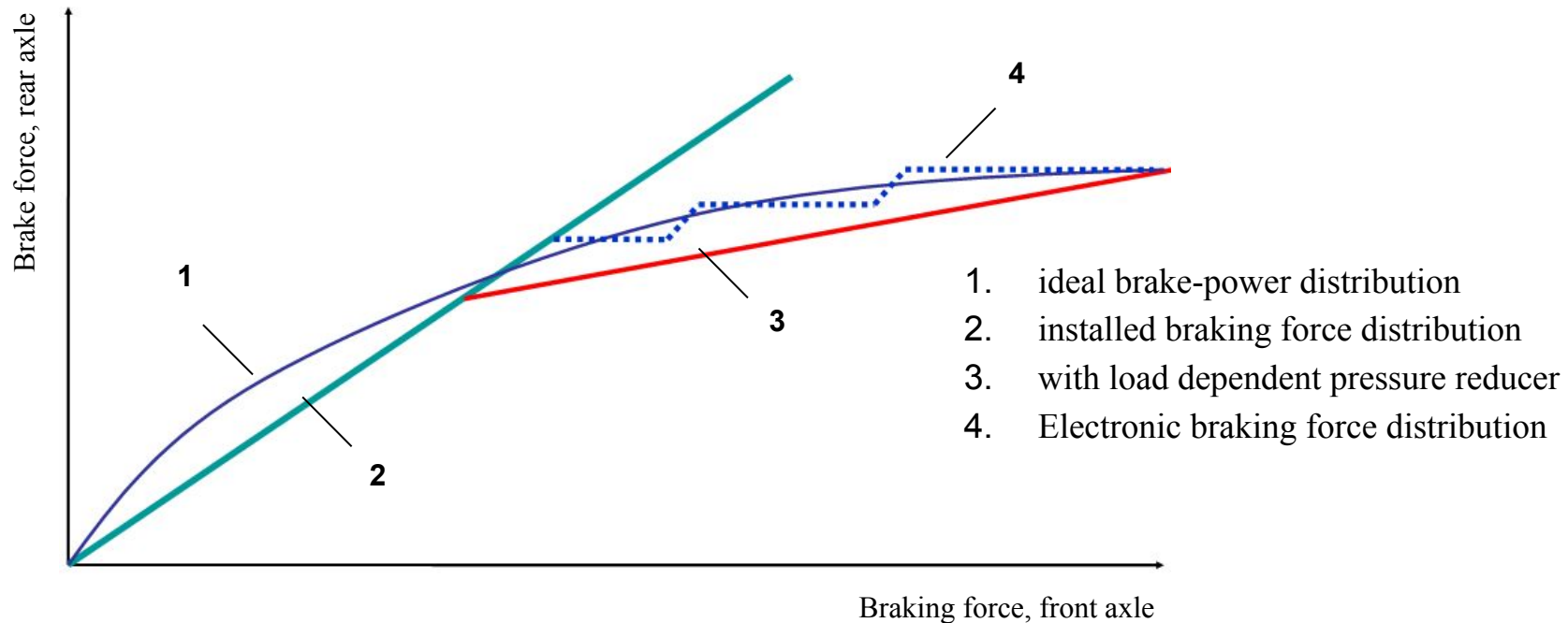
מערכת EBD מפסיקה את פעולתה כאשר קיימת נטייה לנעילה ומערכת ABS נכנסת לפעולה

מקדם חיכוך



אחוז החלקה

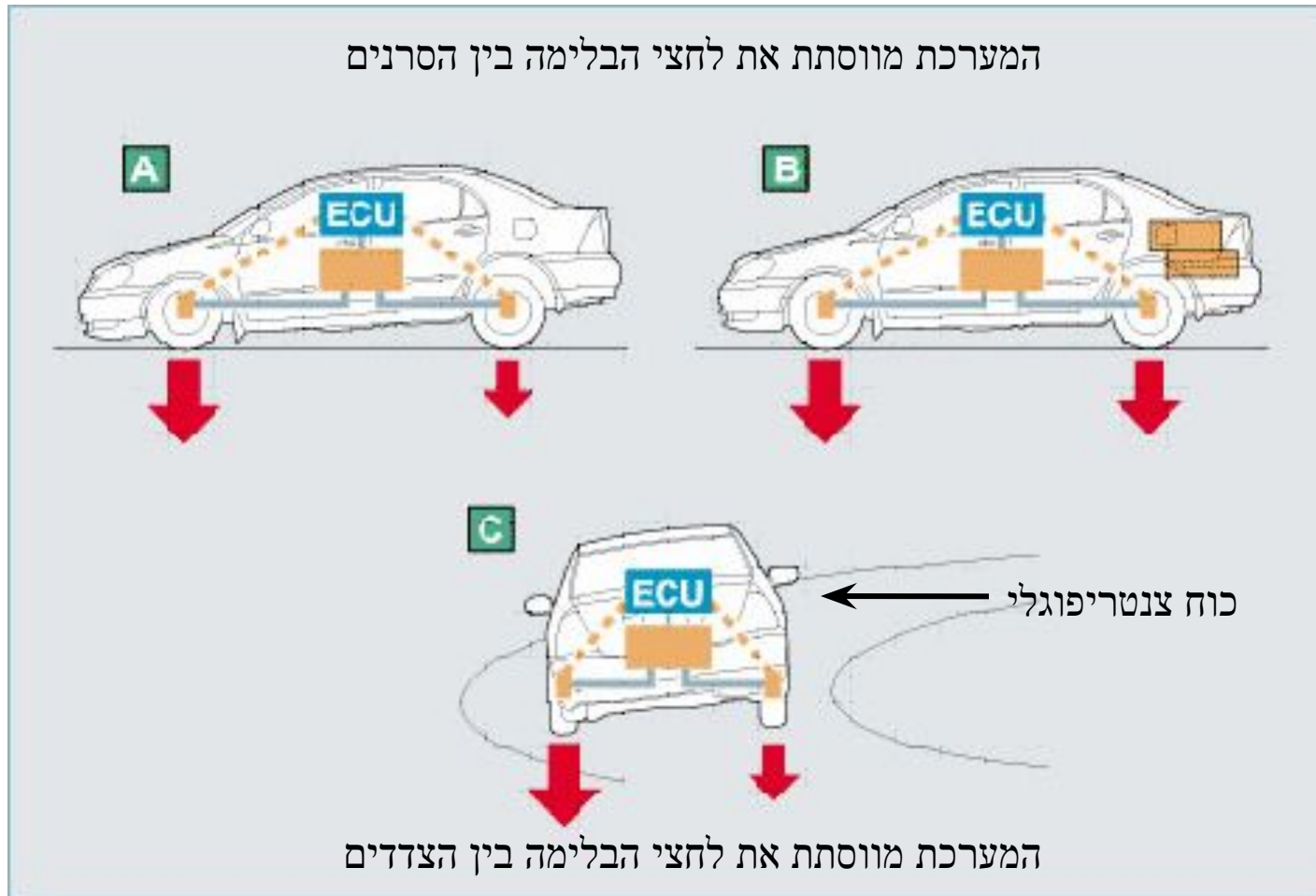
# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD



1. התערבות המערכת בעת חלוקת כוחות בלימה נעשית על הסרן האחורי ומעבר שסתומי המודולטור של הסרן האחורי למצב שמירת לחץ
2. מערכת EBD קיימת החל מגרסת ABS 5.0
3. מערכת EBD ממשיכה לתפקד גם במצבים מסוימים כאשר נוכחת תקלה במערכת ABS

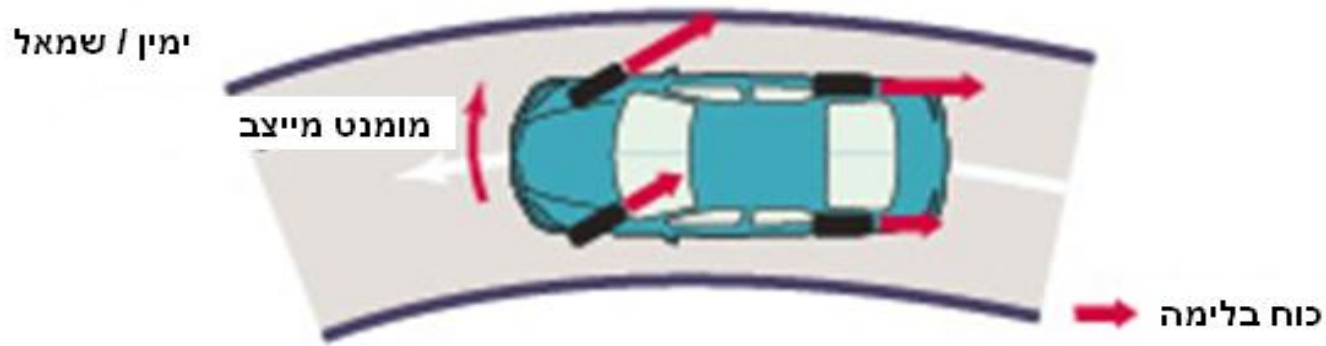
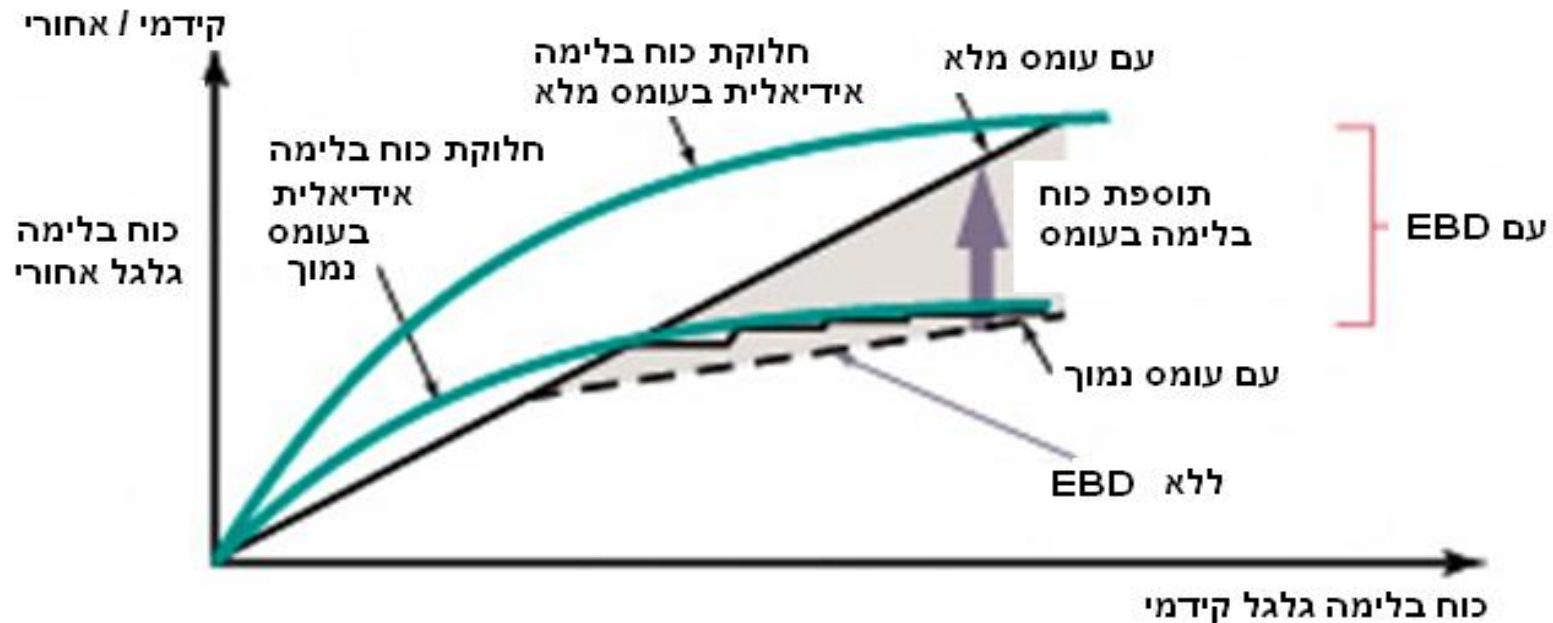
# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD

## השליטה של מערכת EBD על הבלימה



# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD

## אופיין פעולה של מערכת EBD



# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD

## השפעת מערכת EBD על מרחק הבלימה

1 נהג בודד עם EBD



כוח בלימה קידמי      כוח בלימה אחורי

2 נוסעים ומטען עם EBD



Front brake force equal to example 1

Rear brake force greater than example 1

3 נוסעים ומטען ללא EBD



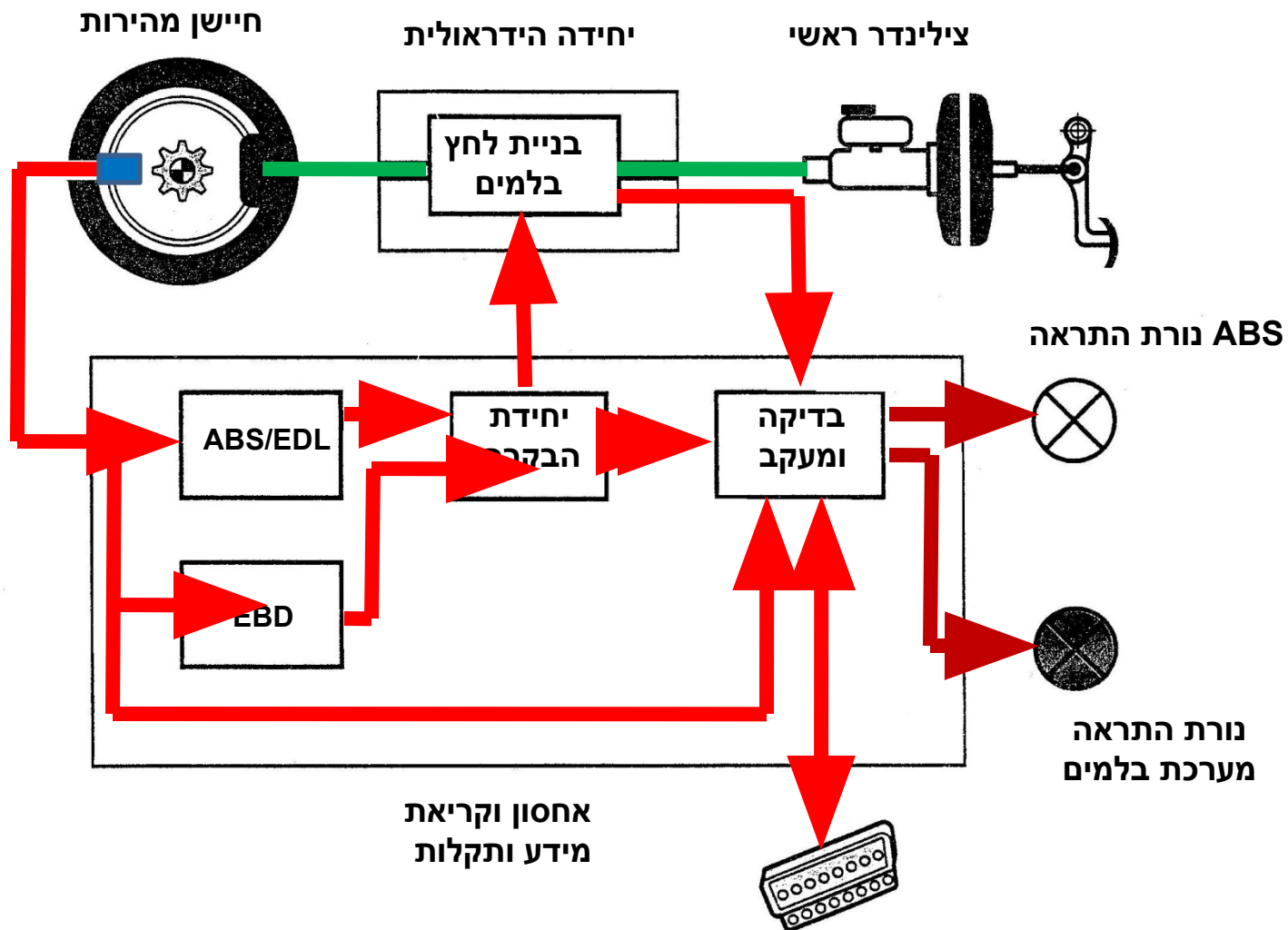
Front brake force equal to example 1

Rear brake force equal to example 1



# Electronic Brake-Force Distribution System - EBD

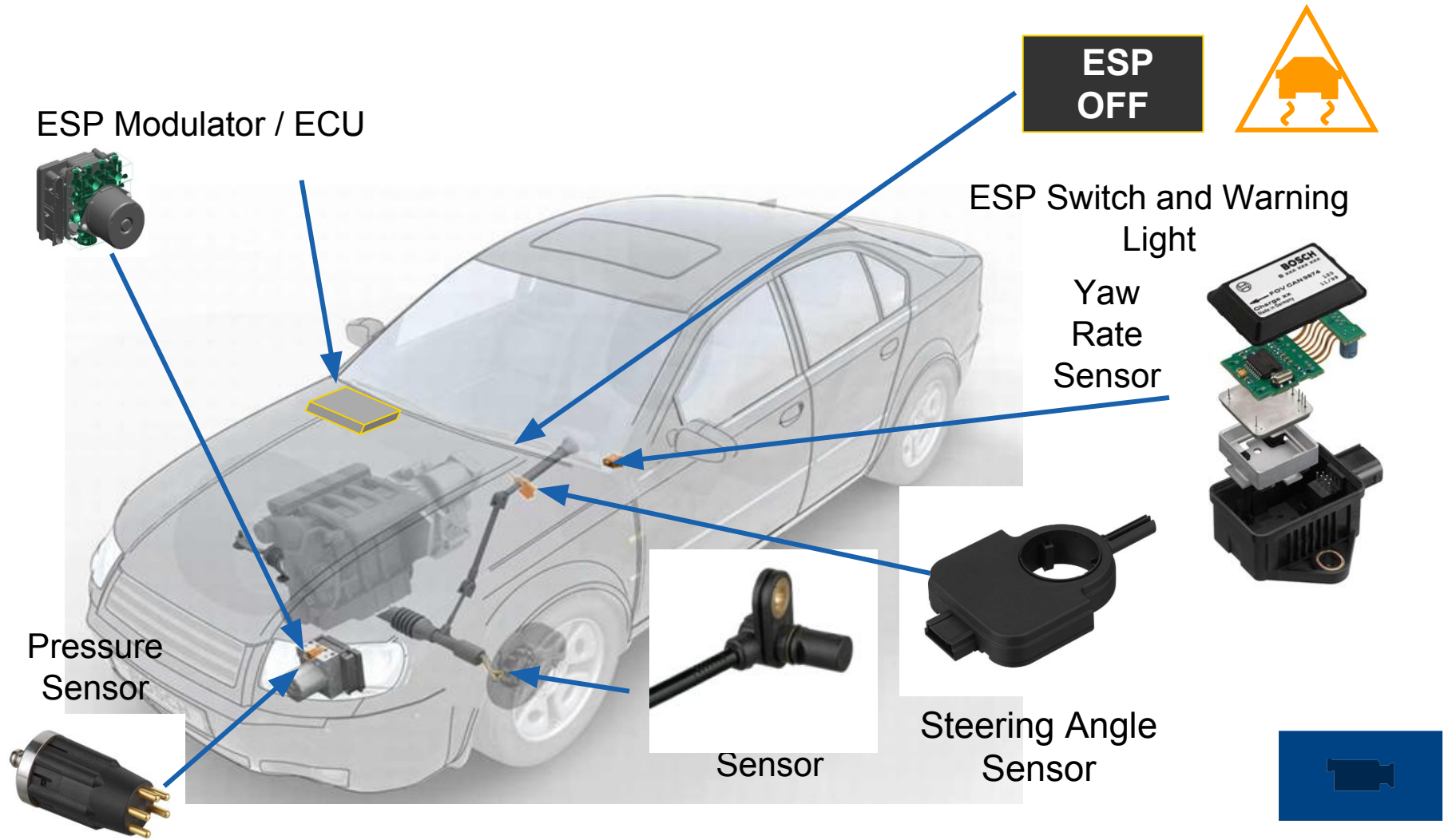
## שילוב מערכת EBD ביחידת הבקרה



# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control

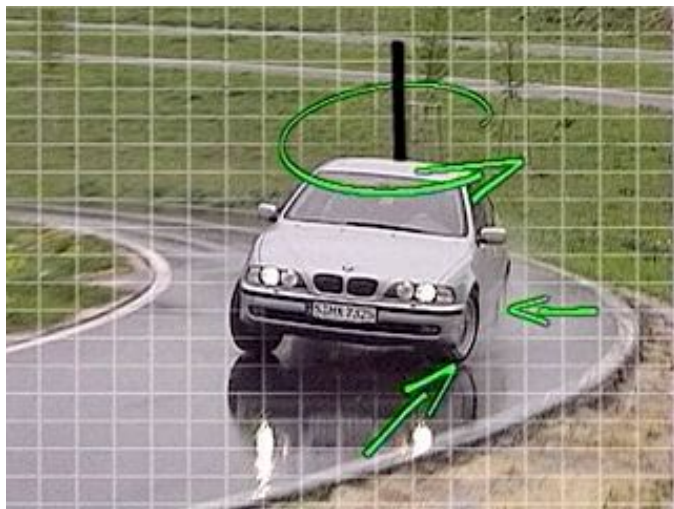


# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



## תפקידה של מערכת ESP/VDC ?

- ✓ פועלת ברקע באופן אקטיבי ומשמרת את יציבות הרכב ונתיב הנסיעה
- ✓ עוקבת אחרי התנהגות הרכב בציר התנועה האורכי והצדי
- ✓ עוקבת אחרי פקודות הנהג, זווית היגוי, לחץ בלימה, מומנט מנוע
- ✓ מזהה מצבים קריטיים ברוב המקרים לפני שהנהג מצליח לזהות
- ✓ מחשבת את הדרכים בהם היא נדרשת להתערב בביצועי הרכב
- ✓ פועלת באופן יחידני על מערכת הבלימה של כל גלגל
- ✓ מתערבת בניהול המנוע
- ✓ כל אלה על מנת למנוע תאונה או איבוד שליטה על הרכב כתוצאה מ-



- ממהירות יתר
- תמרון פתאומי
- הבנה לקויה של תנאי הדרך
- תגובת נהג לא נכונה למצבי נסיעה
- מהי חשיבות המערכת ?

- ✓ 28% מכלל התאונות המערבות נפגעים מתרחשות כתוצאה מ-
- איבוד שליטה על הרכב
- תאונה עם רכב אחר
- באופן עצמי ללא מעורבות עם רכב אחר

# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



## מדוע המערכת כל כך חשובה ?

חלק מכלל התאונות המסתיימות בהרוגים נגרמות עקב תאונת צד תאונות אלה נגרמות בעיקר עקב החלקה במהירות גבוהה, טעויות נהג ותנועות היגוי שגויות. מערכת ESP/VDC מגבירה את בקרת יציבות ומונעת מצבי תאונות קשות.



## כיצד פועלת המערכת ?

המערכת מנתחת את רצון הנהג ומצב הרכב בהקשר הבא :

זווית גלגל הגה ומצבי ההיגוי

מהירות הרכב

מצב דוושת האצה

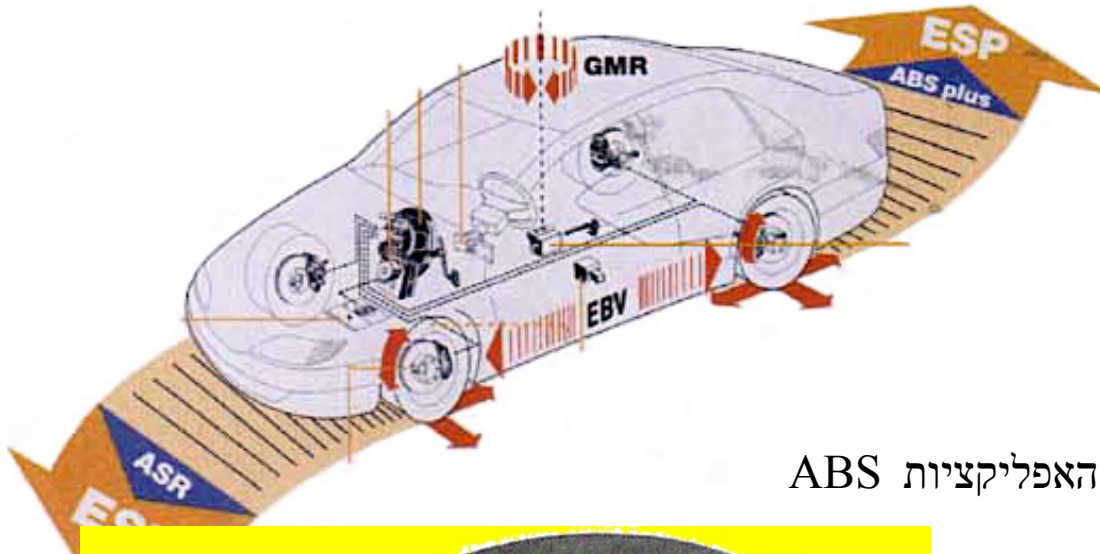
לחץ בלימה

שיעור הסבסוב Yaw Speed Rate

תאוצה צדית

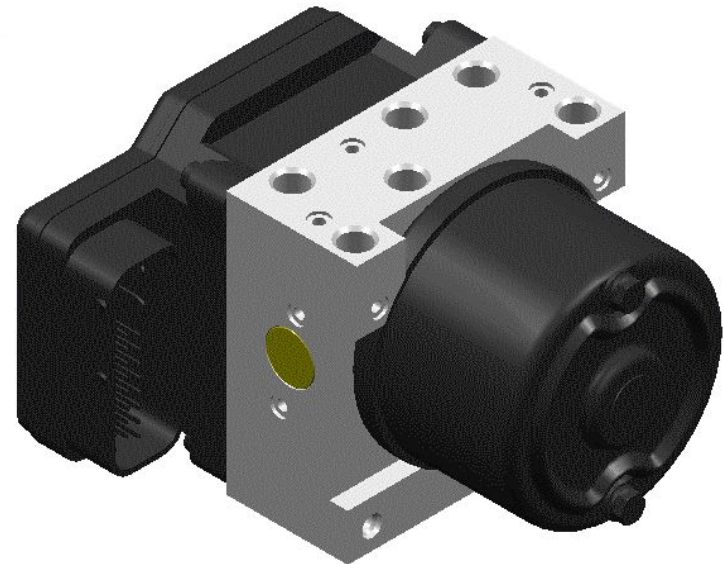
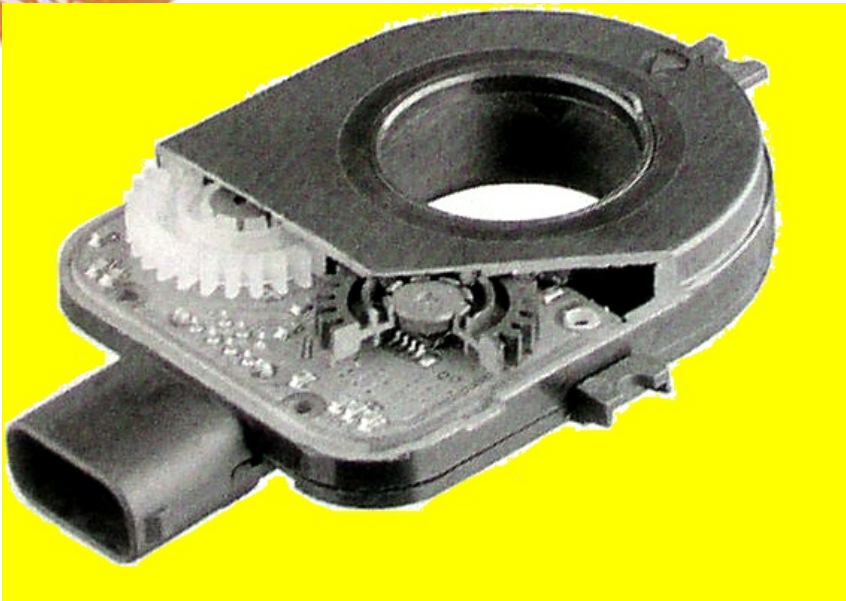
המערכת פועלת על תשתית מערכת הבלמים של ABS, מחשב המערכת מחשב את הנתונים הנדרשים להפעלה יחידנית של בלם כל גלגל ובמקביל יכול לשלוח בקשת הפחתה של מומנט המנוע.

# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



## באיזה מצבים המערכת נדרשת ?

- ✓ תמרון התחמקות ממכשול
- ✓ הטיה פתאומית של גלגל הגה
- ✓ נסיעה על כבישים שונים
- ✓ מצבי היגוי יתר לפני איבוד שליטה
- ✓ מצבי תת היגוי לפני איבוד שליטה
- ✓ מצבי קדם התהפכות
- ✓ סבסוב לפני איבוד שליטה
- ✓ כל המצבים האחרים הדורשים את שילוב האפליקציות ABS TCS EBD



מערכת ESP מקטינה את זוויות ההחלקה של הצמיגים. כדי לאפשר למערכת לבצע את פעולתה, צריכות להתקיים מספר דרישות:

א. חיישנים המוסרים מידע על פעולות הנהג:

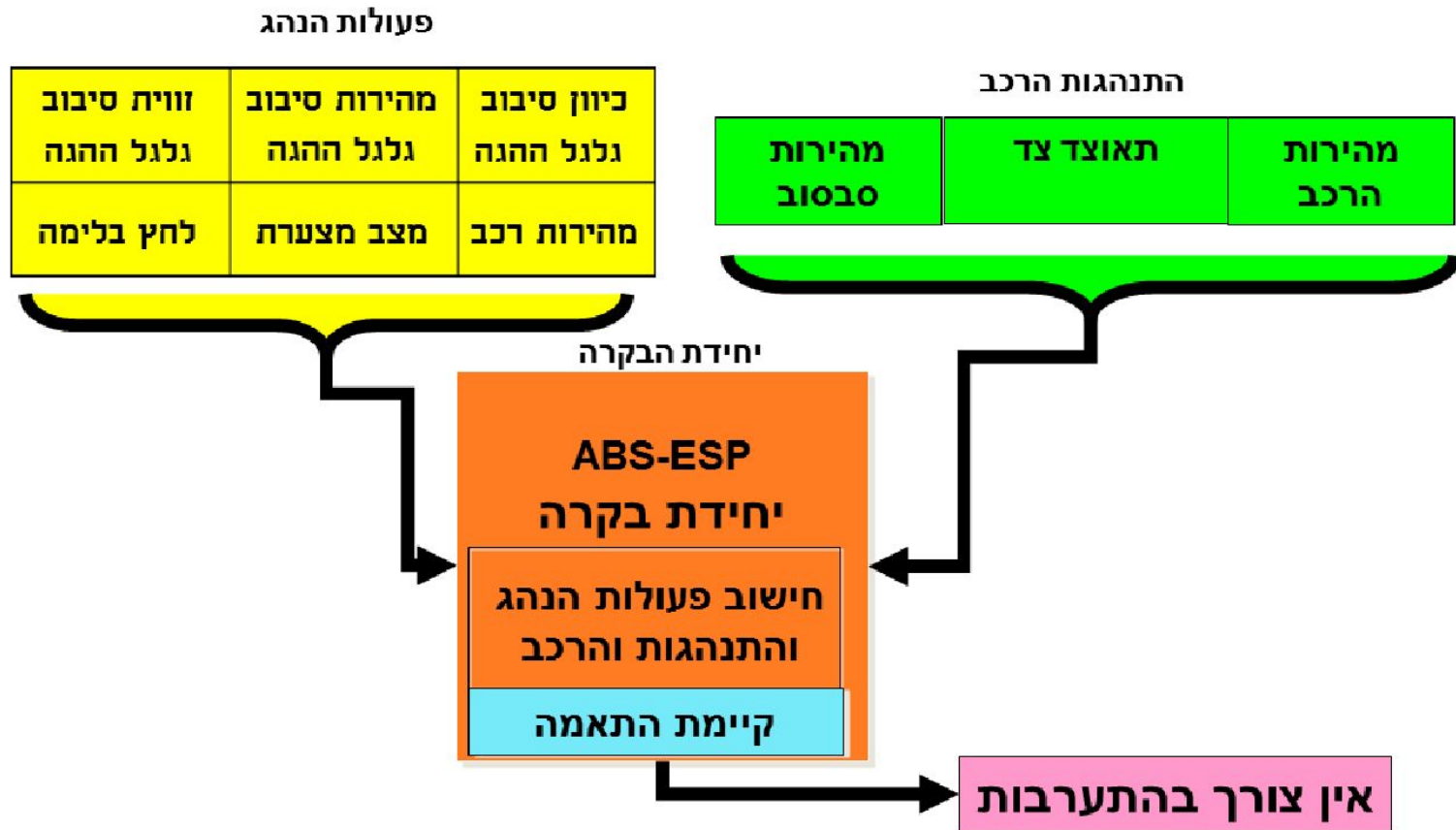
1. חיישן זווית גלגל ההגה - כיוון סיבוב גלגל ההגה, מידת הסיבוב, מהירות הסיבוב.
2. חיישני מהירות הרכב והגלגלים – חישוב מהירות הנסיעה, חישוב תאוצת צד.
3. מחשב ניהול מנוע – חיישן מצב מצערת

ב. חיישנים המוסרים מידע על התנהגות הרכב:

1. חיישן תאוצת צד – חישוב הנטייה של הרכב לנוע הצידה.
2. חיישן סבסוב – חישוב הנטייה של הרכב להסתובב סביב הציר האנכי.
3. חיישן מהירות הרכב

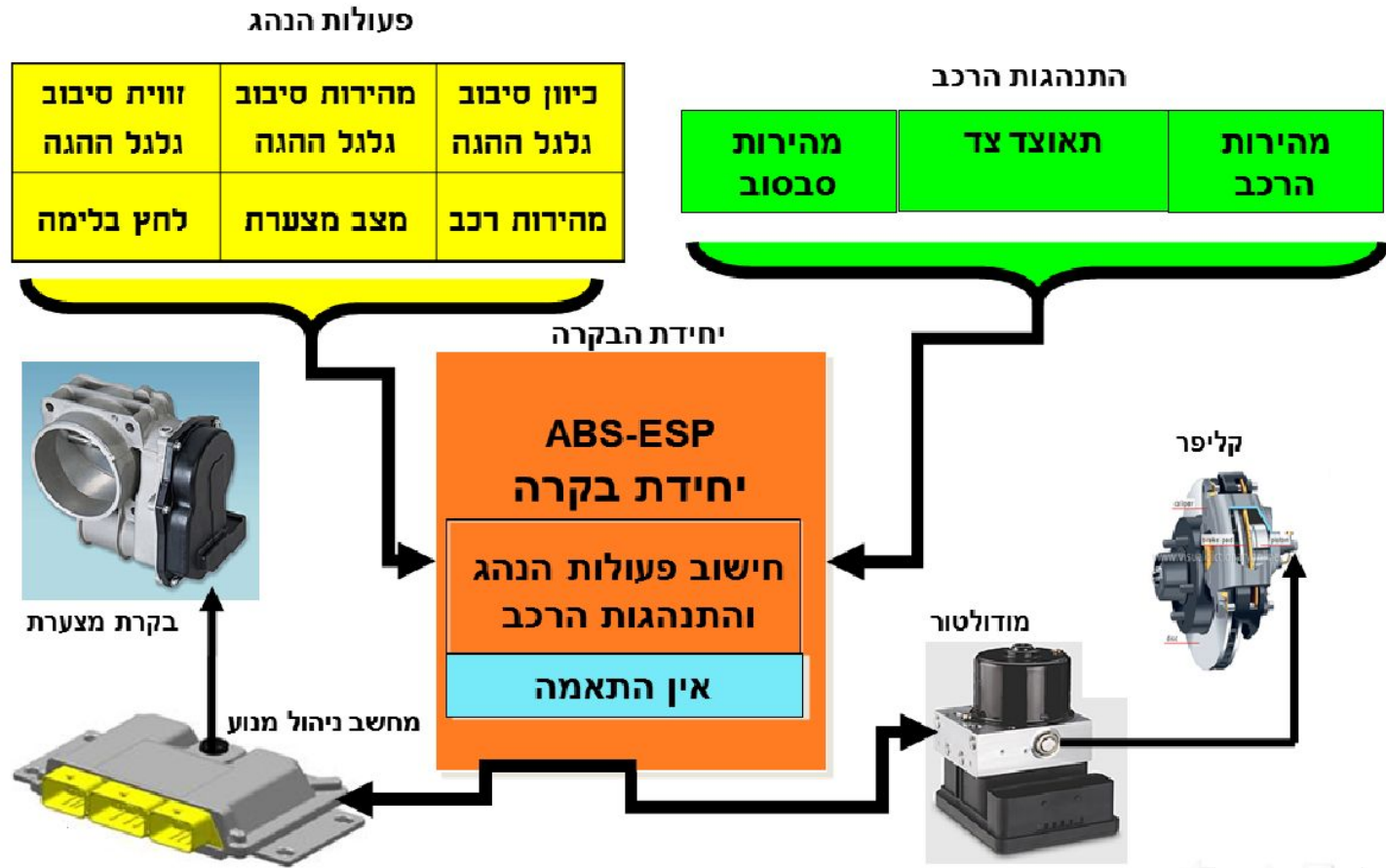
ג. מפעיל אלקטרו הידראולי (מודולטור): להפעלה חלקית של בלמי הרכב בגלגל המתאים.

# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



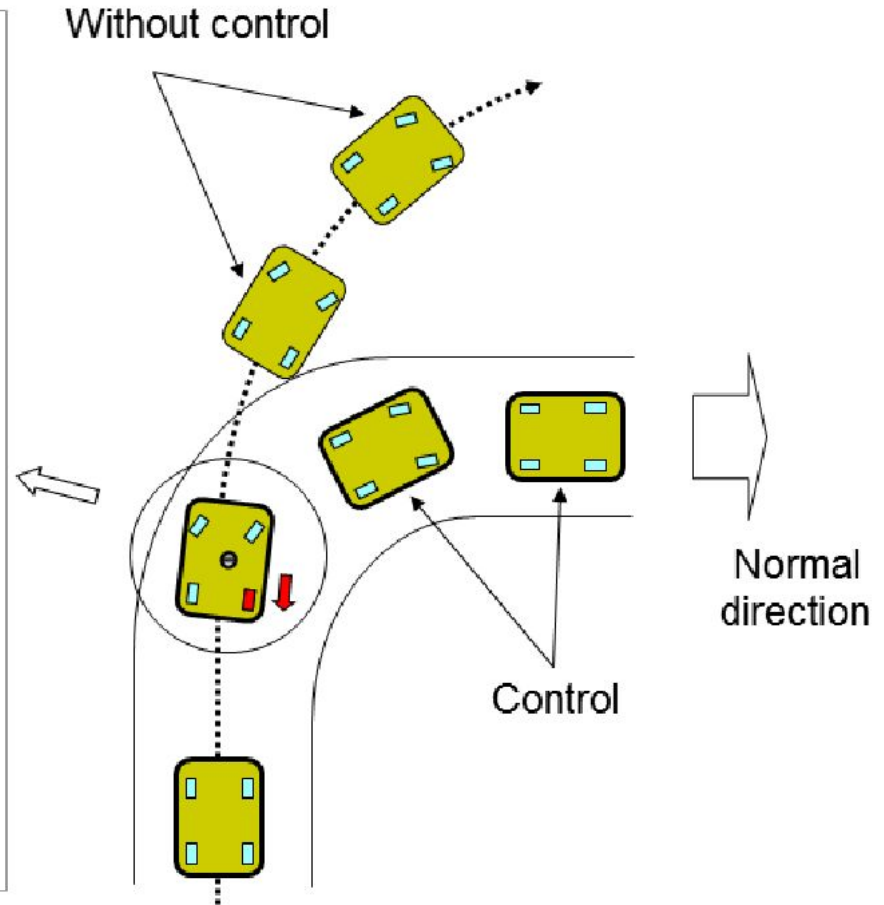
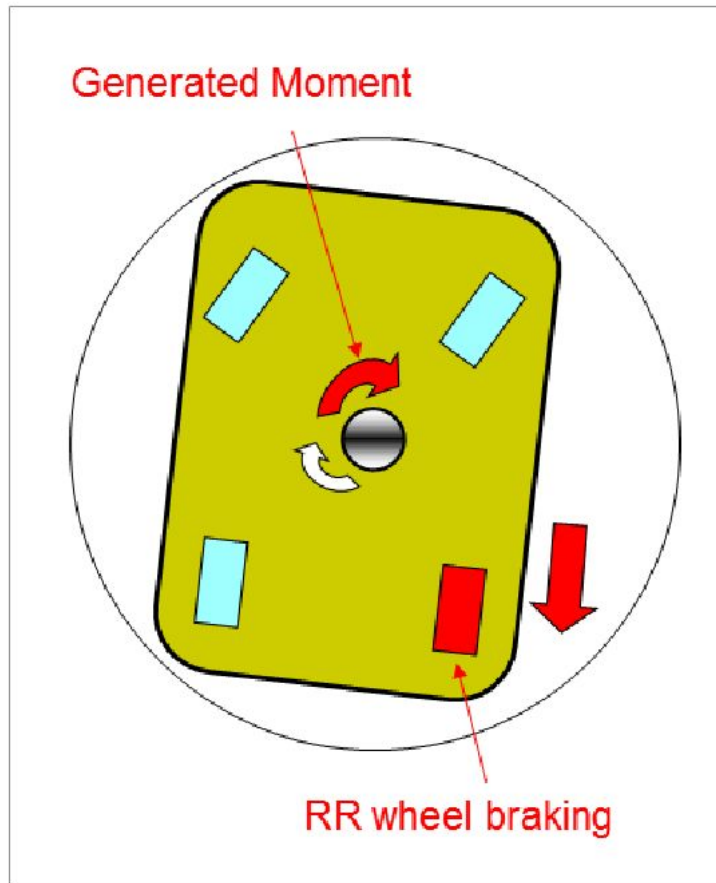


## דרישות מערכת ESP

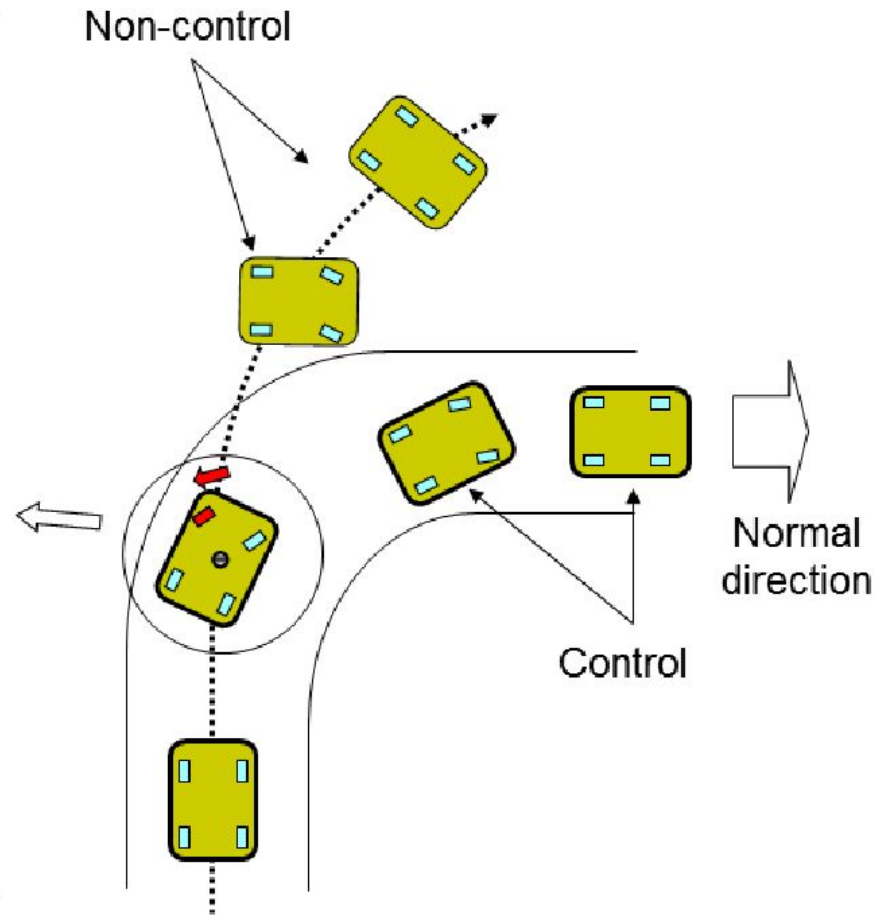
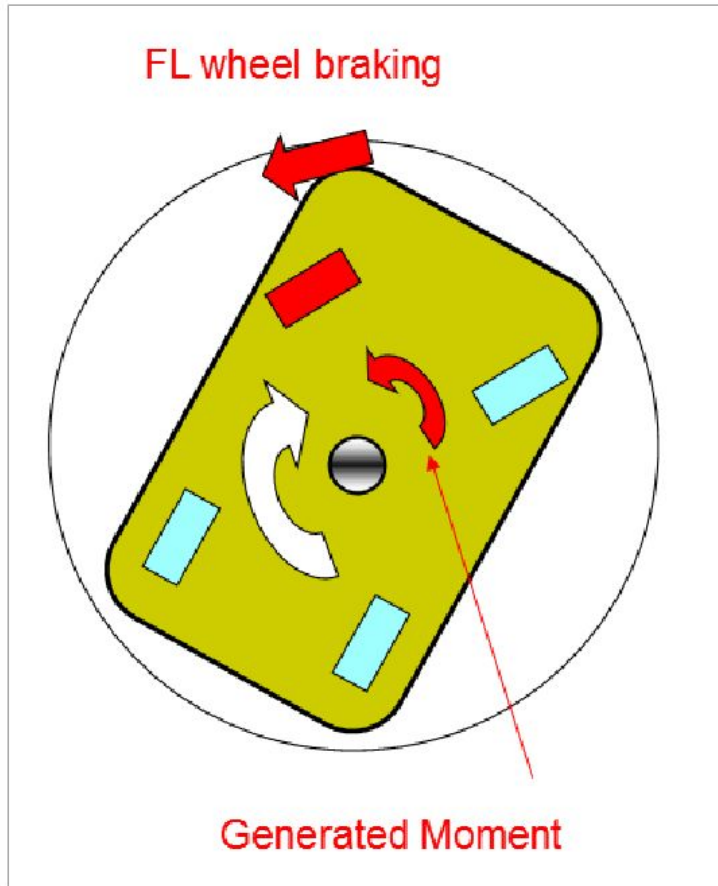


**BASIC FUNCTIONS OF ESP**

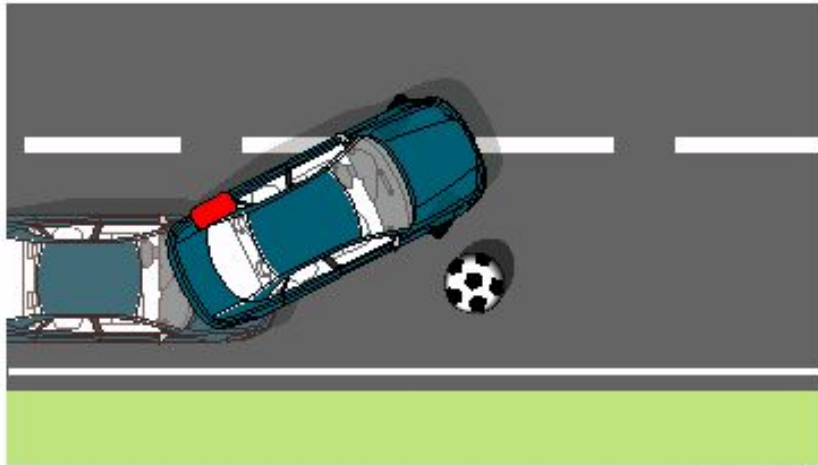
**In the event of understeering**



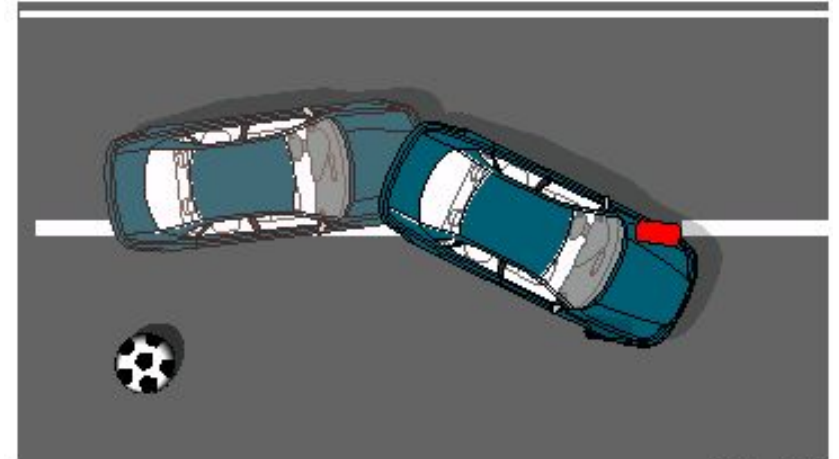
## In the event of oversteering



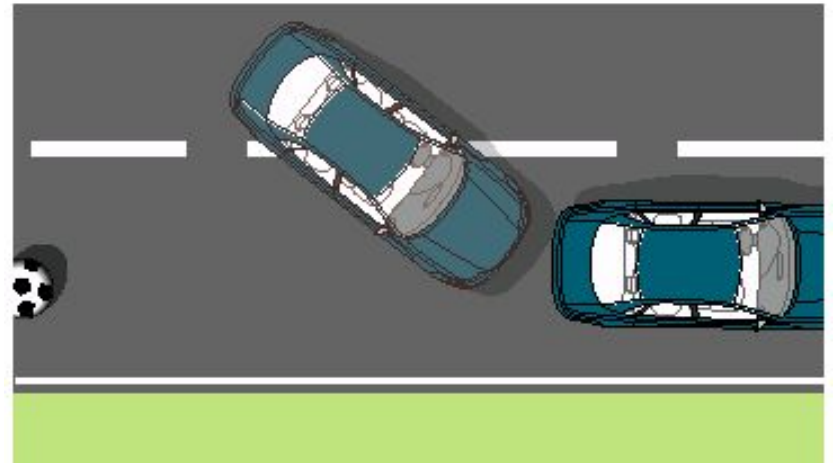
# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



204\_013

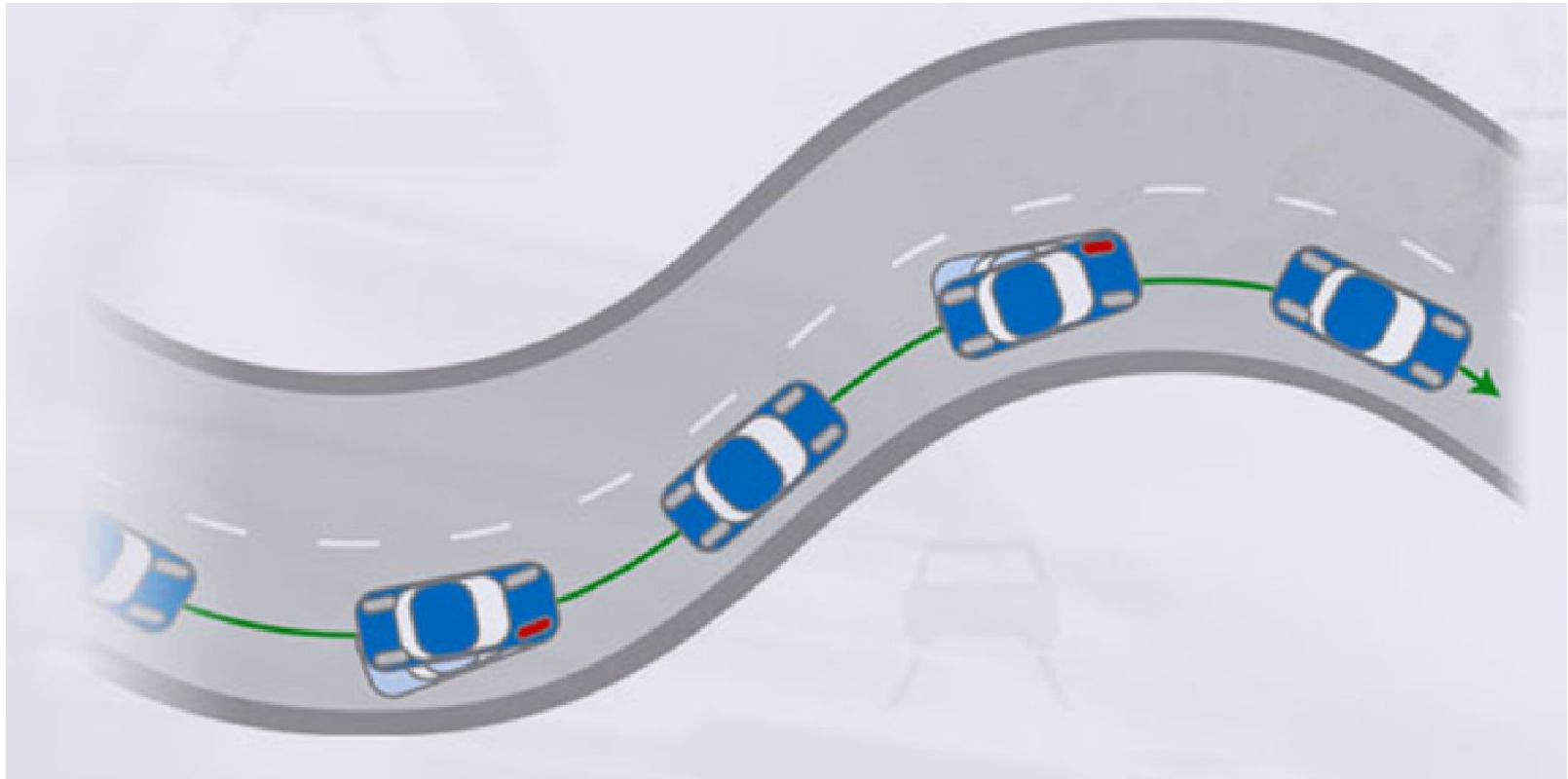


204\_016



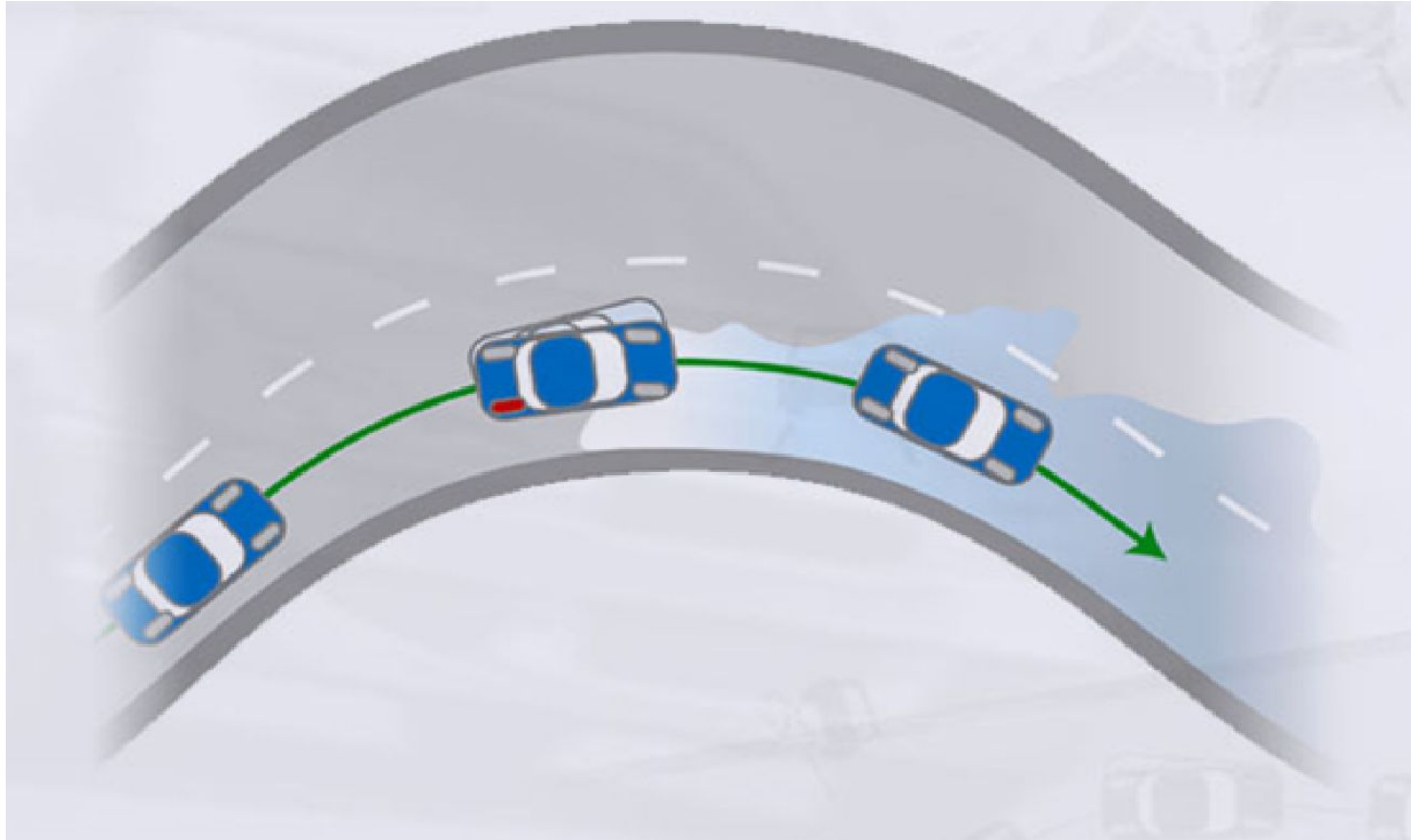
# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control

---

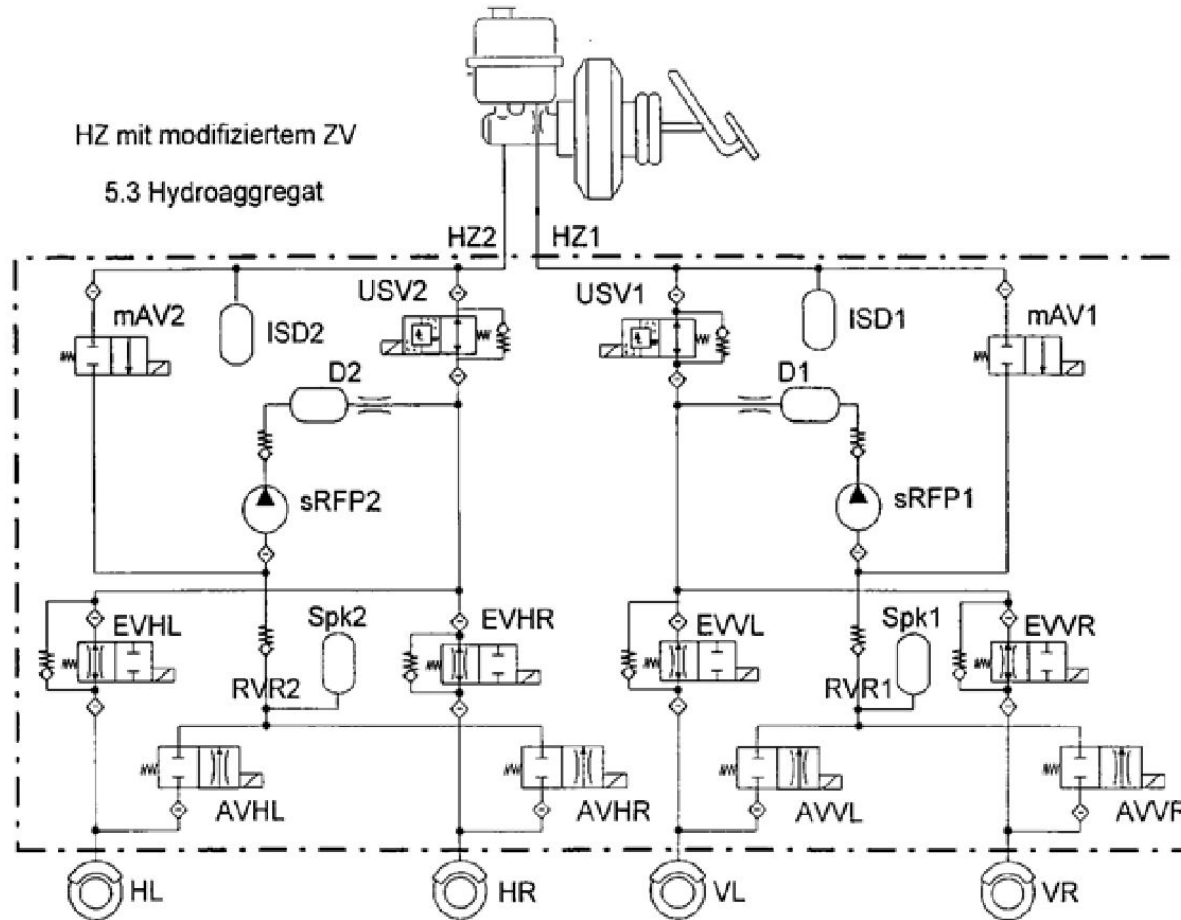


# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control

---

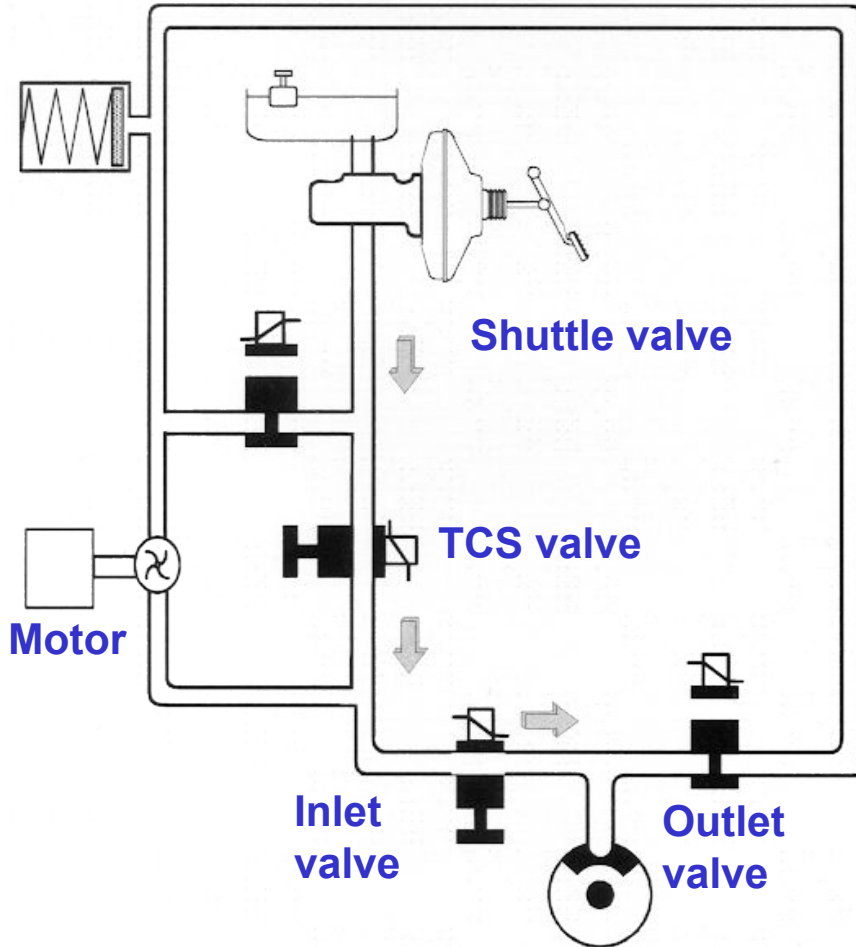


# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



- HZ = Master cylinder loop 1 and 2
- USV = Switching valve
- mAV = Suction valve
- D = Damper chamber
- sRFP = Self-priming return pump
- EV = Inlet valve
- AV = Outlet valve
- Spk = Accumulator chamber
- RVR = Non-return valve

## Hydraulic flow

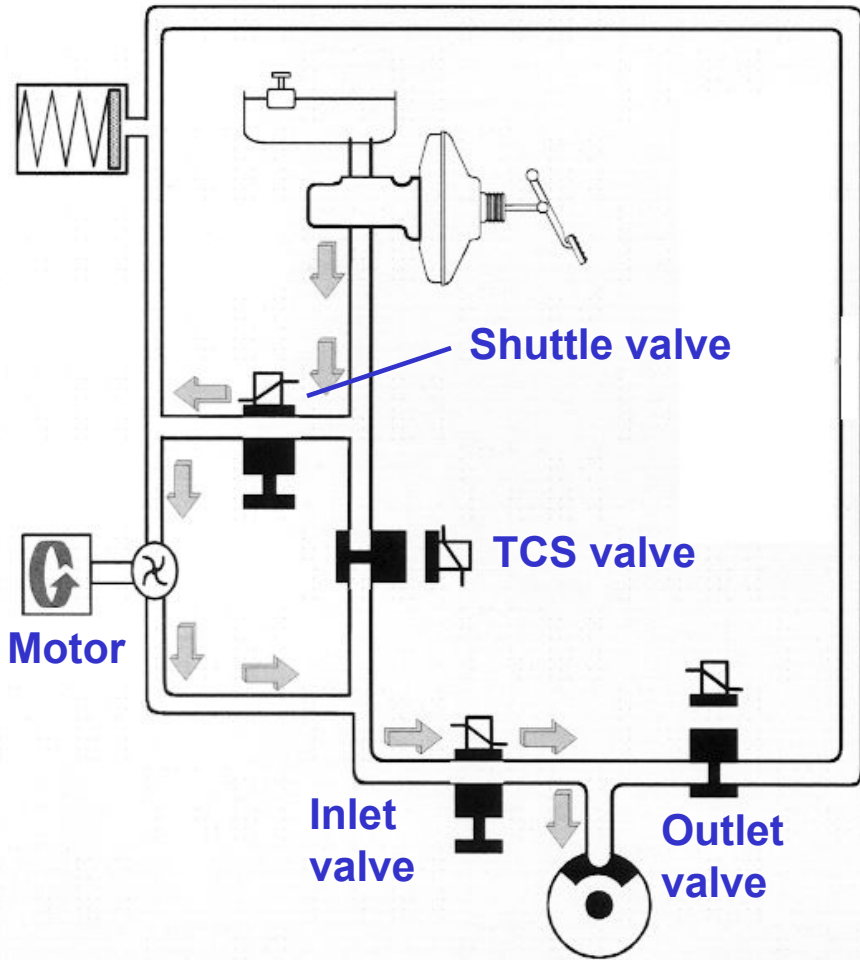


### In braking position

In this position, the inlet valve and the TCS valve are open, the outlet valve and the electrically operated shuttle valve remain closed.



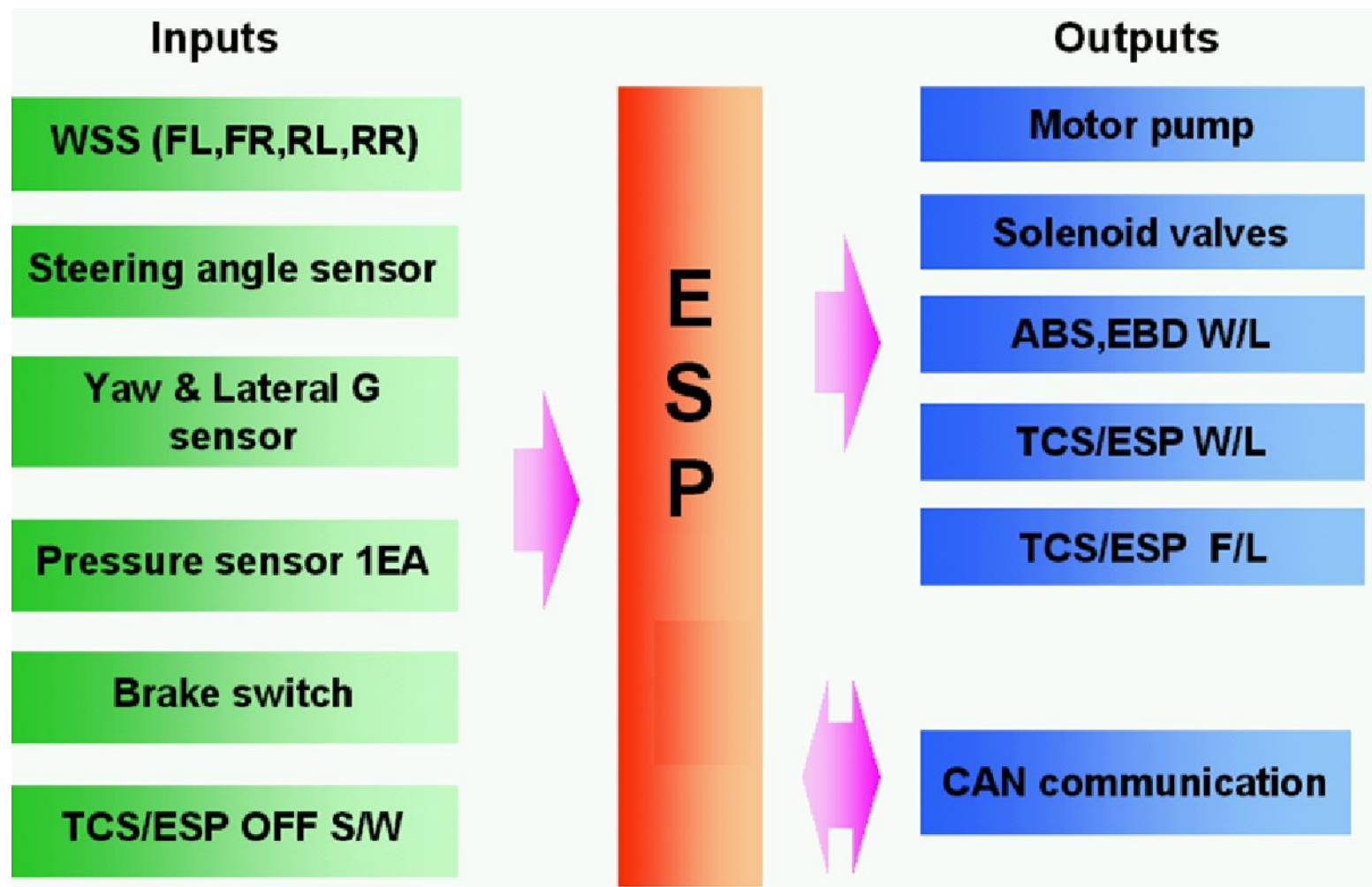
# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



## In ESP control position (pressure increase)

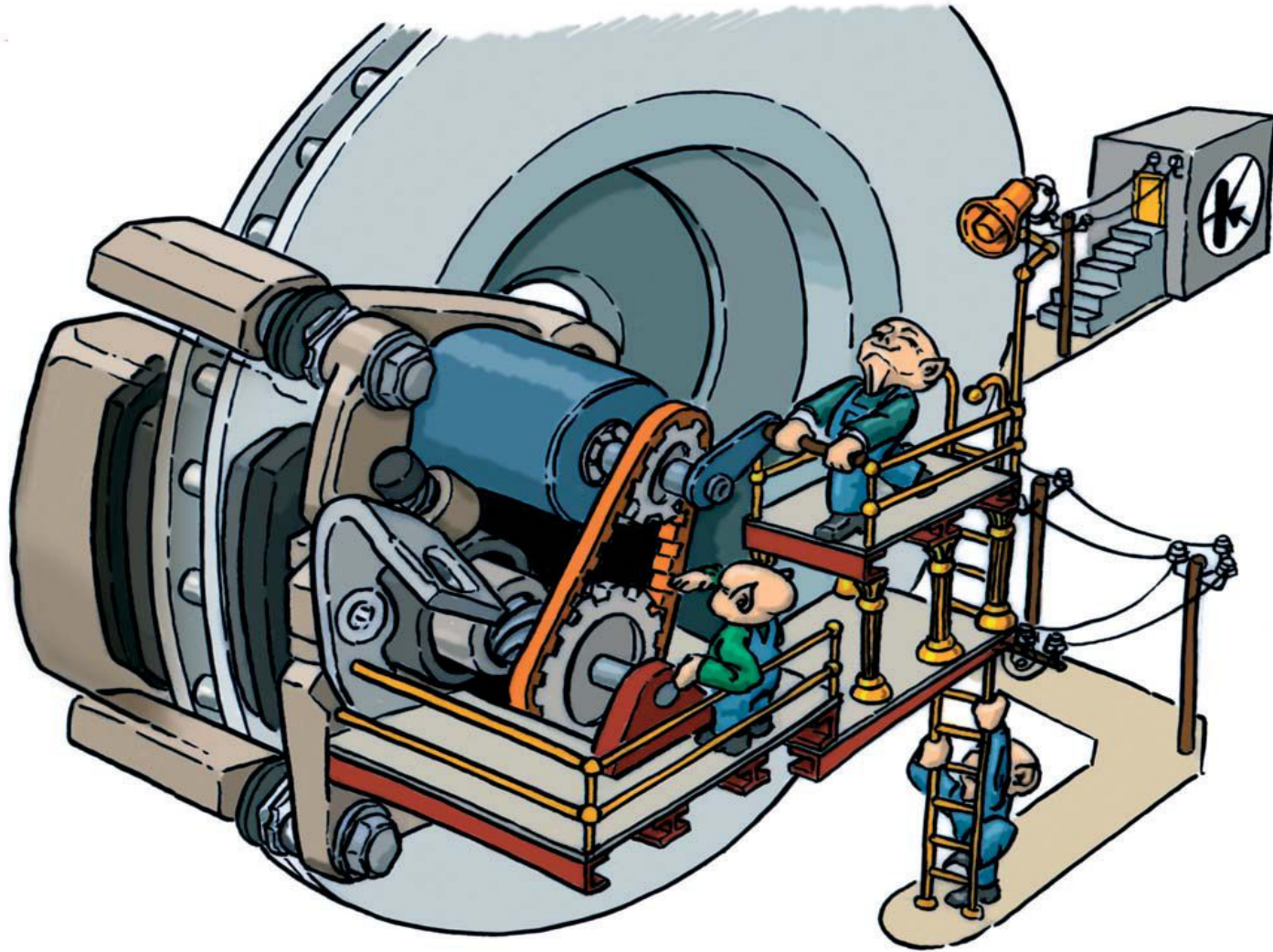
The on/off booster builds up a pressure of approximately 10 bar in order to enable the ESP pump to suck brake fluid at low temperatures. In this position, the inlet valve is driven in a pulsed cycle. The TCS valve is closed. The outlet valve remains closed. The electrically operated shuttle valve is opened. The hydraulic pressure is led to the wheel brakes which are to be applied for a brief period of time.

# ESP – Electronic Stability Program // VDC – Vehicle Dynamic Control



# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE

---



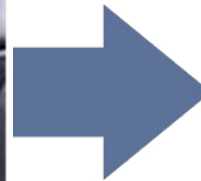
# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE – Target and Needs

המטרה ואופן הפעולה :

- ✓ הפעלת בלם חניה חשמלי לחניה בטוחה , על ידי לחיצה על מתג הפעלה
- ✓ על פי תקן חייב לאפשר חניה בטוחה במדרון בשיפוע של 20%
- ✓ בלימת הרכב בעת עמידה בשיפוע Uphill –
- ✓ בלימה דינמית מבוקרת בחרום בעזרת בלם חניה ומערכת ABS ESP
- ✓ בלימה דינמית מחייבת יכולת תאווה של מינימום 1.5 מטר לשנייה ברביע
- ✓ לימוד מצב שחיקת רפידות וכוונון אוטומטי
- ✓ הפעלת דרגות לחץ שונות בהתאם למשטח חניית הרכב



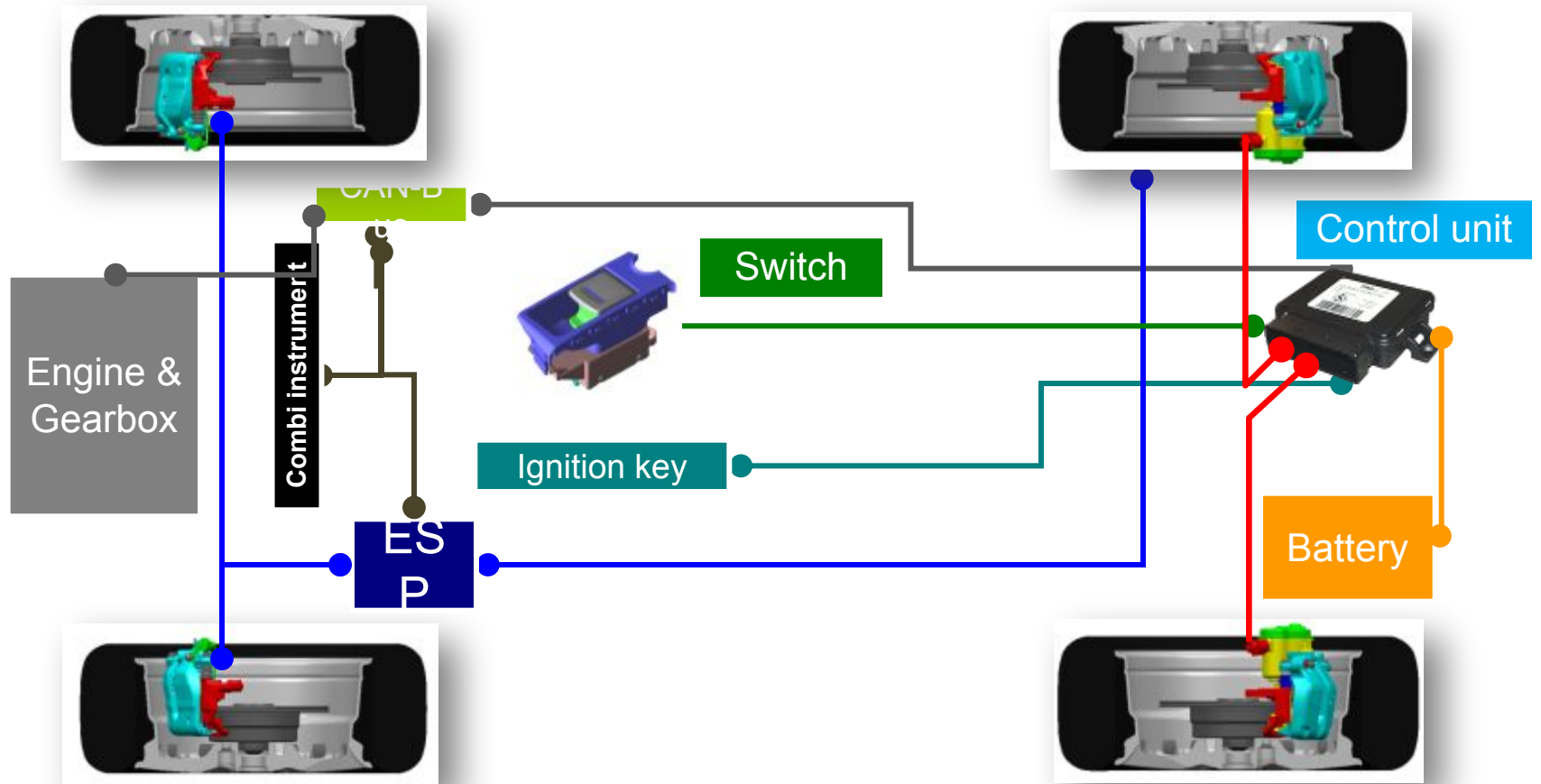
ישן



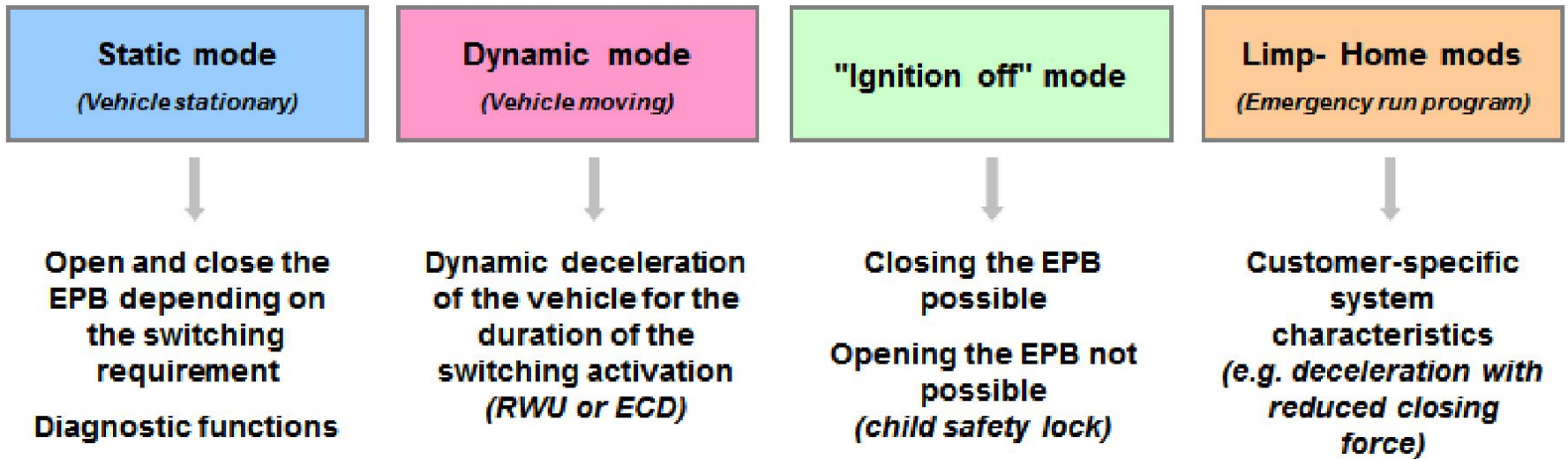
מול

חדש

# EPB – Electronic Parking Brake – System components



# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE



## Fault displays

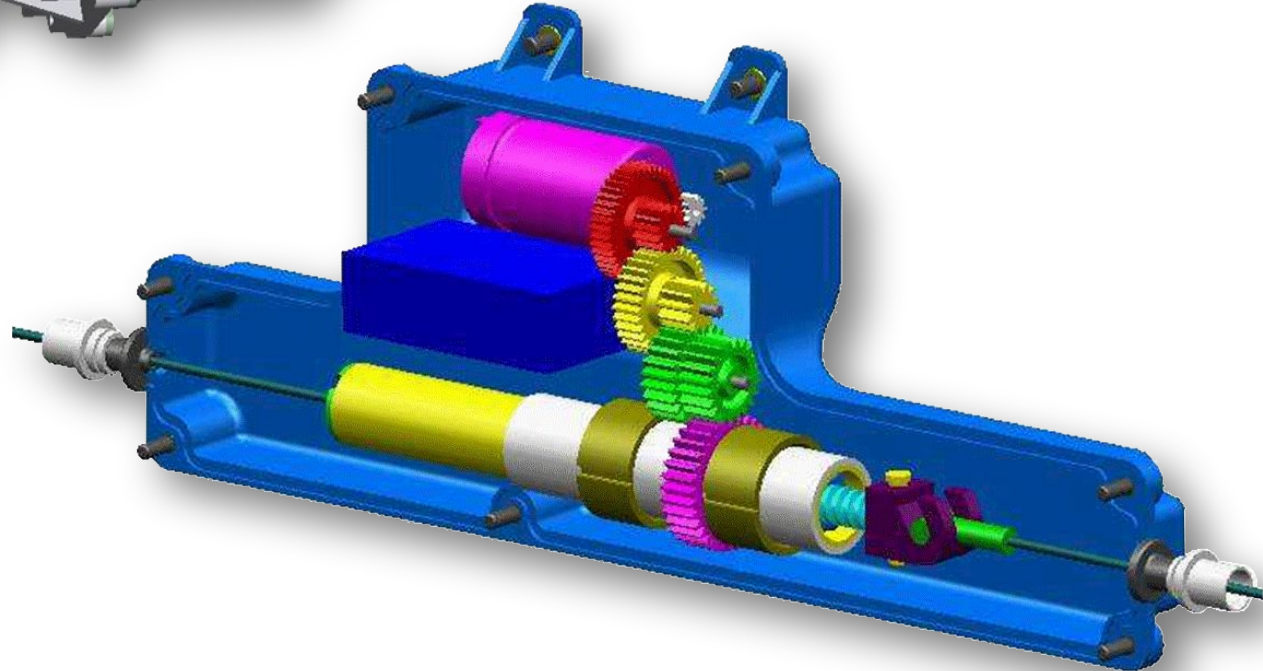
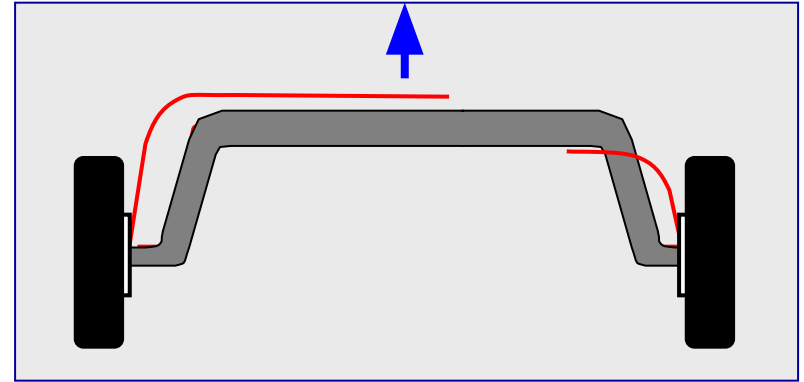
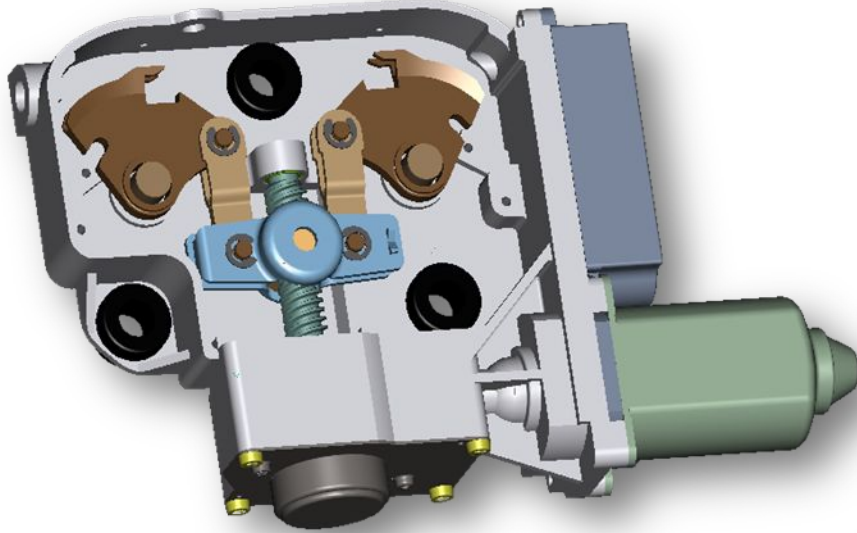
Permanently flashes if the parking brake is not correctly closed.  
Flashing during activation of the pressure switch indicates a malfunction in the line.

Faults detected by the control unit that cause a restriction in function.

System fault, for safety reasons do not continue to travel.

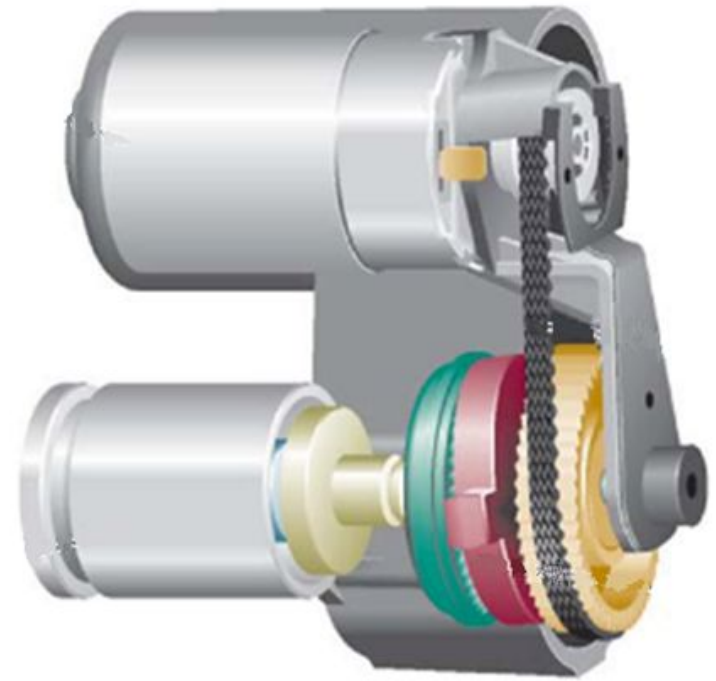


# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE – Types



# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE – types

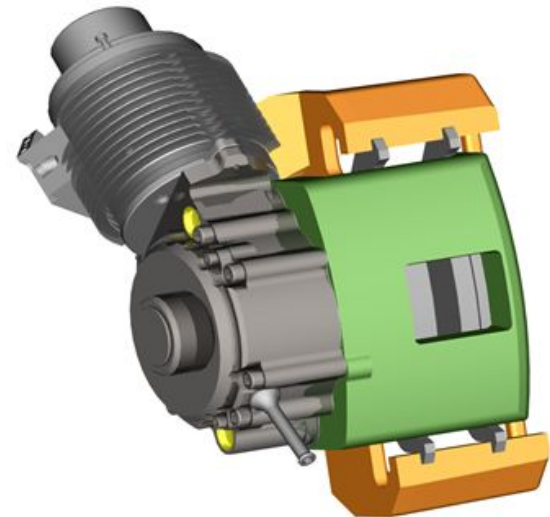
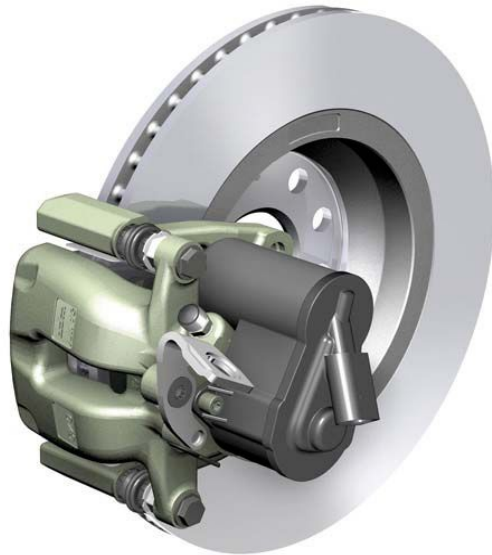
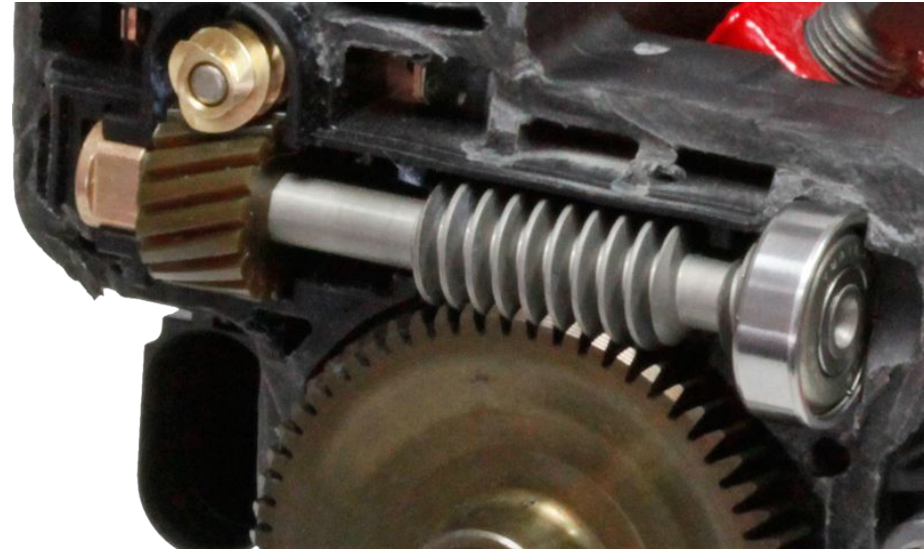
---



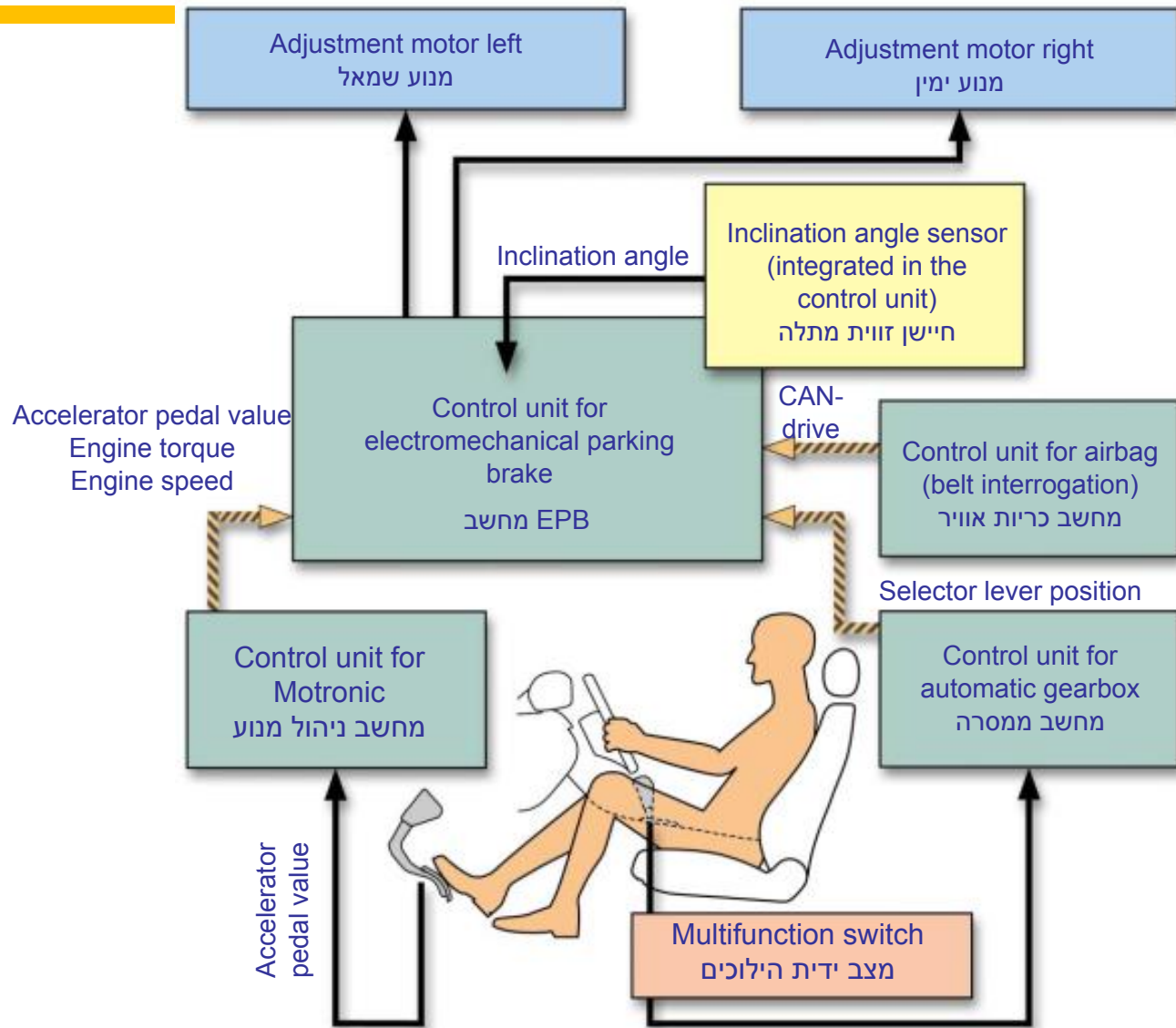


# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE - Types

---



# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE – Control Flowchart

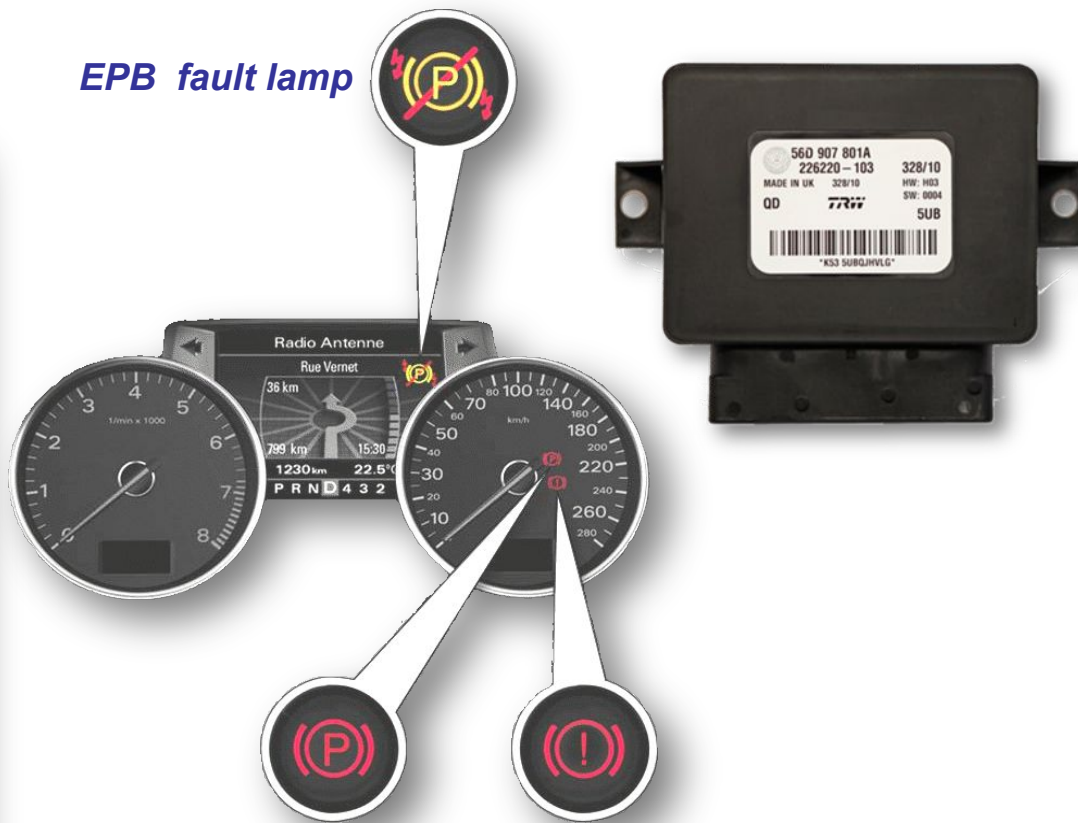


# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE - Alarms

## EPB - Switch lamp



## EPB fault lamp

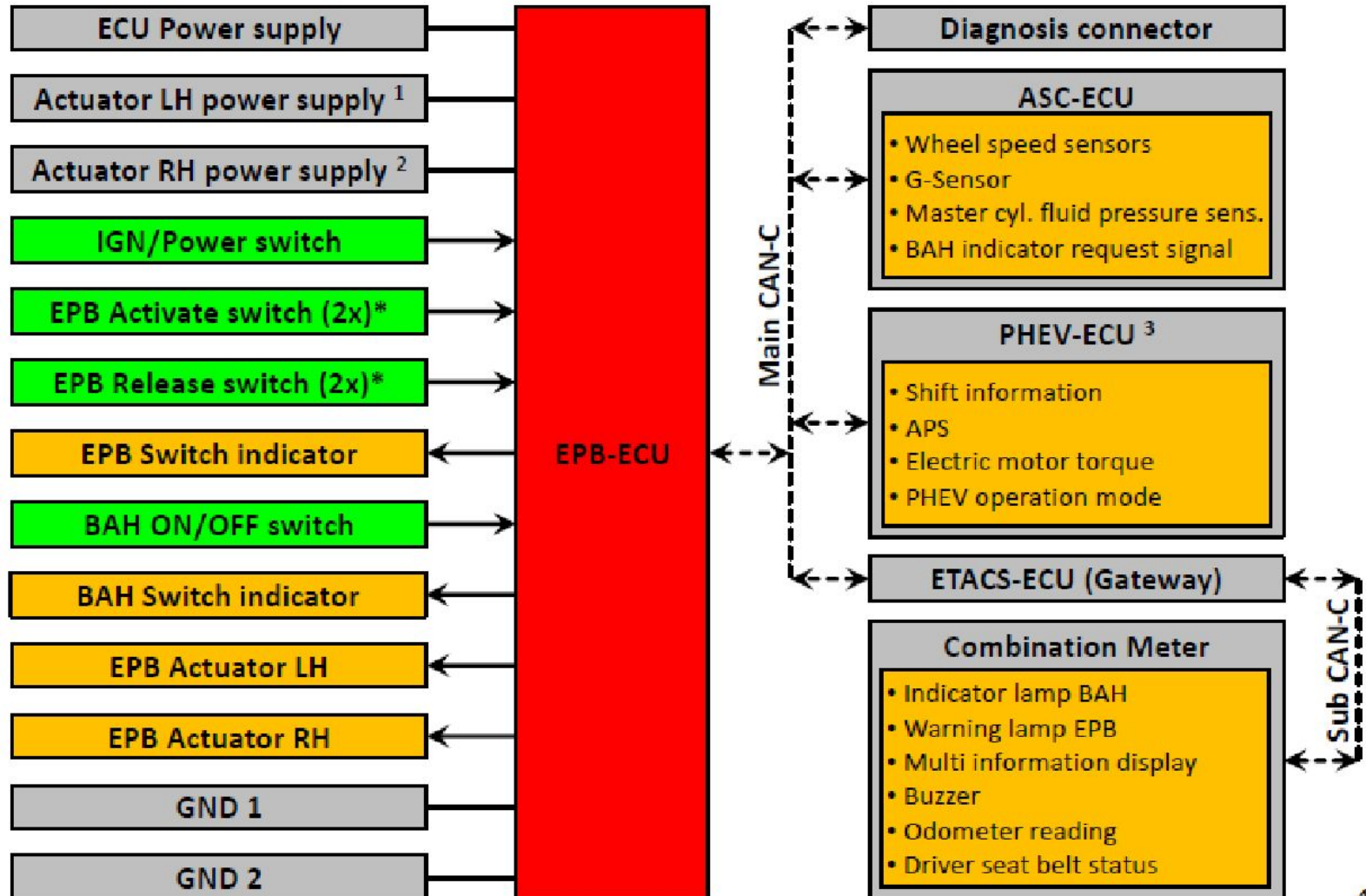


## EPB Function lamp

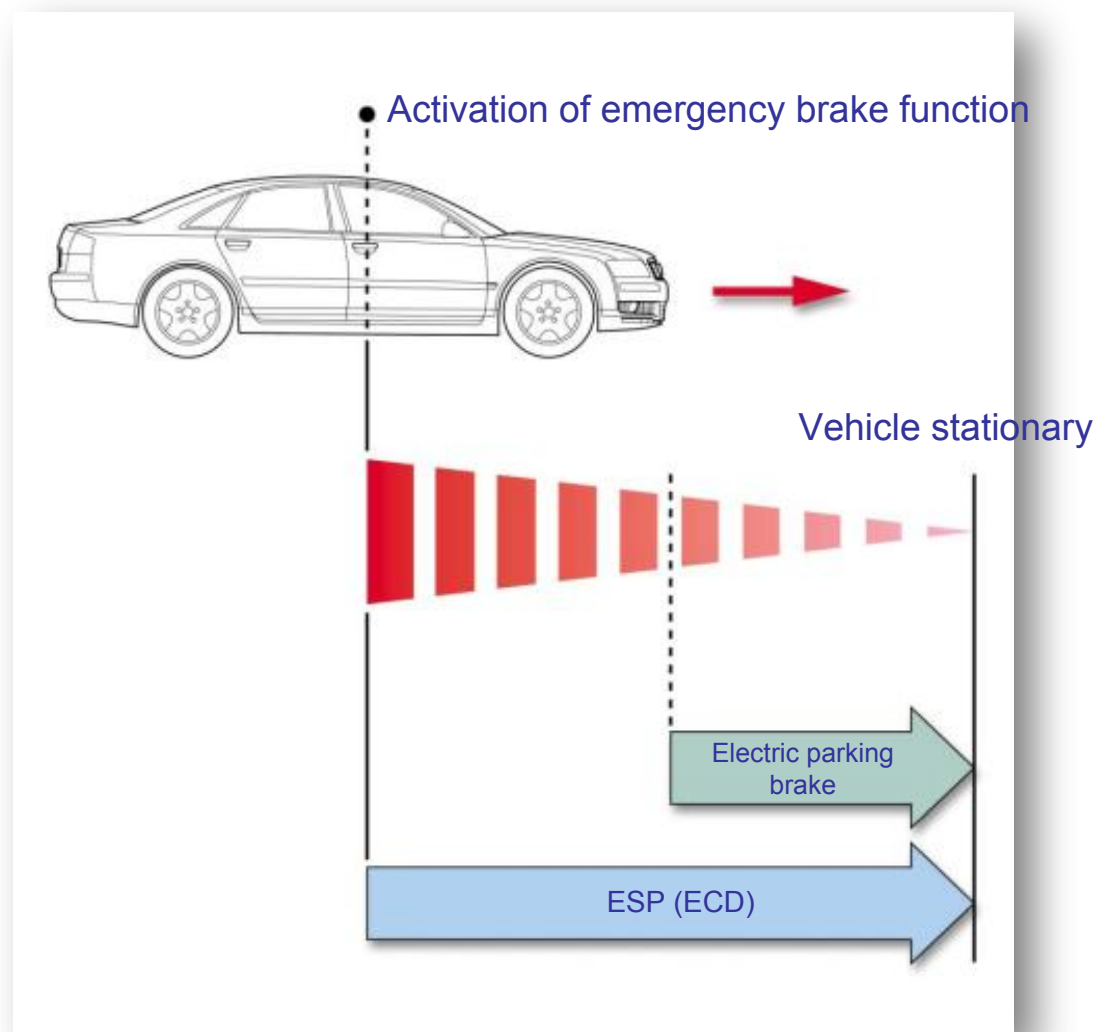
## System brake fault lamp



# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE



# EPB – ELECTRONIC PARKING BRAKE



# - EPS – Electronic Power Steering הגה כוח חשמלי



# EPS – Electronic Power Steering

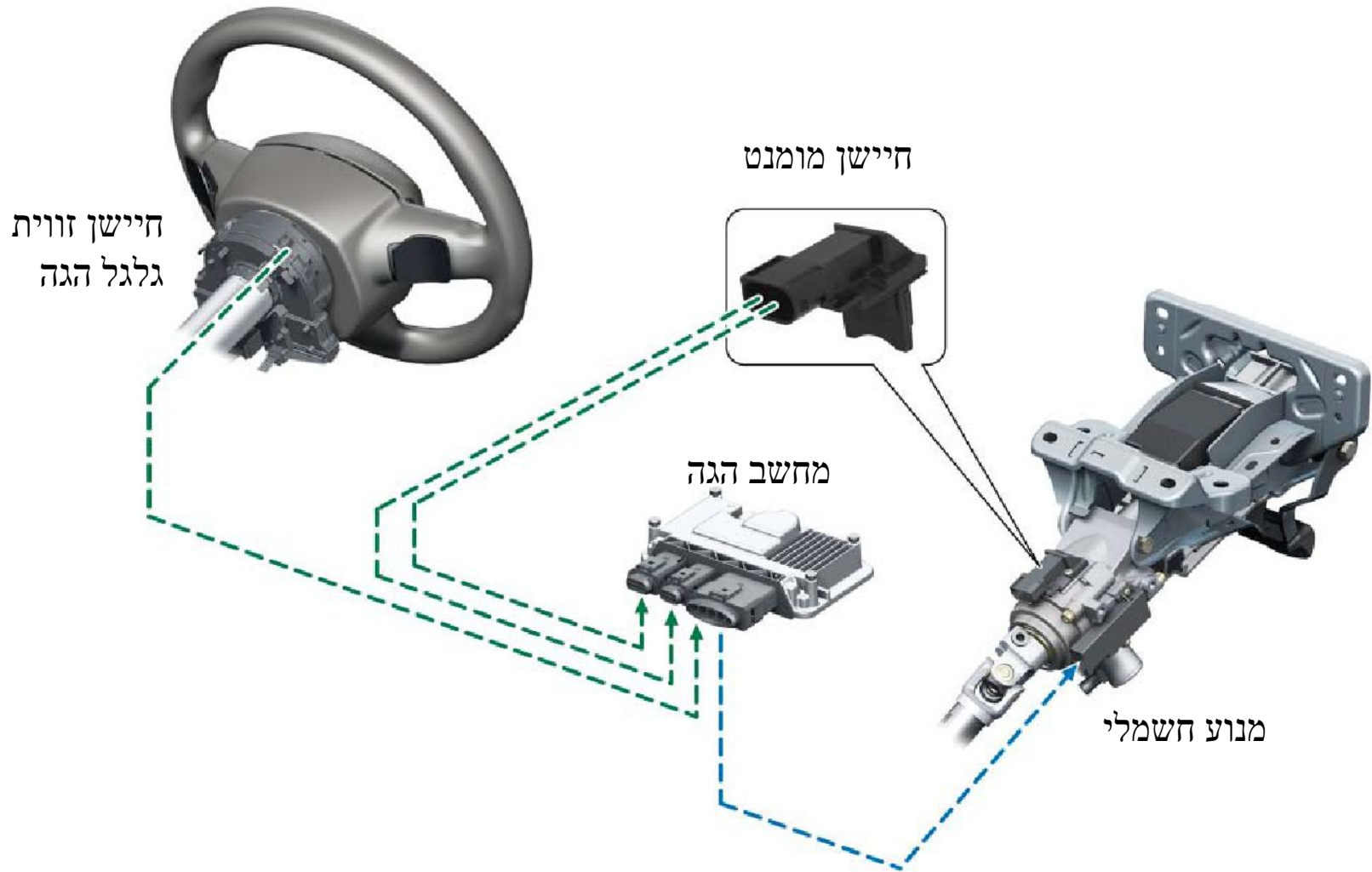
---

תפקיד ותכונות המערכת :

- ✓ תגבור כוח הפעלת ההיגוי בעזרת מנוע חשמלי
- ✓ תגבור פרופורציונאלי תלוי מהירות רכב ועומס מכני
- ✓ היגוי יציב ומדויק בעל יכולת תיקון עצמי
- ✓ פשטות מבנה ואמינות , ללא יחידה הידראולית
- ✓ חסכון בדלק והפחתת רעשים
- ✓ חסכון באנרגיה חשמלית
- ✓ ניתן לתכנות ולימוד
- ✓ ניתן לאבחון תקלות
- ✓ מעל 7 קמ"ש ההגה החשמלי פועל כאשר מתג הצתה במצב 2
- ✓ במצבי תקלה כניסה למוד חרום בתגבור מופחת
- ✓ שיתוף מידע עם יחידות אחרות כגון ESP ABS ADAS
- ✓ שילוב אקטיבי במצבי חרום לתיקון טעויות נהג
- ✓ שילוב אקטיבי עם מערכות עזר לשמירת נתיב

# EPS – Electronic Power Steering

מבנה המערכת



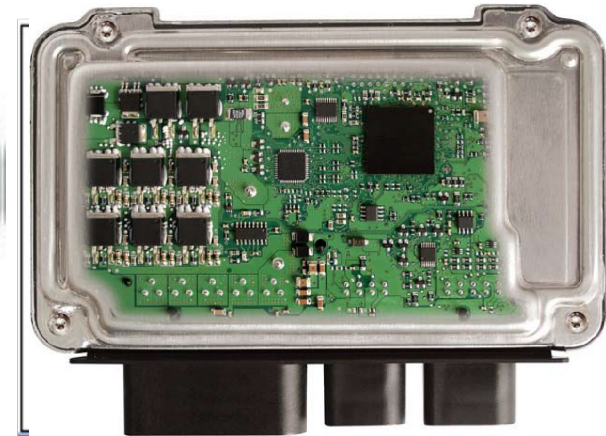


# EPS – Electronic Power Steering

Steering binnacle / wheel type



Mechanical positioning on some sensors



**Many vehicles require steering angle calibration after battery disconnection, wheel alignment or removal of steering wheel/angle sensor !**

# EPS – Electronic Power Steering – Advanced Steering Systems

סוגי מערכות תגבור הגה חשמלי



**EPHS**

**Rack Drive**

**Column Drive**

**Pinion Drive**

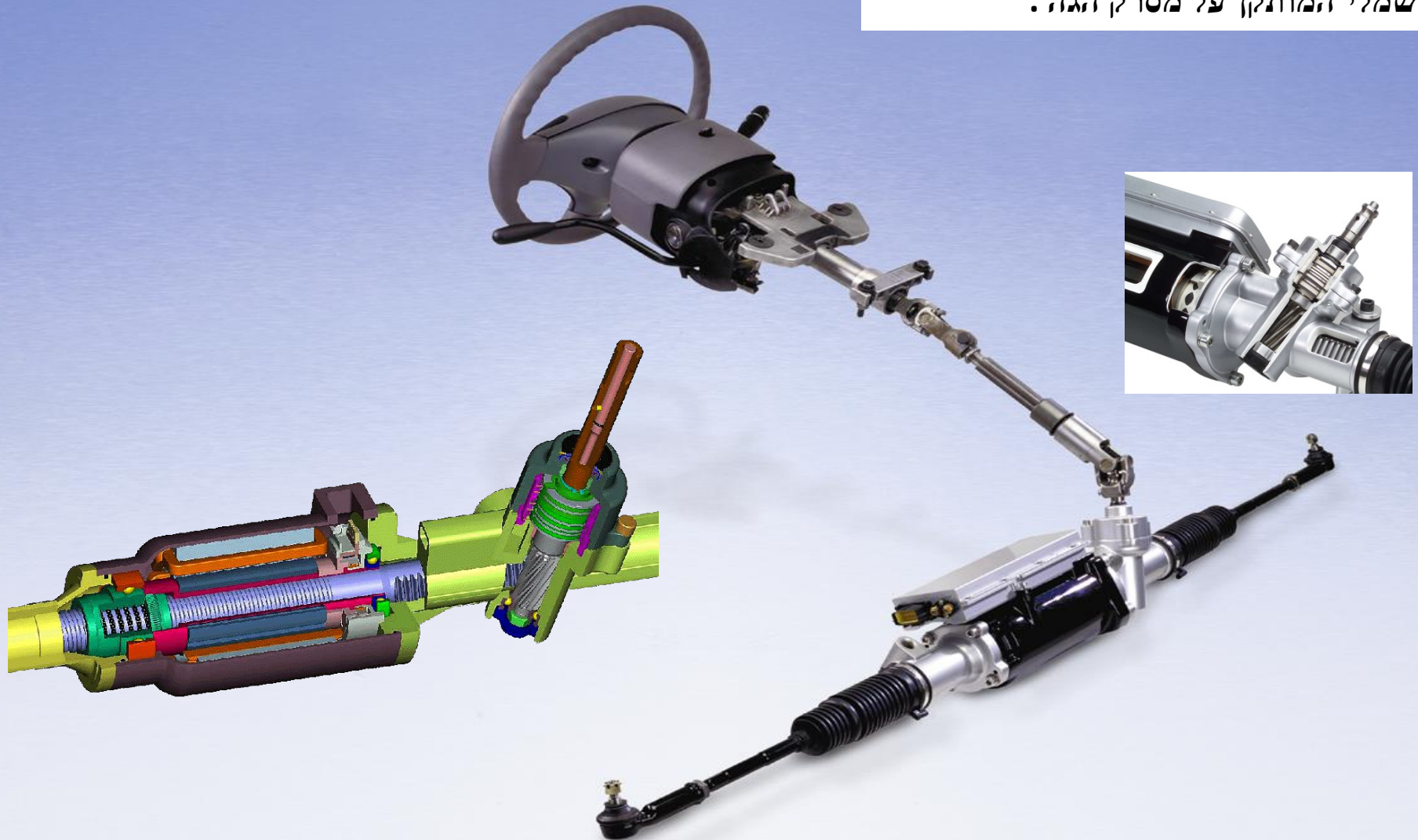
# EPS – Electronic Power Steering – EPHS System

EPHS – מערכת הגה חשמלי הידראולי המכיל משאבת לחץ הידראולית חשמלית על מסרק הגה קונבנציונאלי. משאבה הידראולית מבוקרת על ידי יחידת בקרה.



# EPS – Electronic Power Steering - EPS

EPS – מערכת הגה כוח חשמלי עם מנוע חשמלי המותקן על מסרק הגה.



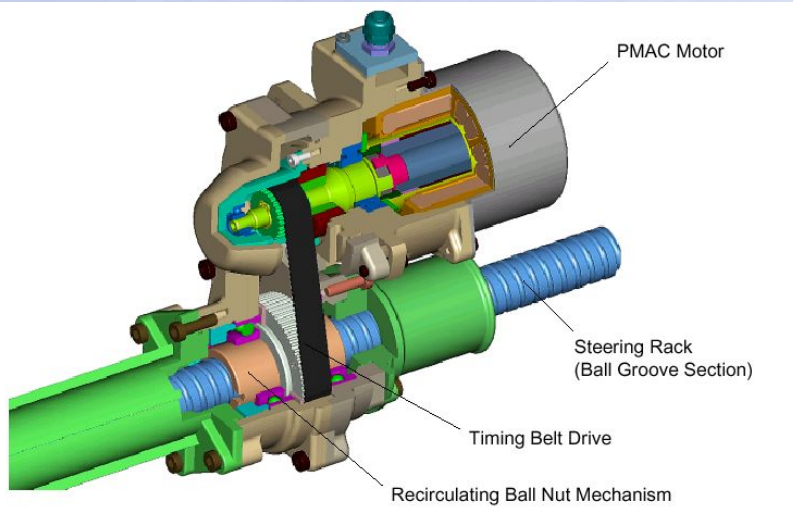
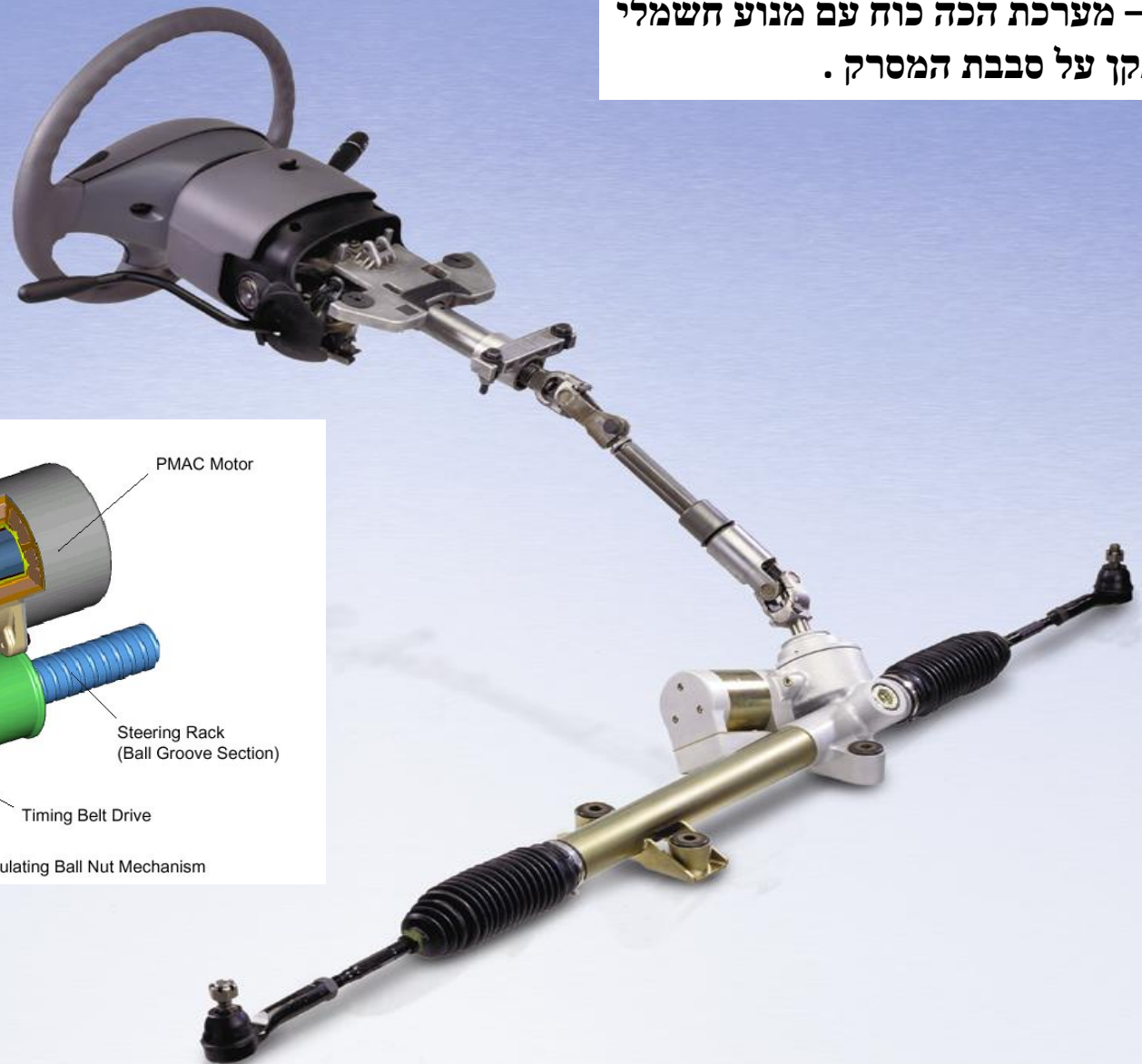
# EPS – Electronic Power Steering – EPS

EPS – מערכת הגה כוח חשמלי עם  
מנוע חשמלי על מוט הגה .



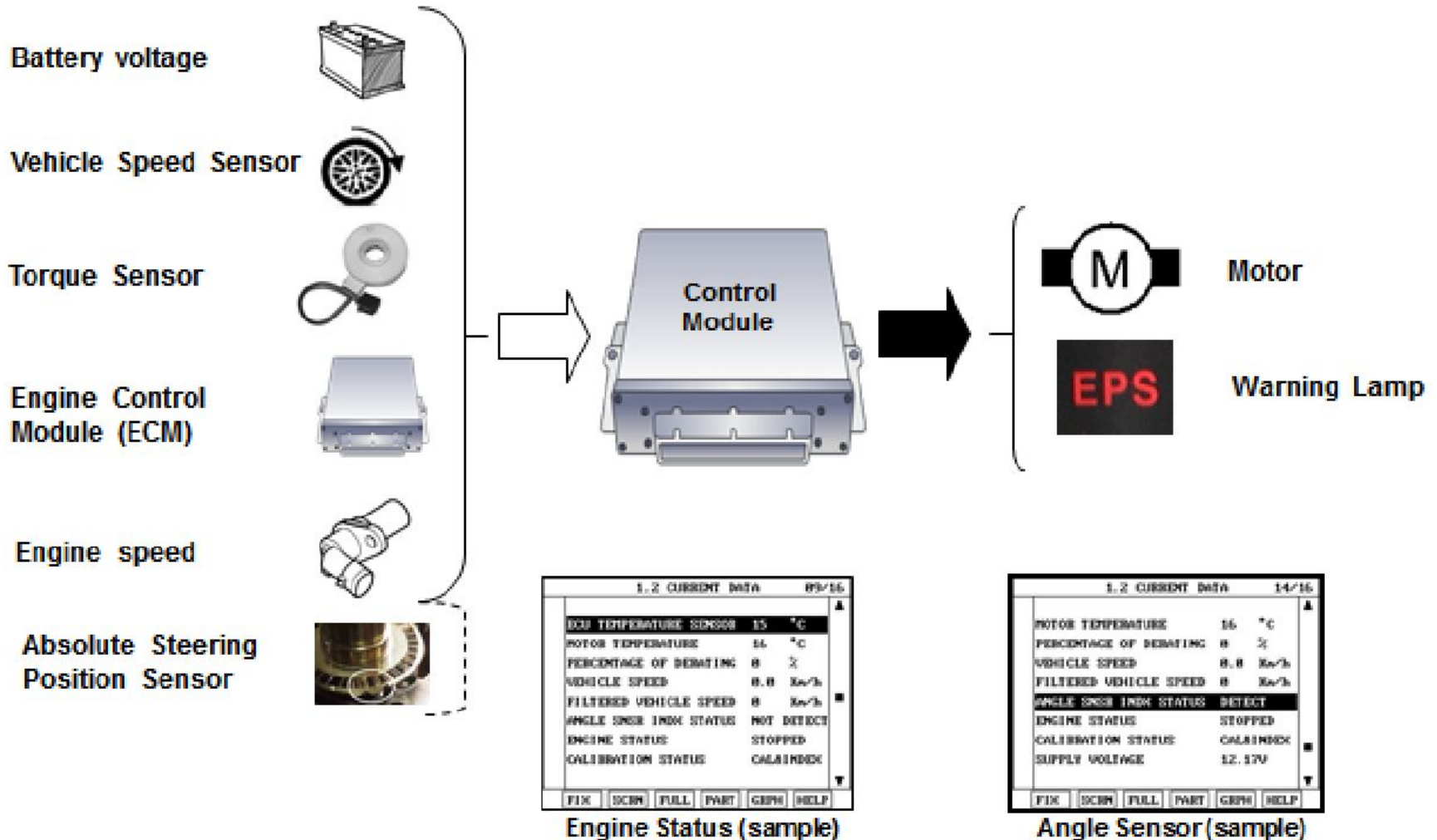
# EPS – Electronic Power Steering – EPS

EPS – מערכת הכה כוח עם מנוע חשמלי המותקן על סבבת המסרק.



# EPS – Electronic Power Steering – System Structure

## Inputs and Outputs I/O





*Thanks!*