



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

12. КОНСТРУКЦИЈА ЕЛЕКТРОПОКРЕТАЧА

РАЗВОЈ ЕЛЕКТРОПОКРЕТАЧА - СТАРТЕРА

- 1886. – Karl Benz – патентирао моторно возило са бензинским мотором;
- 1888. – Berta Benz – прво путовање у историји аутомобилизма;
- 1910. – uveden је први оловни акумулатор;
- 1913. – први електрични стартер фирме Bosch;
- 1950. – аутомат са електричним релејом;
- 1980. – стартери са сталним магнетима;
- 1982. – стартери са међупреносником.



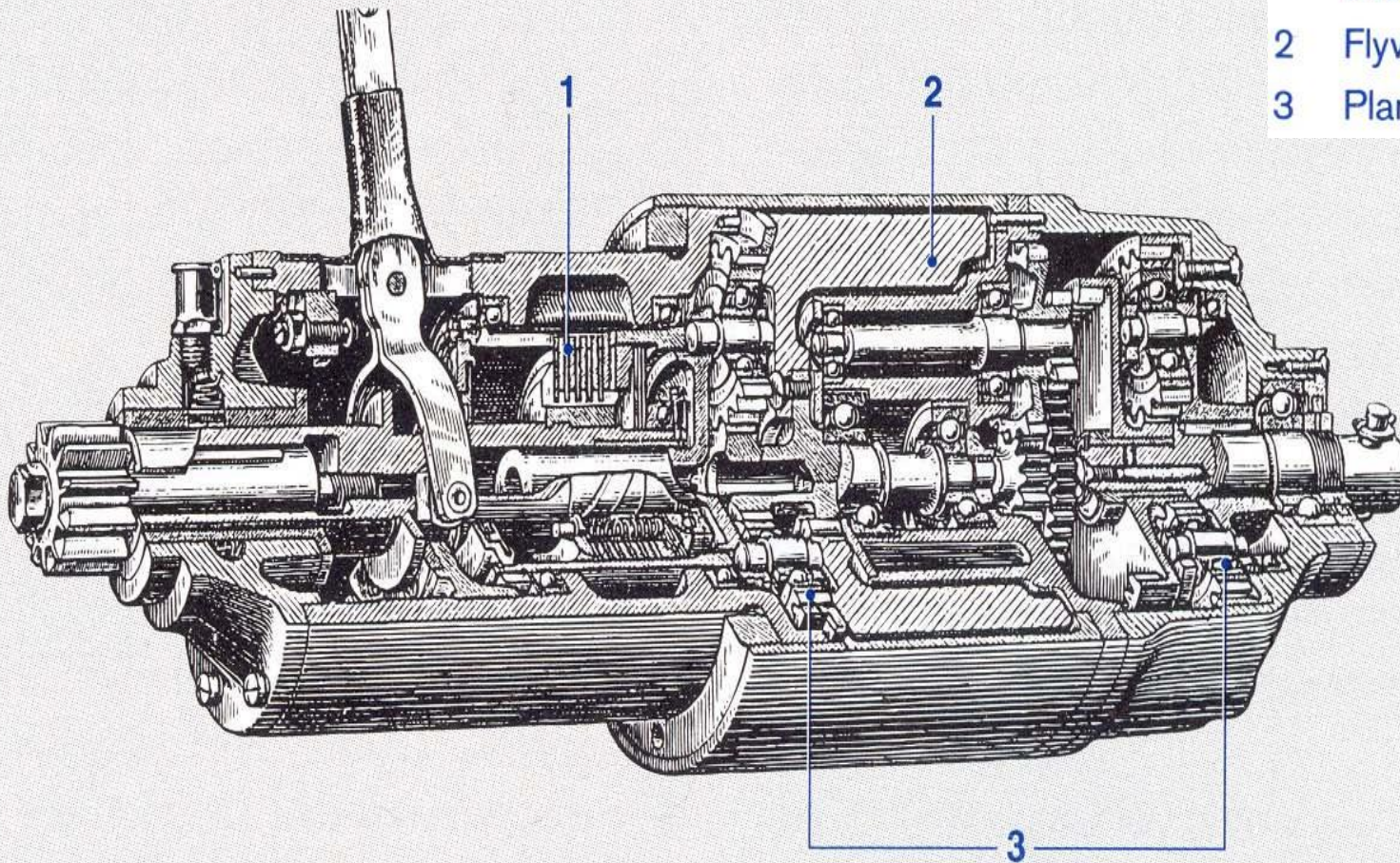
ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

2

Flywheel starter motor with manual engagement mechanism

Fig. 2

- 1 Multiplate overrunning clutch
- 2 Flywheel
- 3 Planetary gear



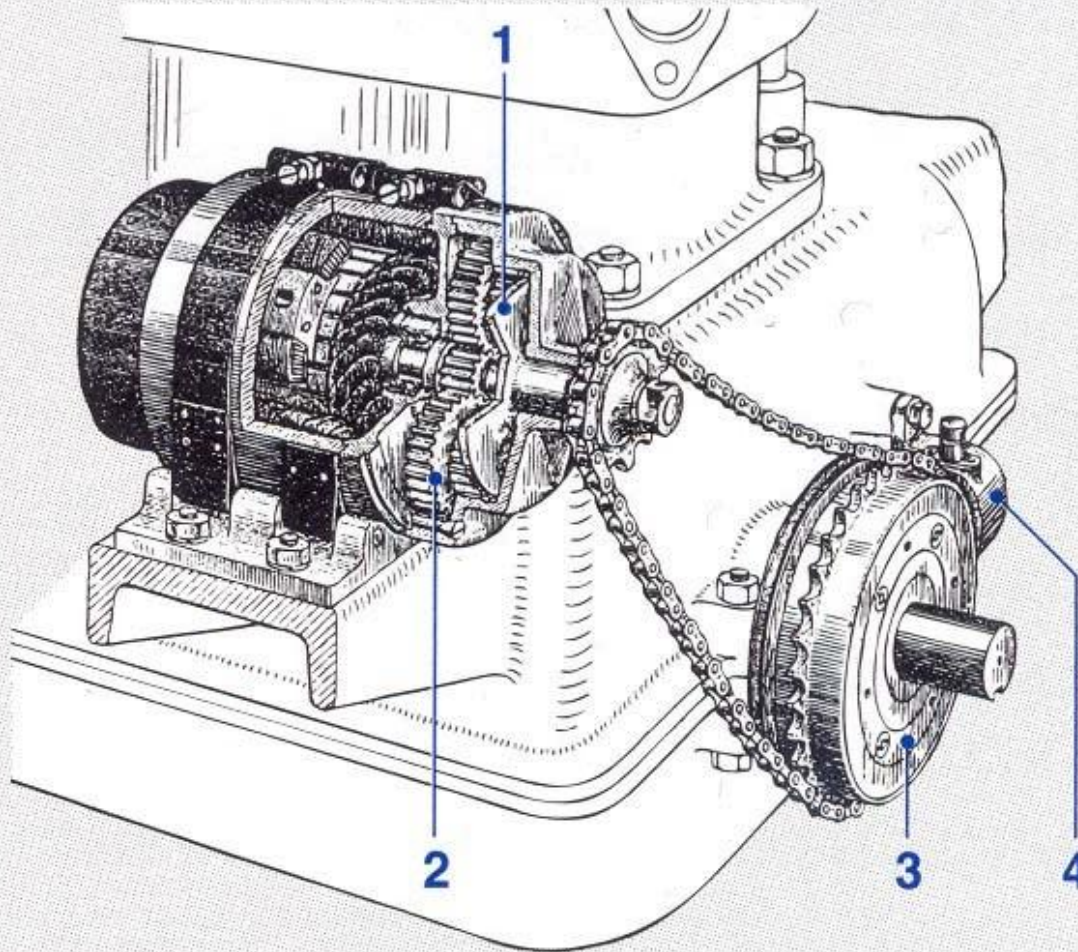
© UMS0695Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

3

The first Bosch electric starter motor (1913)



© UMS0168Y

Fig. 3

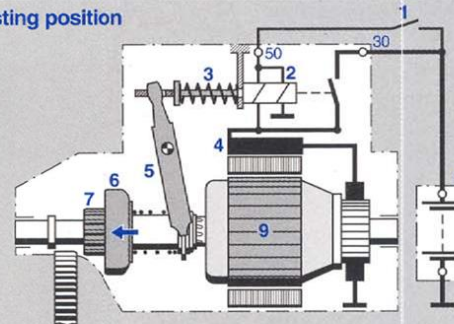
- 1 Starter motor
- 2 Planetary gear
- 3 Freewheel
- 4 Magnetic brake



Фазе рада стартера

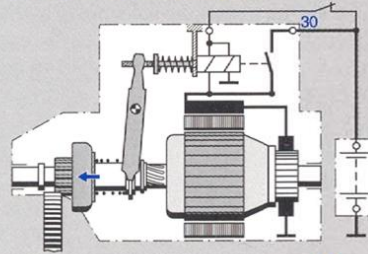
1 Operating sequence of the starter motor

① Resting position

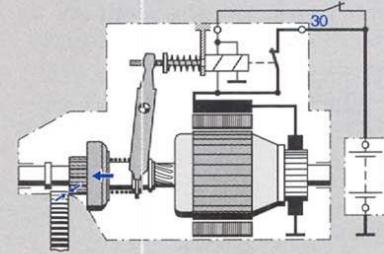


- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1 Ignition / starter switch | 5 Pinion-engaging lever |
| 2 Solenoid switch | 6 Roller-type overrunning clutch |
| 3 Return spring | 7 Pinion |
| 4 Excitation winding, series winding | 8 Battery |
| | 9 Armature |

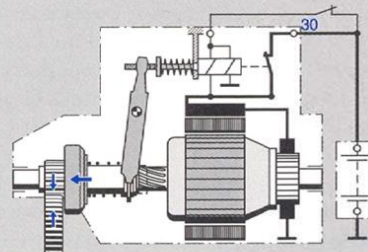
② Pinion tooth meets gap



③ Pinion tooth meets tooth



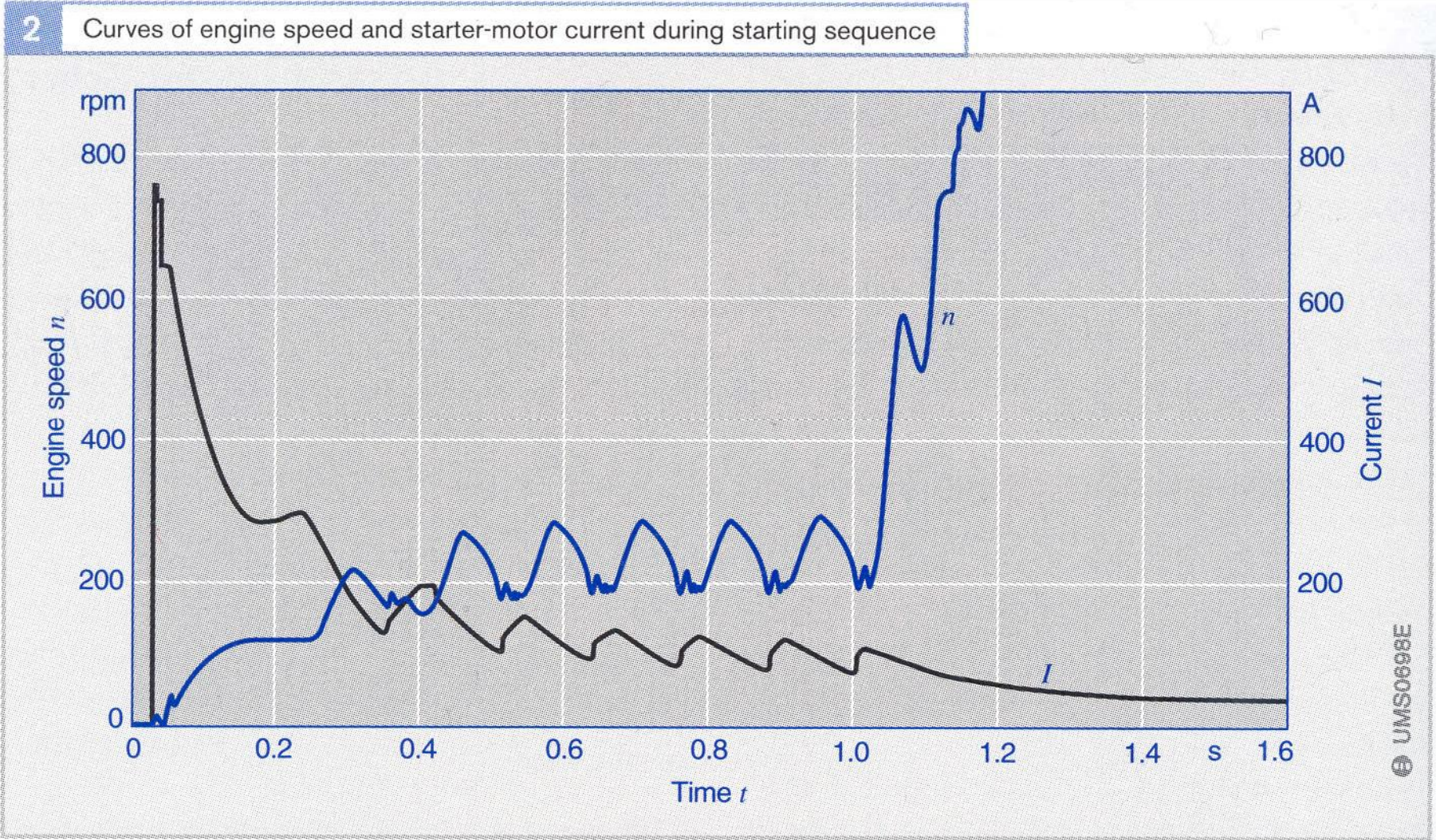
④ Engine is turned over





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СТАРТОВАЊЕ МОТОРА СУС





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Фазе рада стартера

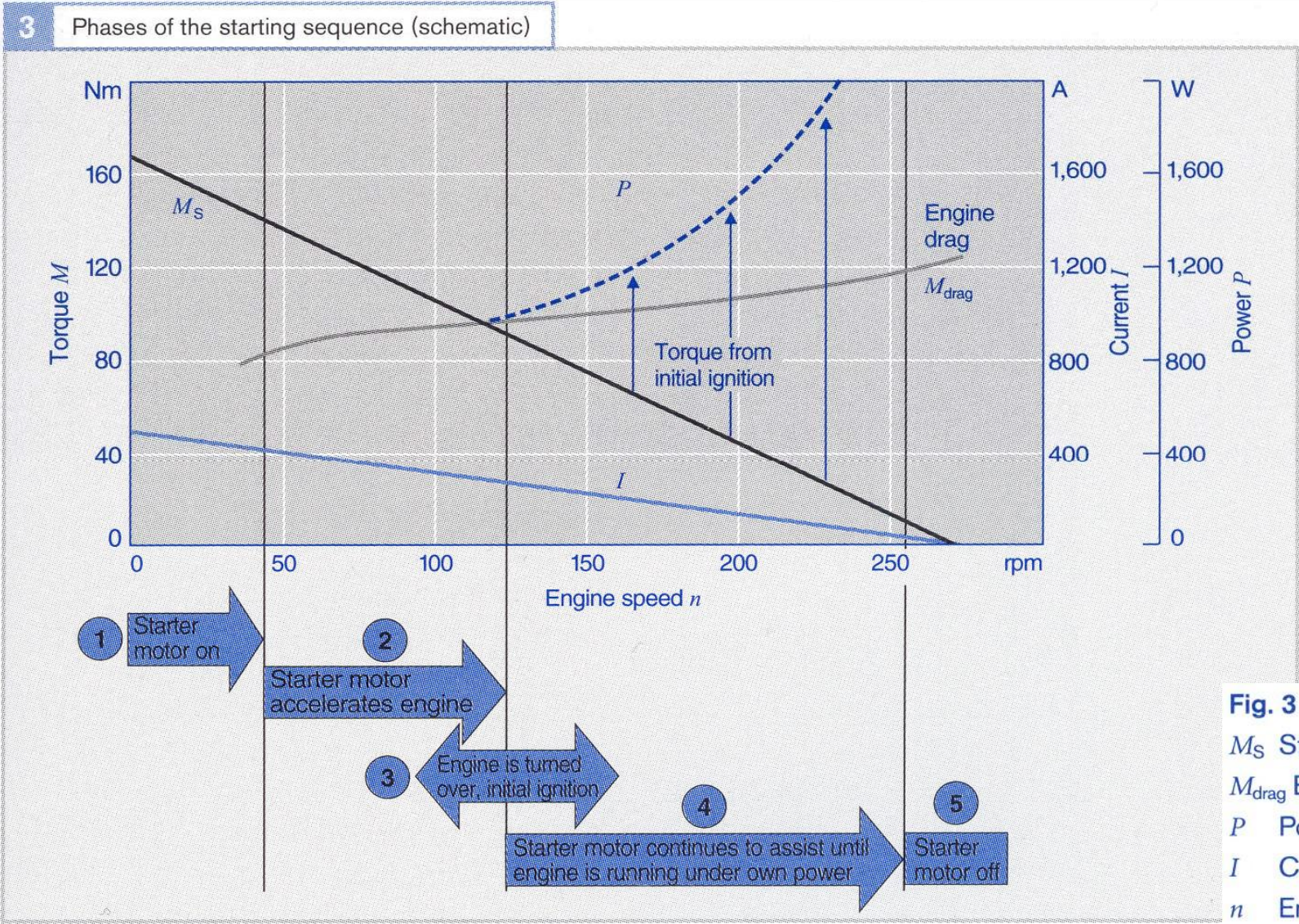


Fig. 3
 M_S Starter-motor torque
 M_{drag} Engine drag
 P Power
 I Current
 n Engine speed



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Гранична температура стартовања

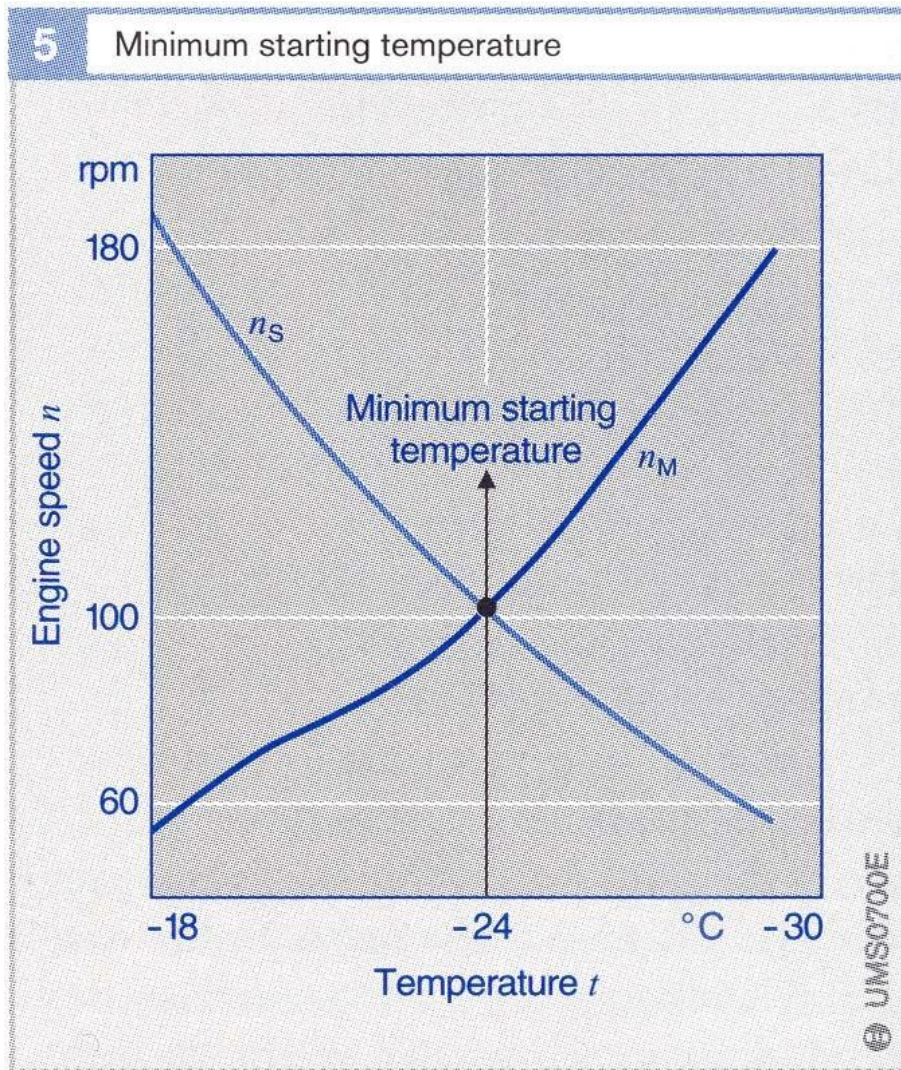


Fig. 5

- t_G Minimum starting temperature
- n_s Engine speed achieved by starting system
- n_m Minimum speed required for starting



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

1 Minimum starting temperatures	
Type of engine	Minimum starting temperature °C
Car engines	-18...-28
Truck/bus engines	-15...-32
Tractor engines	-12...-15
Marine and power-generator engines	-5
Engines for diesel locomotives	+5

2 Typical minimum starting speeds at -20 °C	
Engine type	Speed rpm
Gasoline engine	60...100
Direct-injection diesel engine without start-assist systems	80...200
Direct-injection diesel engine with start-assist systems	60...120



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

КОНСТРУКЦИЈА СТАРТЕРА

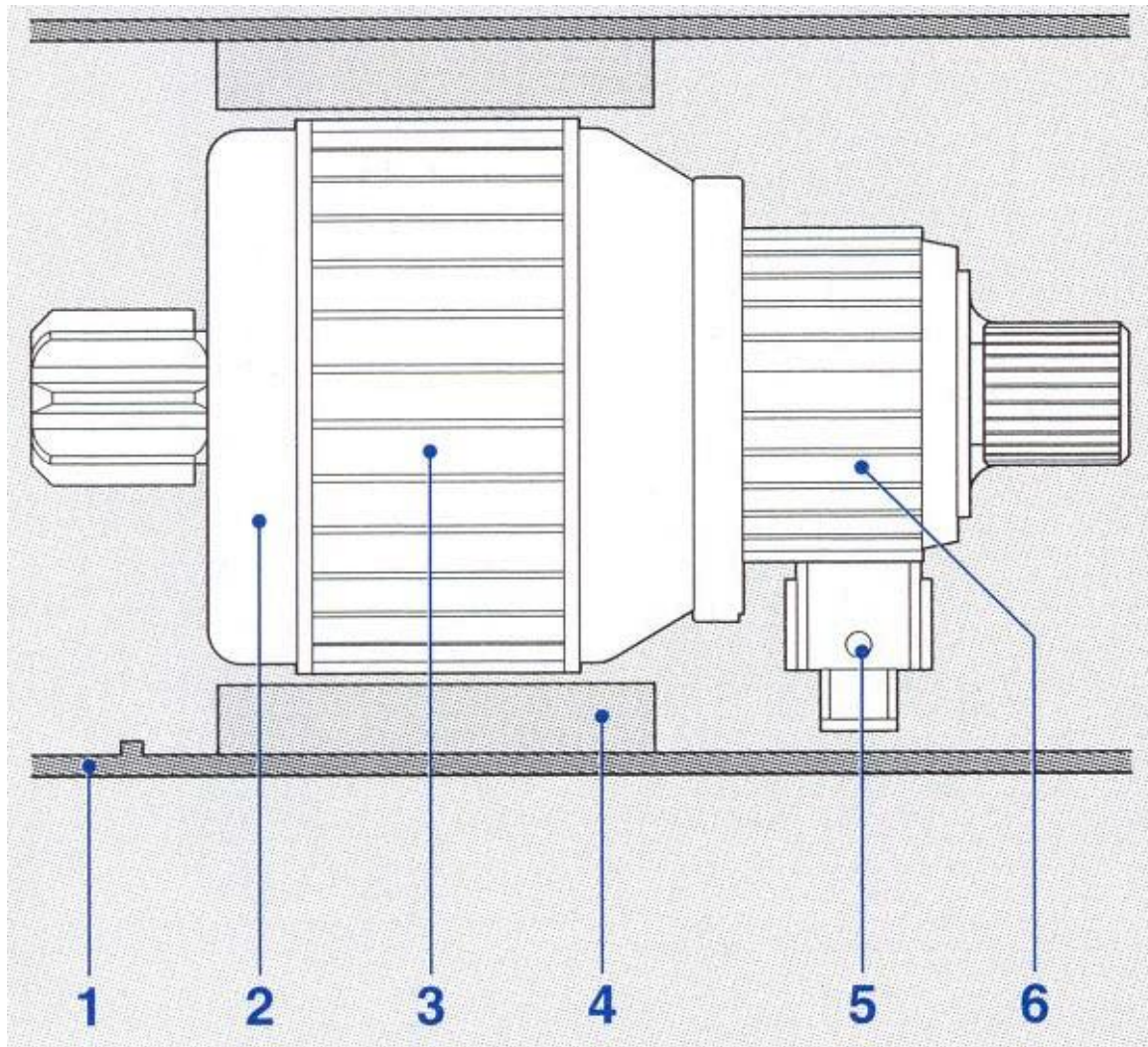


Fig. 1

- 1 Stator housing
- 2 Armature winding
- 3 Laminated core
- 4 Permanent magnets
- 5 Carbon brushes
- 6 Commutator



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

2

Starter-motor main circuit

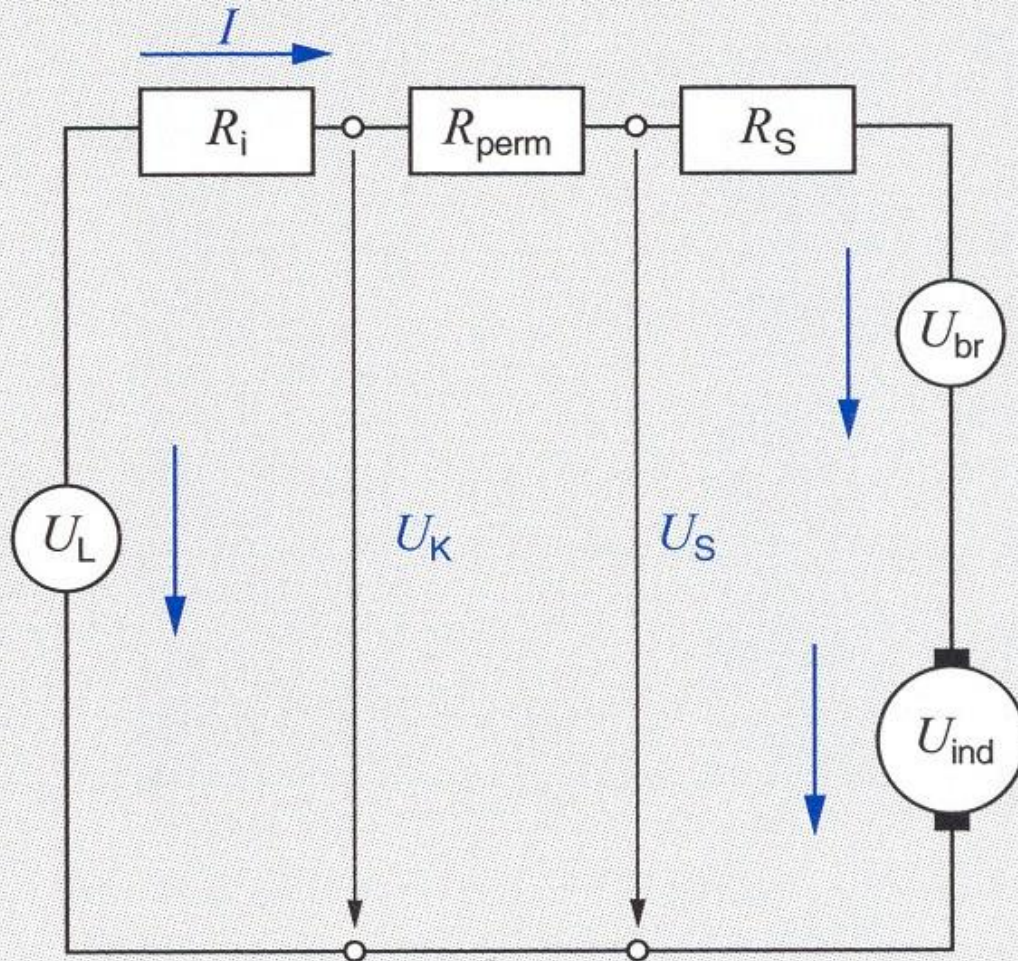


Fig. 2

R_i Internal impedance of battery

R_S Starter-motor impedance

R_{perm} Power-cable impedance

U_L No-load voltage of battery

U_K Battery-terminal voltage

U_S Starter-motor voltage

U_{br} Voltage drop across brushes

U_{ind} Induced voltage in armature winding

UMS0704Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Обртни момент и снага стартера

$$M = c_1 \cdot B \cdot l_{Fe} \cdot d \cdot I, \quad \text{Eq. 1}$$

$$U_{ind} = 2 \cdot \pi \cdot c_2 \cdot B \cdot l_{Fe} \cdot d \cdot n,$$

$$U_L = (R_i + R_{perm} + R_S) \cdot I + U_{br} + U_{ind}$$

$$U_L = (R_i + R_{perm} + R_S) \cdot I + U_{br} + 2 \cdot \pi \cdot c_2 \cdot B \cdot l_{Fe} \cdot d \cdot n,$$

$$n = \frac{U_L - U_{br} - (R_i + R_{perm} + R_S) \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot c_2 \cdot B \cdot l_{Fe} \cdot d} \quad \text{Eq. 2}$$



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Обртни момент и снага стартера

$$P_i = 2 \cdot \pi \cdot M \cdot n$$

$$= \frac{c_1}{c_2} \left[(U_L - U_{br}) \cdot I - (R_i + R_{perm} + R_S) \cdot I^2 \right]$$

Eq. 3

$$(R_i + R_{perm} + R_S) \cdot I^2 .$$

$$P_m = P_i - V_R - V_{Fe}$$



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

ВРСТЕ ПОБУДЕ

Побуда од сталних магнета

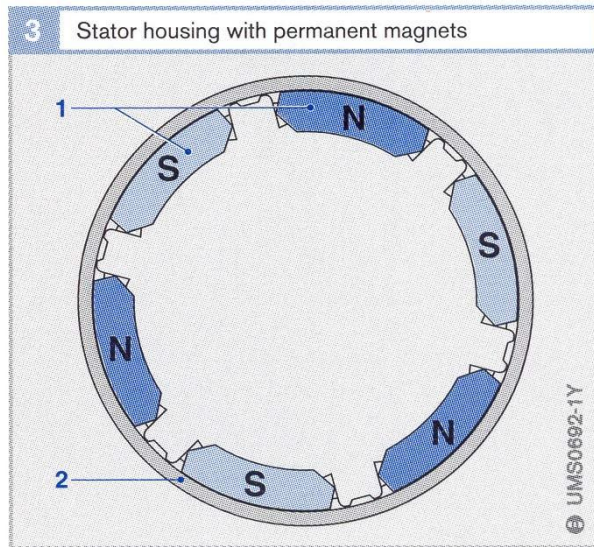
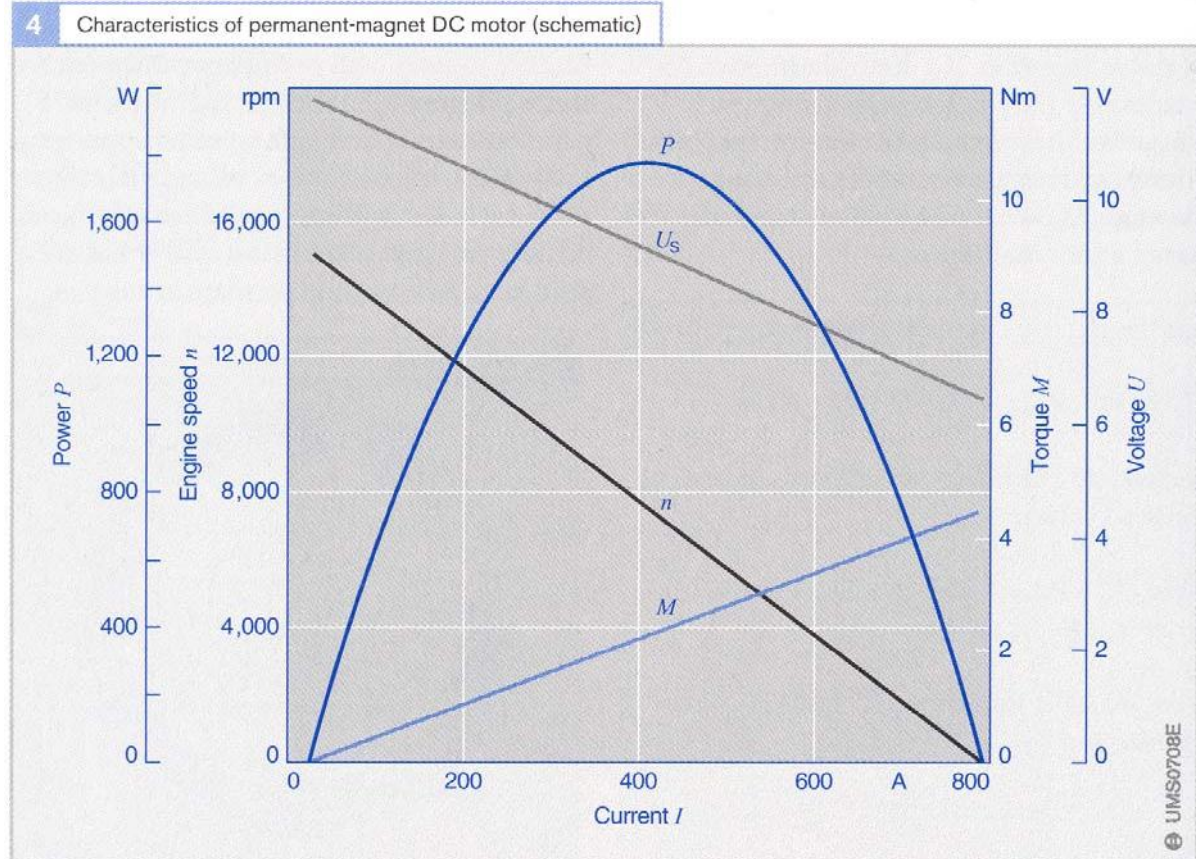


Fig. 3

- 1 Permanent magnets
- 2 Stator housing





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Редна побуда

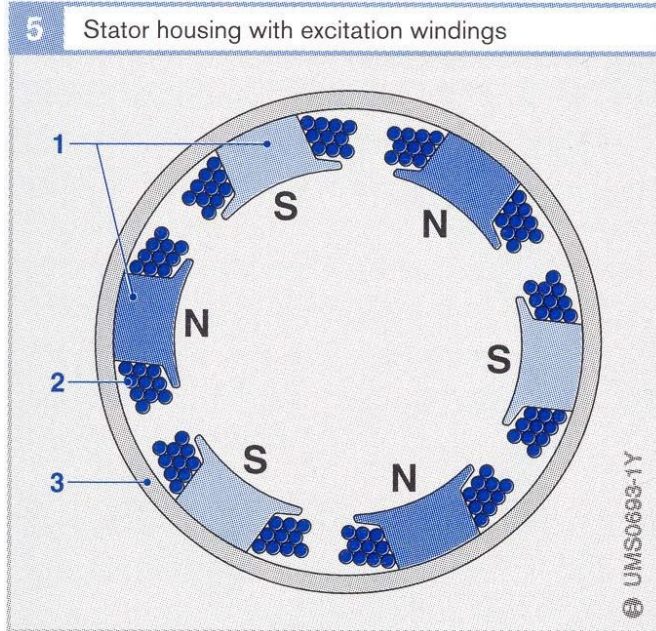
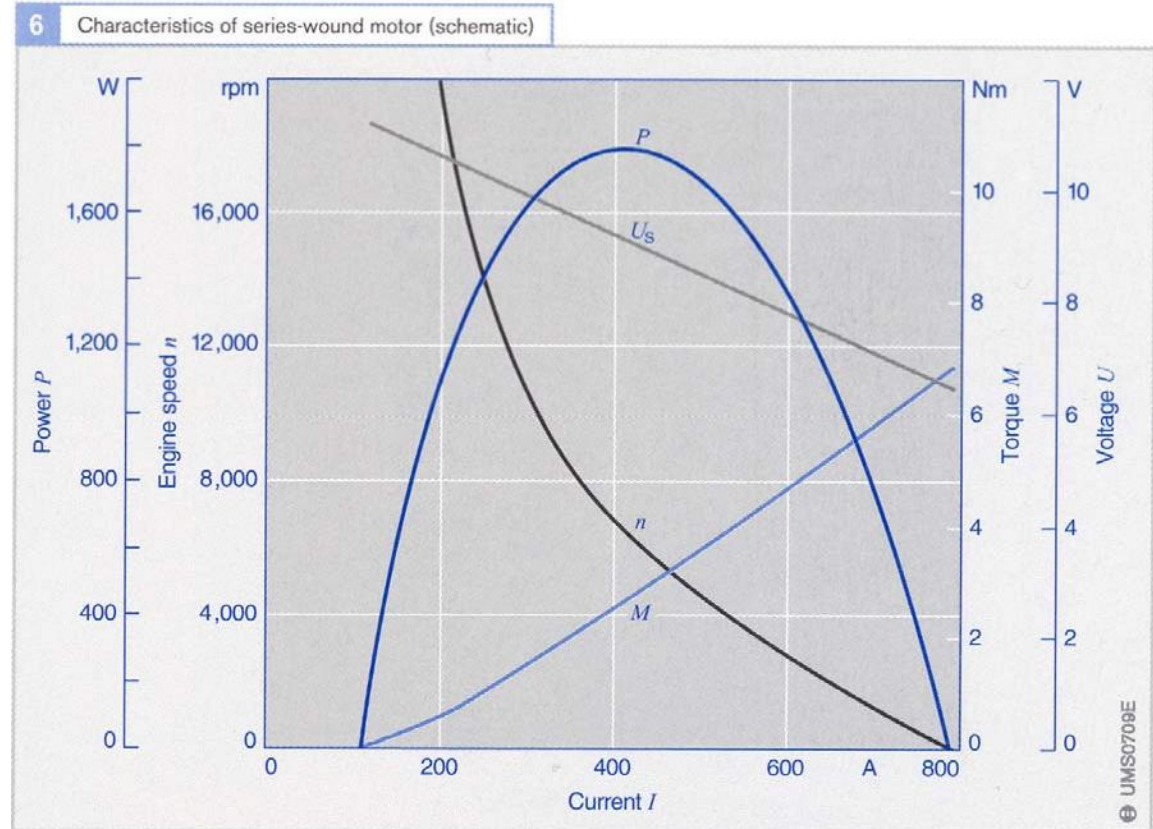


Fig. 5

- 1 Pole shoes
- 2 Excitation winding
- 3 Stator housing

$$B = c_3 \cdot I$$

$$M = c_1 \cdot c_3 \cdot l_{Fe} \cdot d \cdot P$$

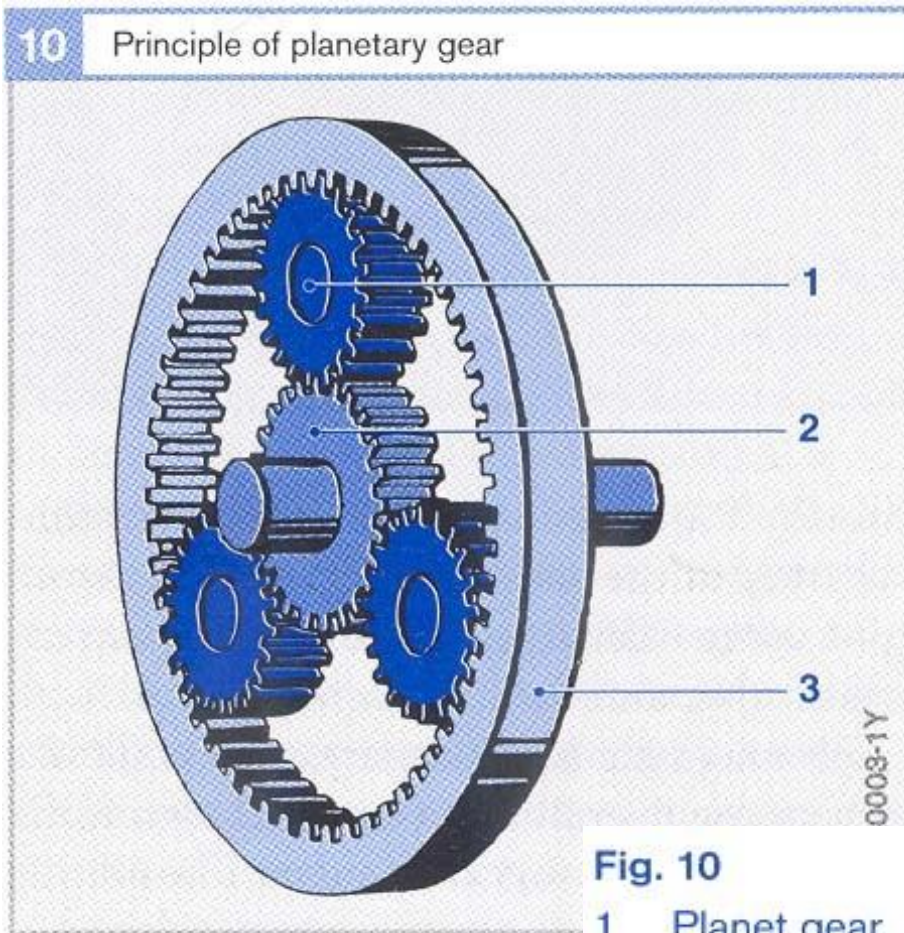


$$n = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot l_{Fe} \cdot d} \left[\frac{U_L - U_{br}}{I} - (R_i + R_{perm} + R_s) \right]$$



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

ДИРЕКТНИ СТАРТЕРИ И СА МЕЂУПРЕНОСНИКОМ



$$i = 1 + \frac{\text{Number of teeth on internal gear}}{\text{Number of teeth on sun gear}}$$



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

АУТОМАТ СТАРТЕРА

12 Solenoid switch

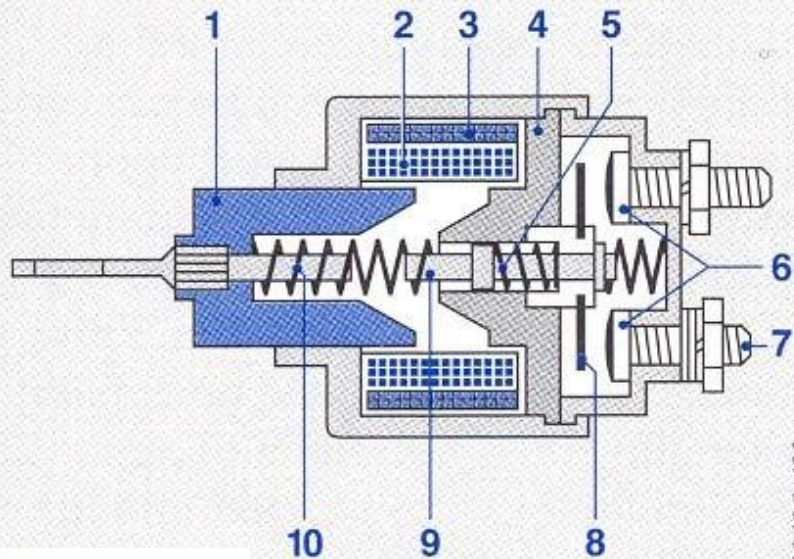


Fig. 12

- 1 Solenoid armature
- 2 Pull-in winding
- 3 Hold-in winding
- 4 Solenoid core
- 5 Contact spring
- 6 Switch contacts
- 7 Electrical connection
- 8 Switch contact
- 9 Armature shaft (split)
- 10 Return spring

13 Solenoid-switch circuit

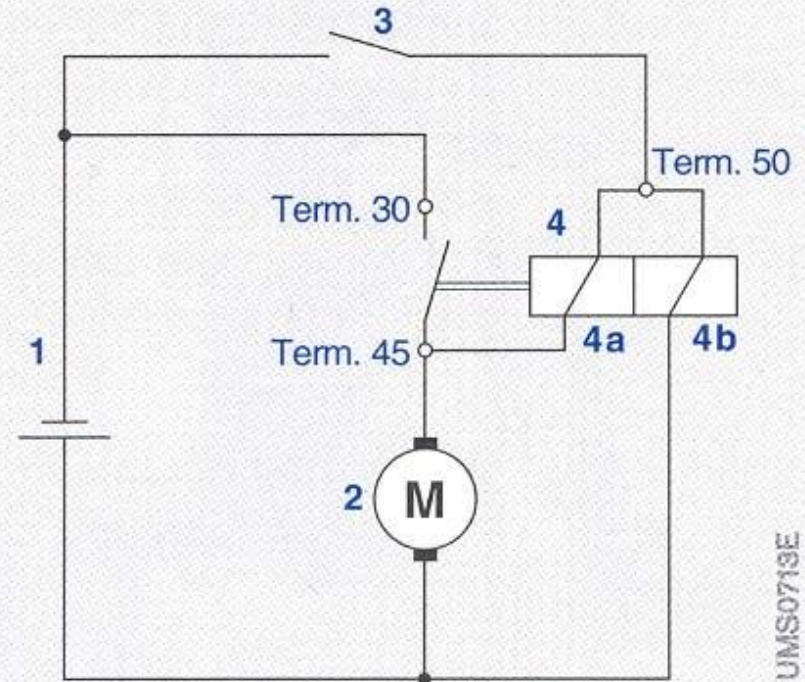


Fig. 13

- 1 Battery
- 2 Starter motor
- 3 Ignition/starter switch
- 4 Solenoid switch
- 4a Pull-in winding
- 4b Hold-in winding



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Заштита котве релеја

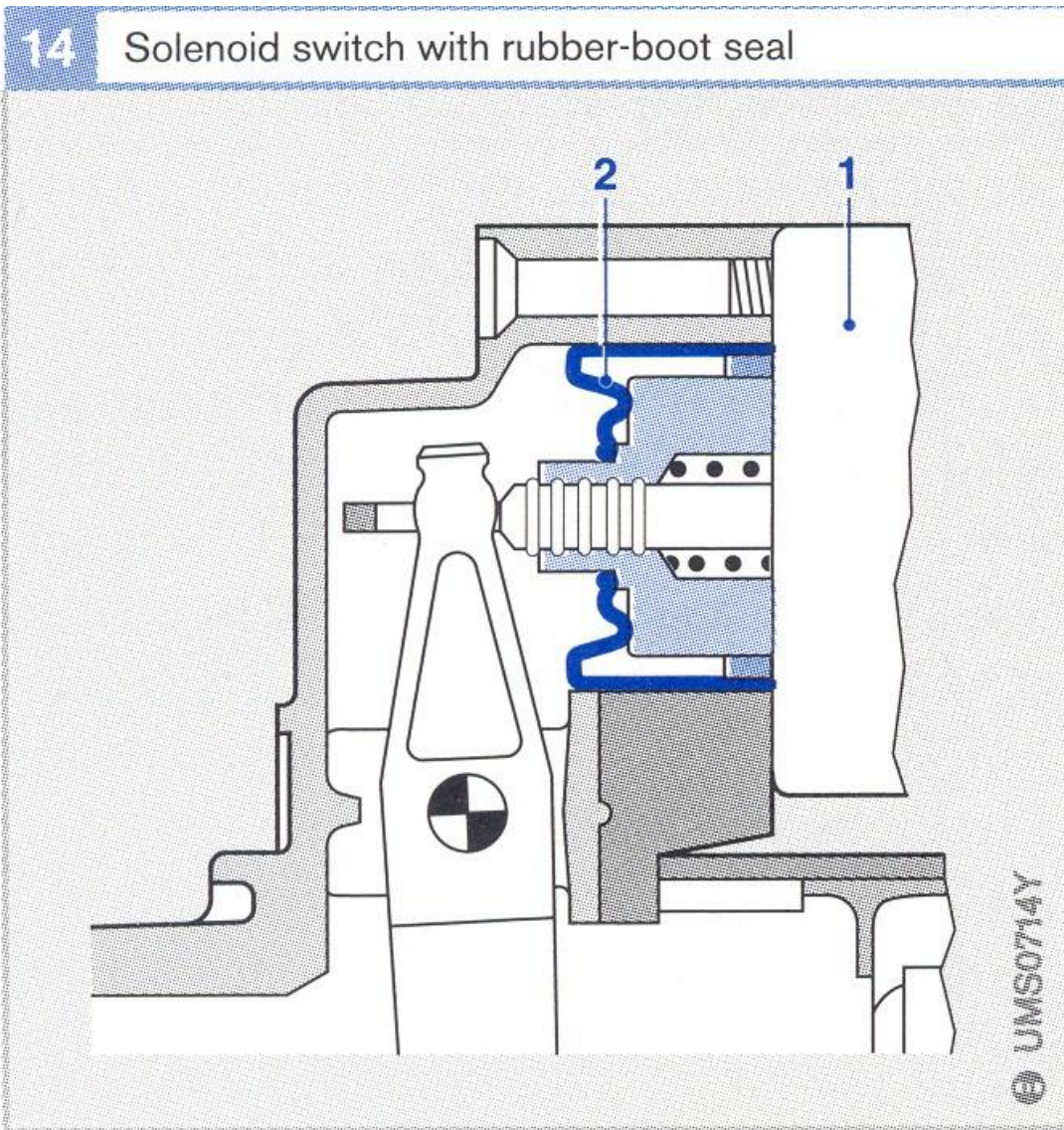


Fig. 14

- 1 Solenoid switch
- 2 Rubber boot



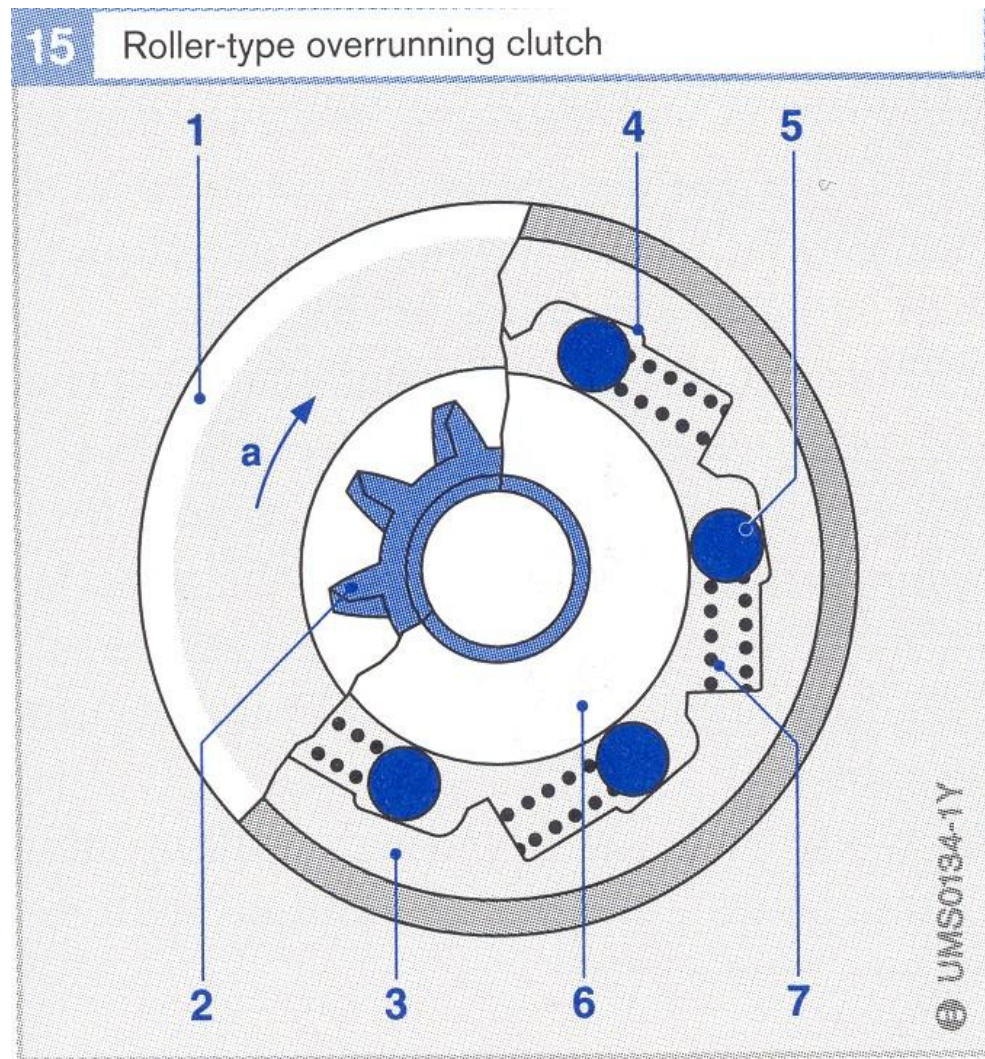
ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

СПОЈНИЦЕ СА МЕХАНИЗМОМ ЗА ПРОКЛИЗАВАЊЕ

Спојница са ролерима

Fig. 15

- 1 Cap
 - 2 Pinion
 - 3 Driver and clutch shell
 - 4 Roller race
 - 5 Cylindrical roller
 - 6 Pinion shaft
 - 7 Springs
- a Direction of rotation

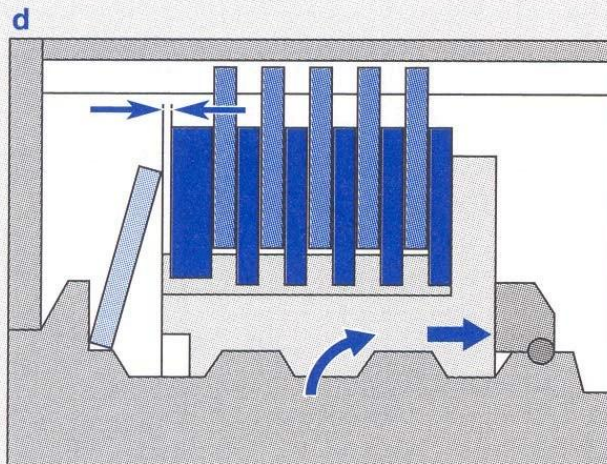
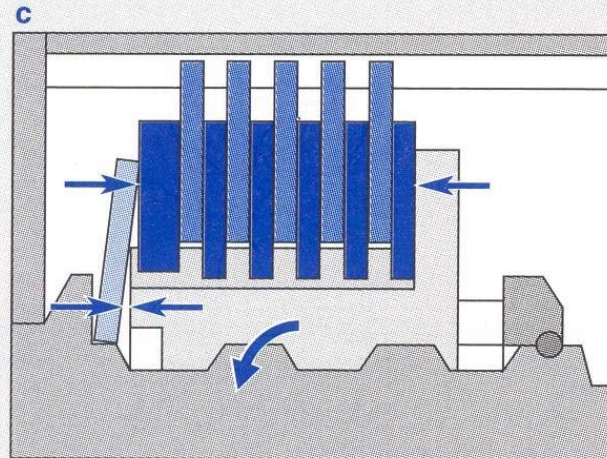
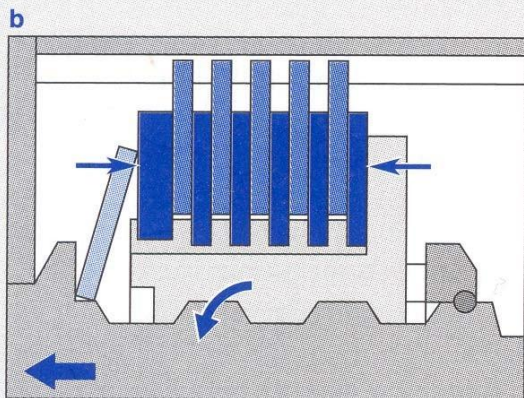
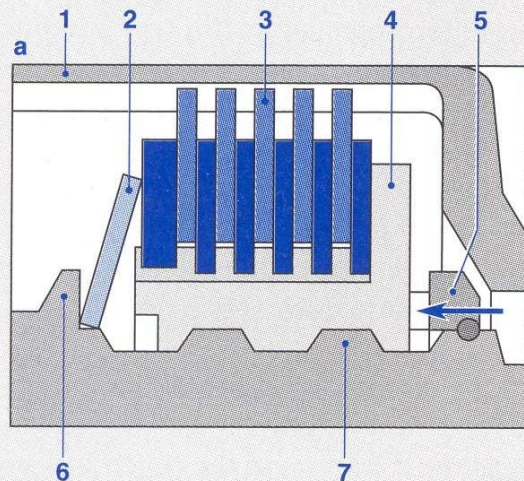




ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Спојница са ламелама

16 Multiplate overrunning clutch



Explanation of Figure 16:

a Resting position

Disc spring compresses laminated core with initial force.
Transmission of drive to clutch race ensured by frictional effect.

b Transmission of drive

Pinion engaged.
Clutch race presses against disc spring.
Compression increases.
Laminated core fully locked.

c Torque limitation

Clutch race presses disc spring against collar.
Forces in equilibrium at design rating.
Plates slip if design rating exceeded.

d Overrunning

Direction of force transmission reversed.
Clutch race runs up against stop ring, thus relieving plate pressure/disengaging drive.

Fig. 16

- 1 Driver flange
- 2 Disc spring
- 3 Laminated core
- 4 Clutch race
- 5 Stop ring
- 6 Stop collar on output shaft
- 7 Helical spline on output shaft



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

ВРСТЕ МЕХАНИЗАМА ЗА УЗУБЉЕЊЕ СТАРТЕРА

Помично завојни механизам

18 Lever-and-helix pinion-engaging mechanism

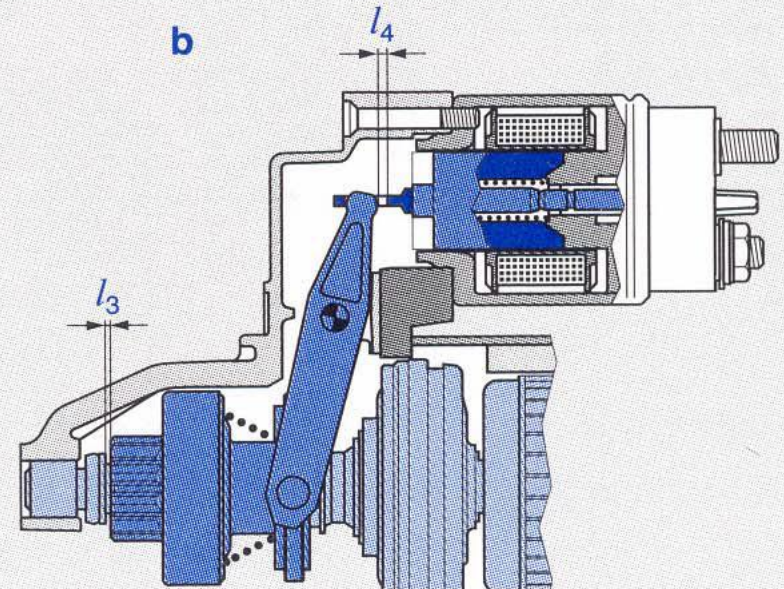
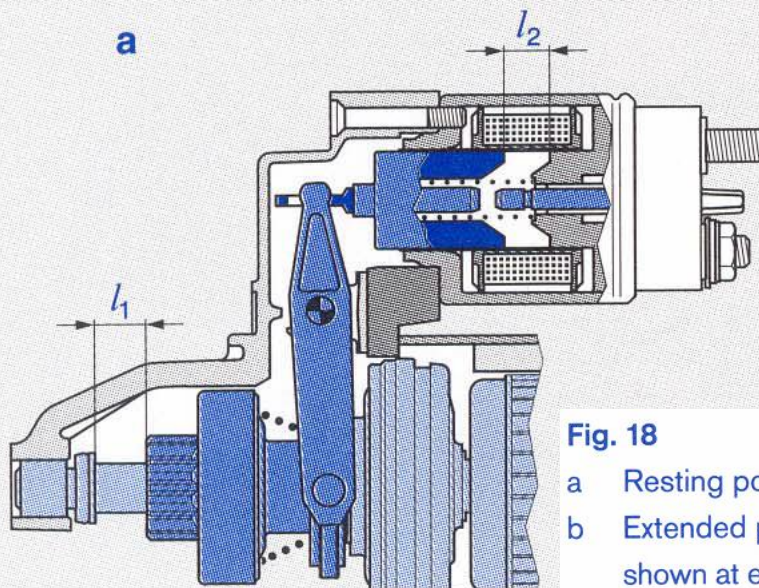


Fig. 18

- a Resting position
- b Extended position, shown at end of lever travel

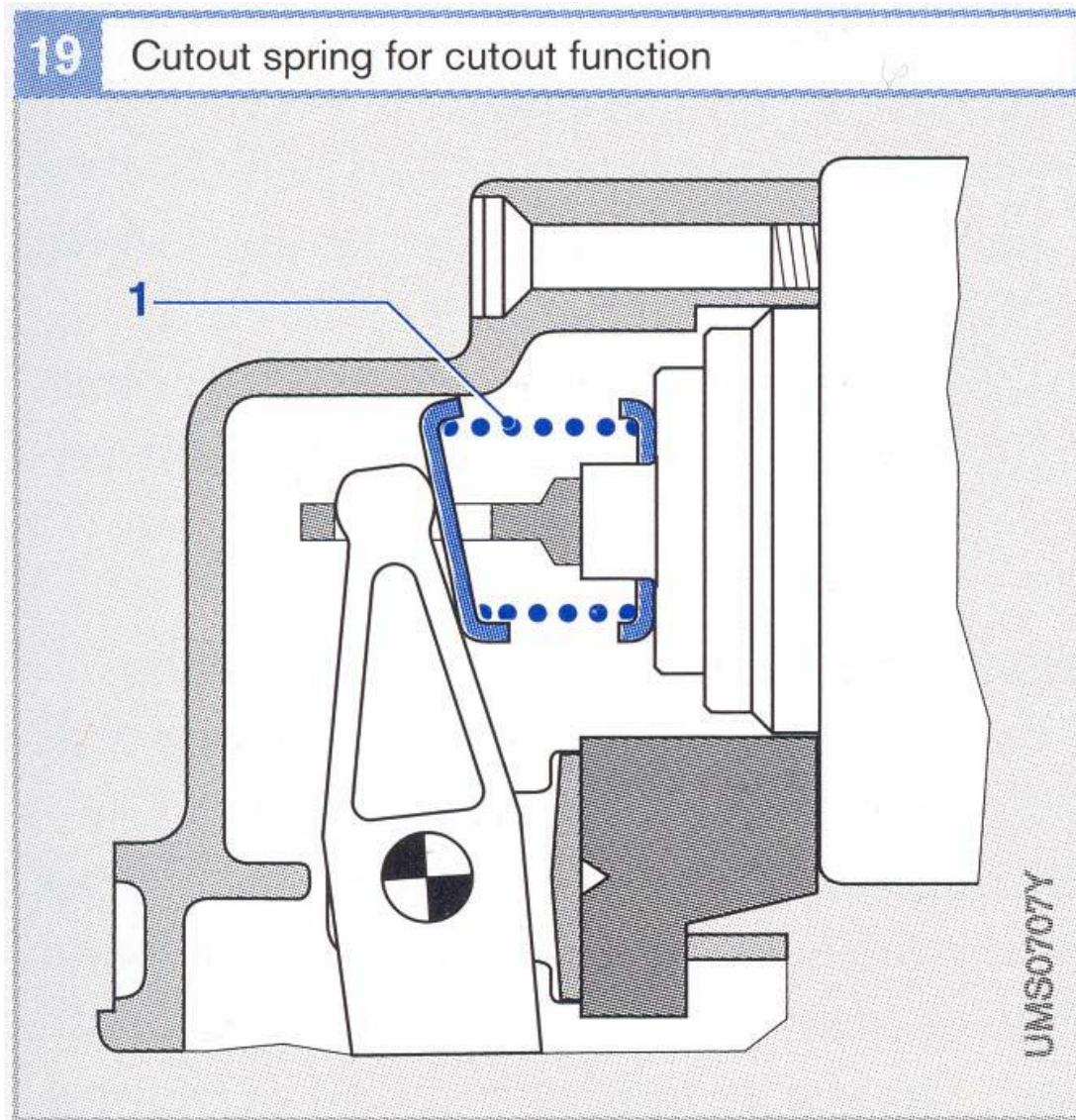
- l_1 Overall pinion travel
- l_2 Solenoid-armature travel
- l_3 Helical travel
- l_4 Free travel

© UMS0705Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

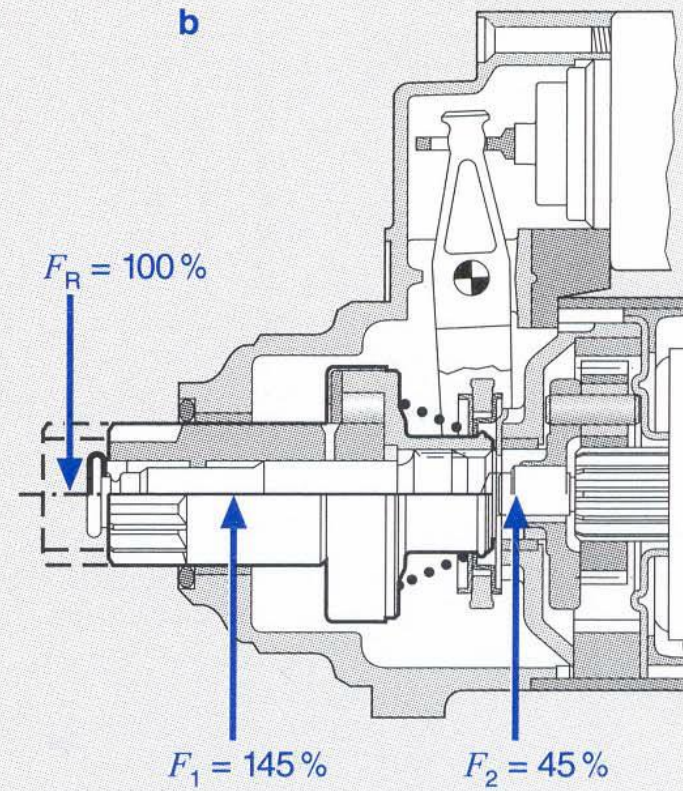
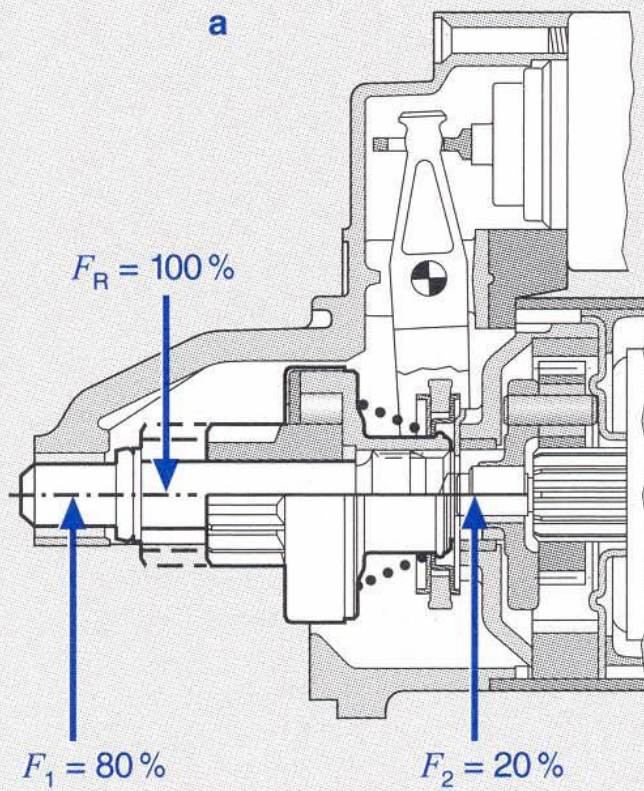
Искључење механизма за узубљење





Улежиштење механизма за узубљење

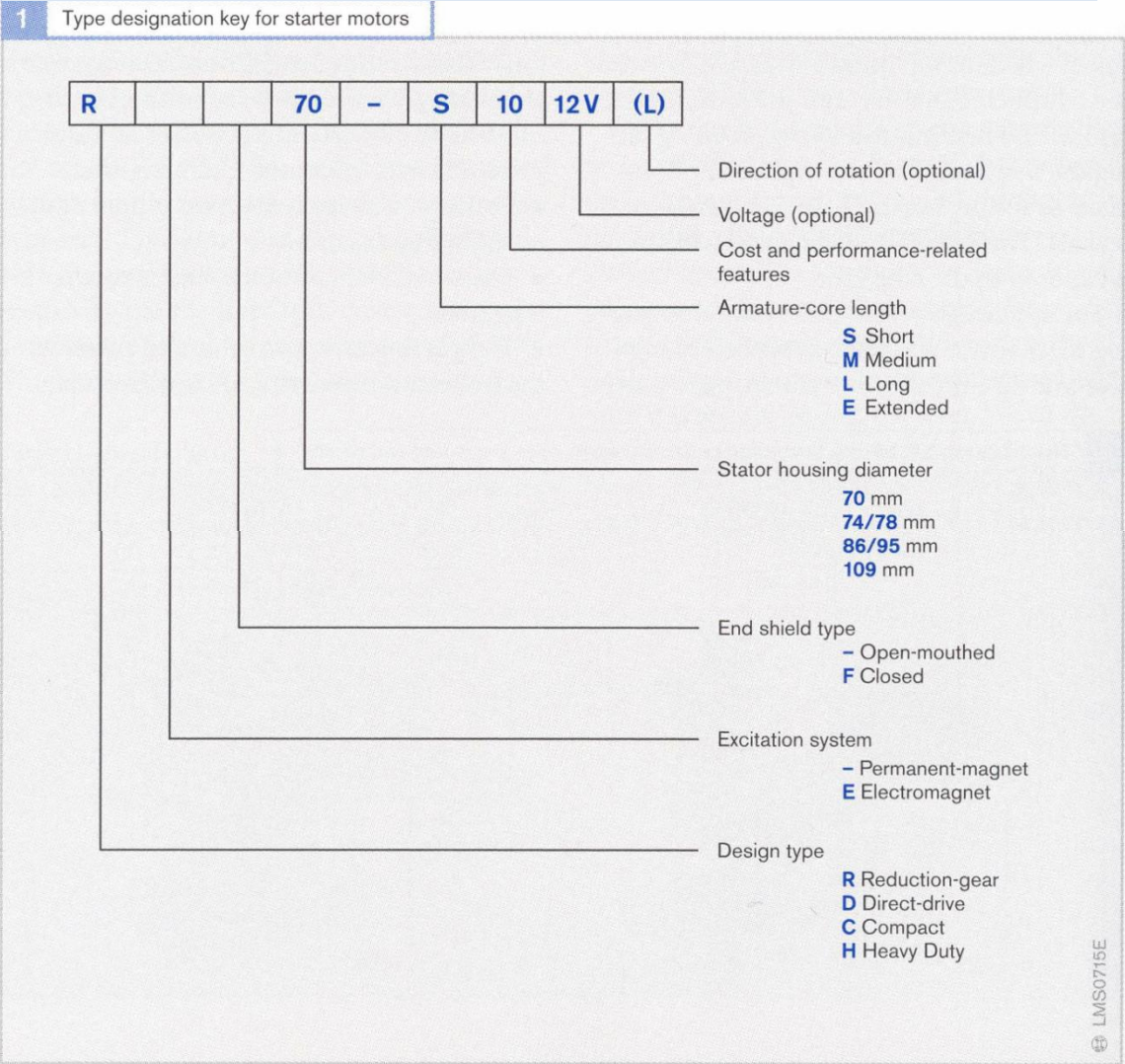
20 Pinion bearing and bearing forces on starter motors with open and closed end shields





ВРСТЕ СТАРТЕРА

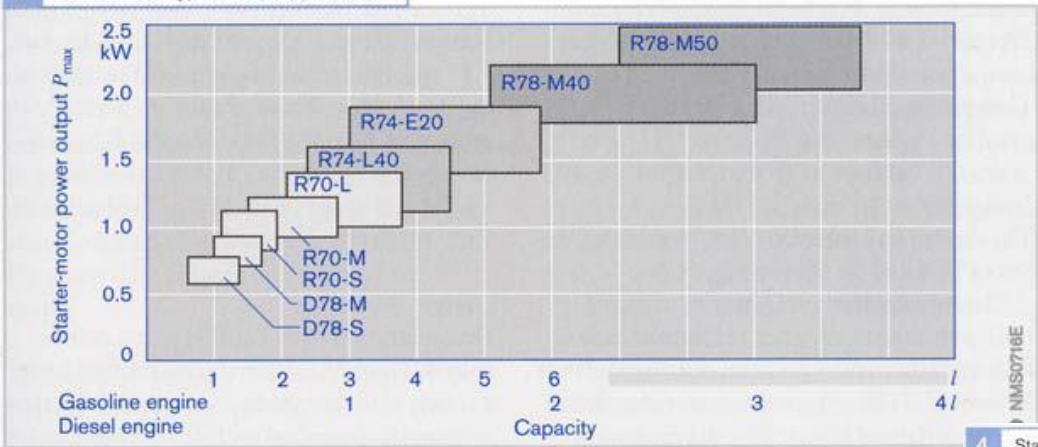
Означавање стартера



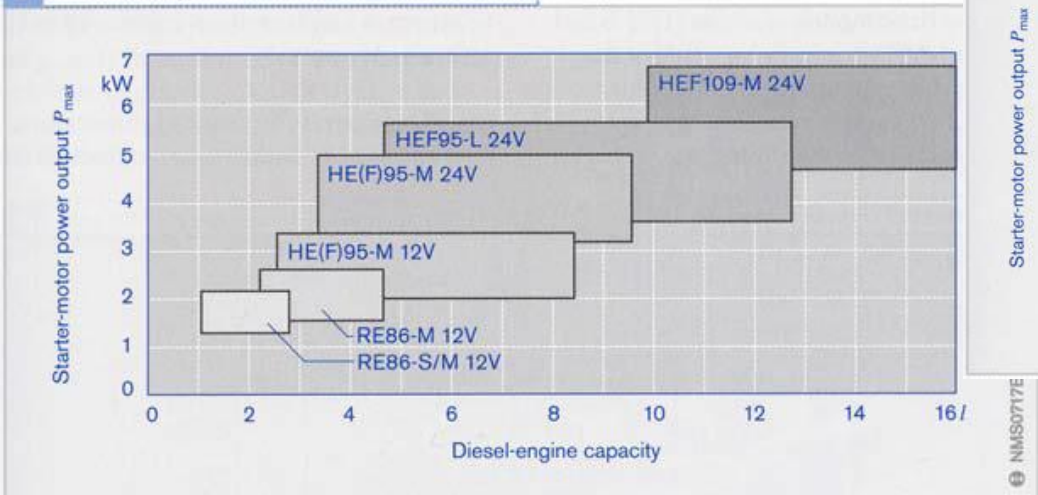


ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

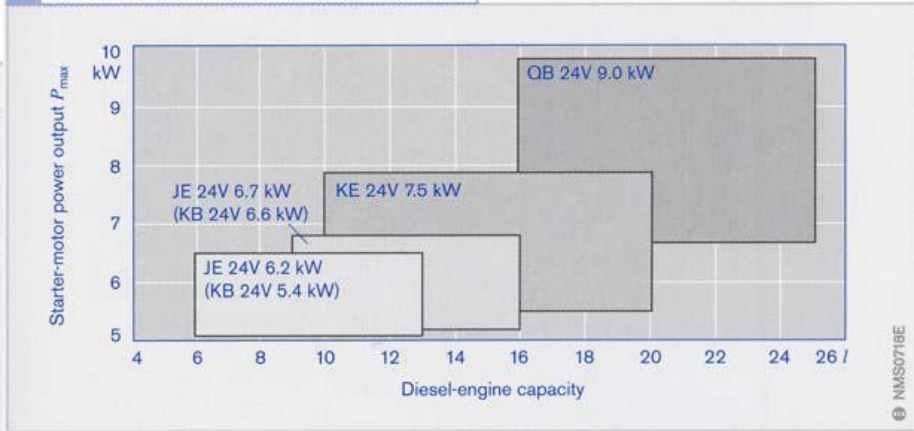
2 Starter-motor types for car applications



3 Starter-motor types for commercial-vehicle applications



4 Starter-motor types for commercial-vehicle applications





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Директни стартери за путничка возила

5 Series D78 direct-drive starter motor

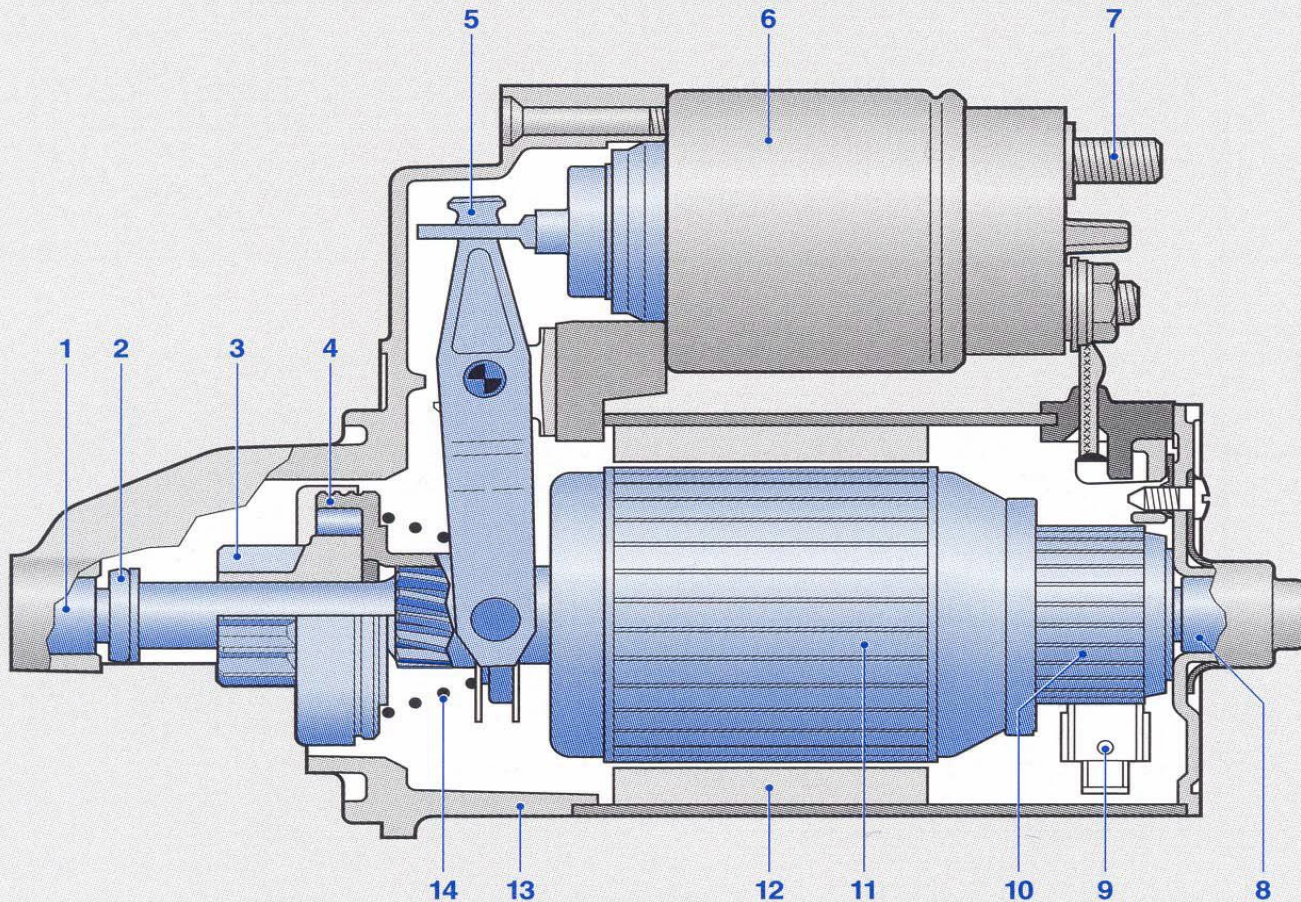


Fig. 5

- 1 Drive shaft
- 2 Stop ring
- 3 Pinion
- 4 Roller-type overrunning clutch
- 5 Pinion-engaging lever
- 6 Solenoid switch
- 7 Electrical connection
- 8 Commutator bearing
- 9 Brush holder
- 10 Commutator
- 11 Armature
- 12 Magnet
- 13 Stator housing
- 14 Meshing spring

UMS0696Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Стартери са међупреносником за путничка возила

6 Type R70 reduction-gear starter motor

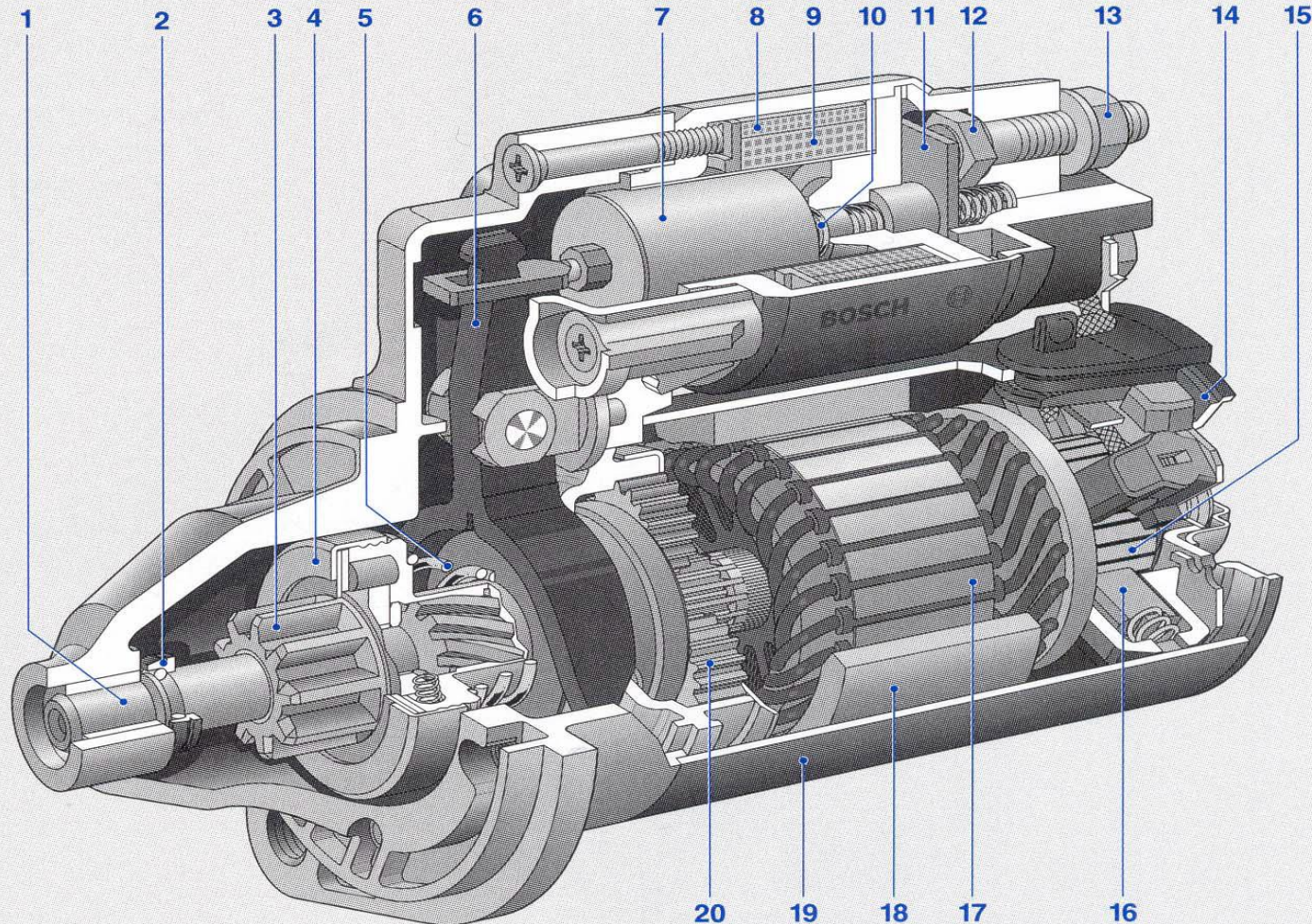


Fig. 6

- 1 Drive shaft
- 2 Stop ring
- 3 Pinion
- 4 Roller-type overrunning clutch
- 5 Meshing spring
- 6 Pinion-engaging lever
- 7 Solenoid switch
- 8 Hold-in winding
- 9 Pull-in winding
- 10 Return spring
- 11 Switch contact
- 12 Switch contact
- 13 Electrical connection
- 14 Commutator end shield
- 15 Commutator
- 16 Brush holder
- 17 Armature
- 18 Magnet
- 19 Stator housing
- 20 Planetary gear

UMS0719Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Стартери са међупреносником за теретна возила

7 Type RE86/HE(F)95 starter motors for commercial vehicles

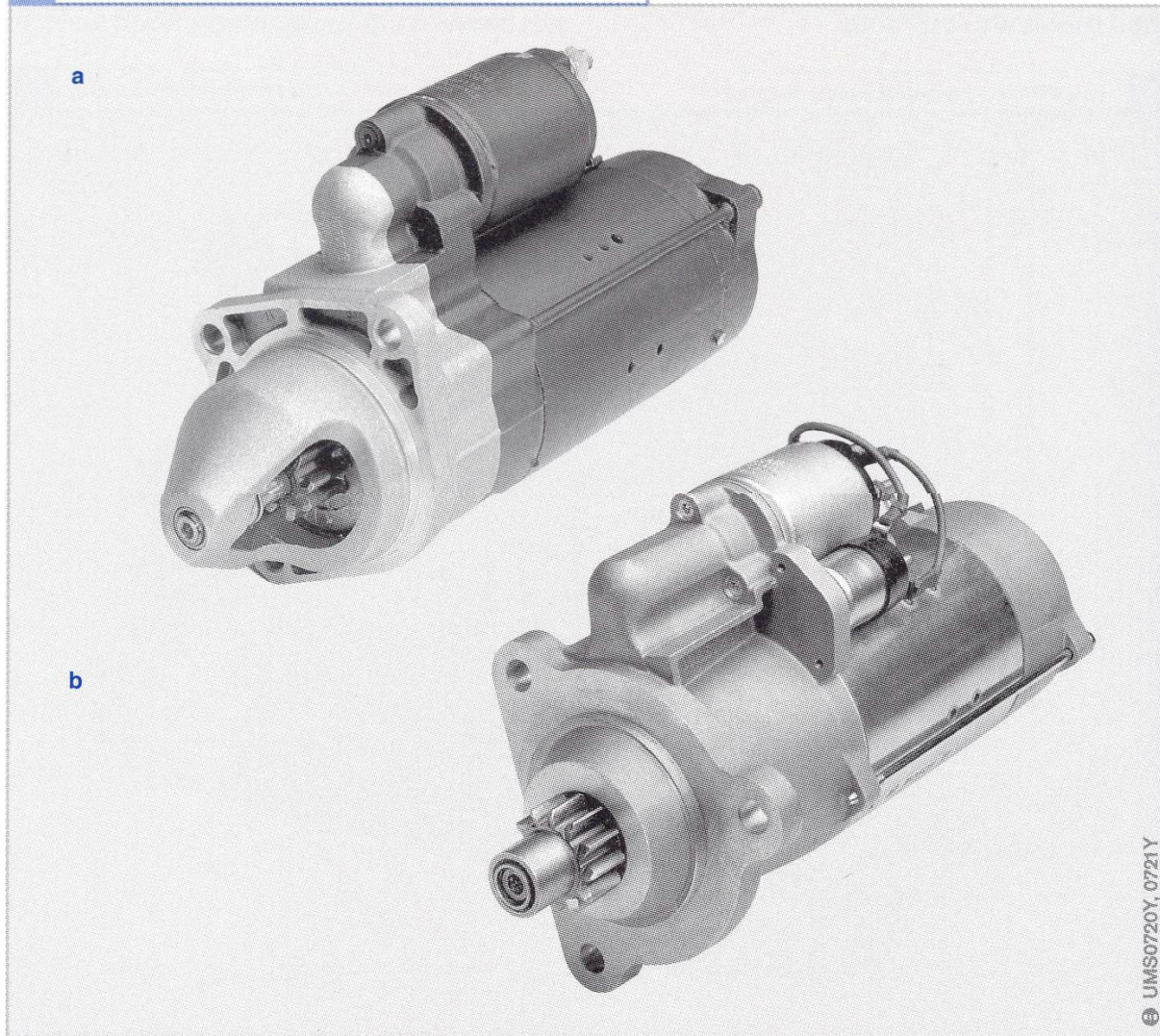


Fig. 7

- a Conventional design with open end shield (Type RE86/HE95)
- b Closed-shield design (Type HEF95)

⊕ UMS0720Y, 0721Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Стартери за теретна возила са двостепеним узубљењем

1. Resting position

Starter motor disconnected
from power supply

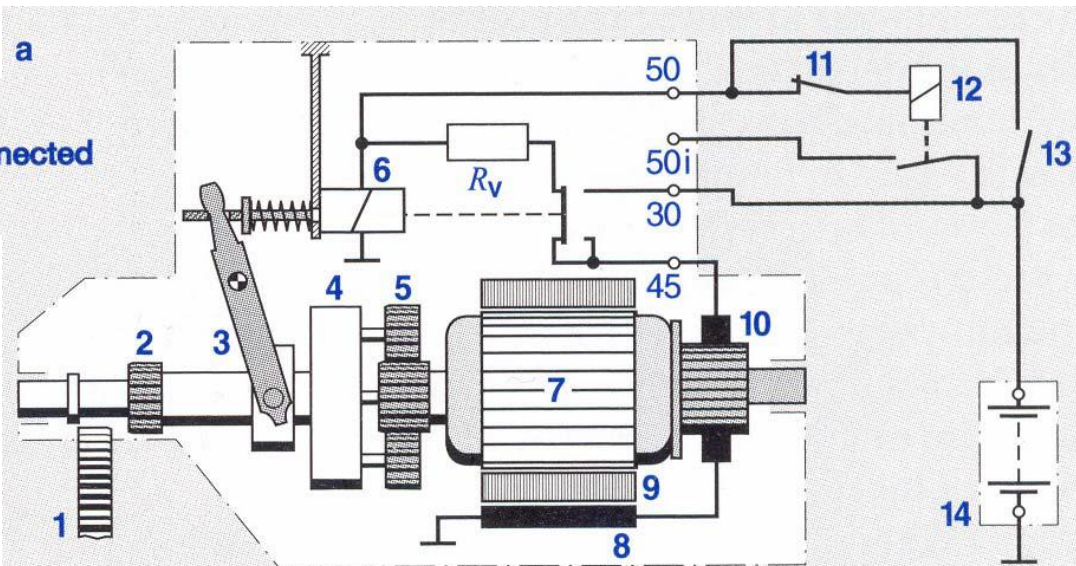


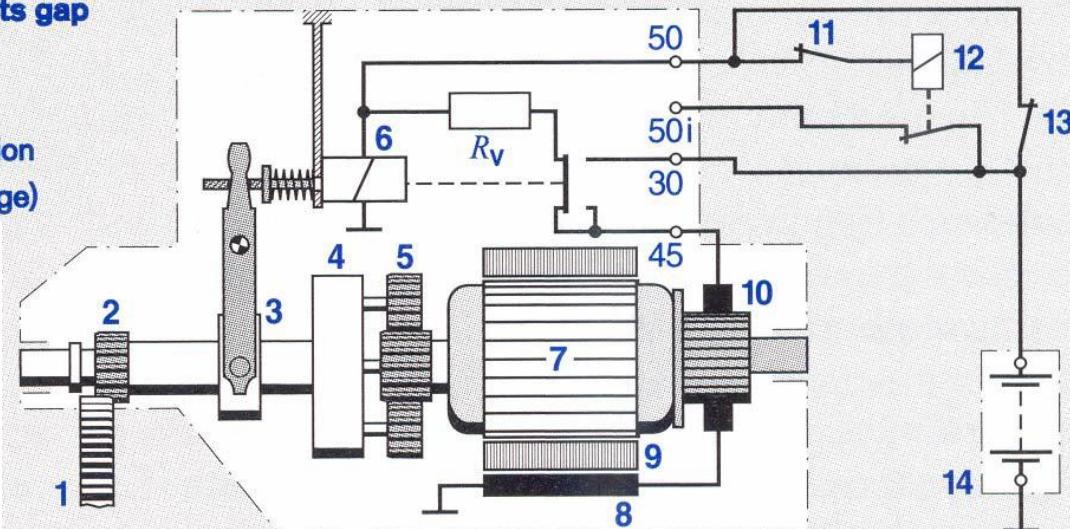
Fig. 8

- 1 Ring gear
- 2 Pinion
- 3 Pinion-engaging lever
- 4 Roller-type overrunning clutch
- 5 Planetary gear
- 6 Solenoid switch
- 7 Armature
- 8 Excitation winding
- 9 Pole shoe
- 10 Commutator
- 11 Thermostatic switch
- 12 Type IMR pilot solenoid
- 13 Ignition/starter switch
- 14 Battery

R_v Series resistor

2. Pinion tooth meets gap in ring gear

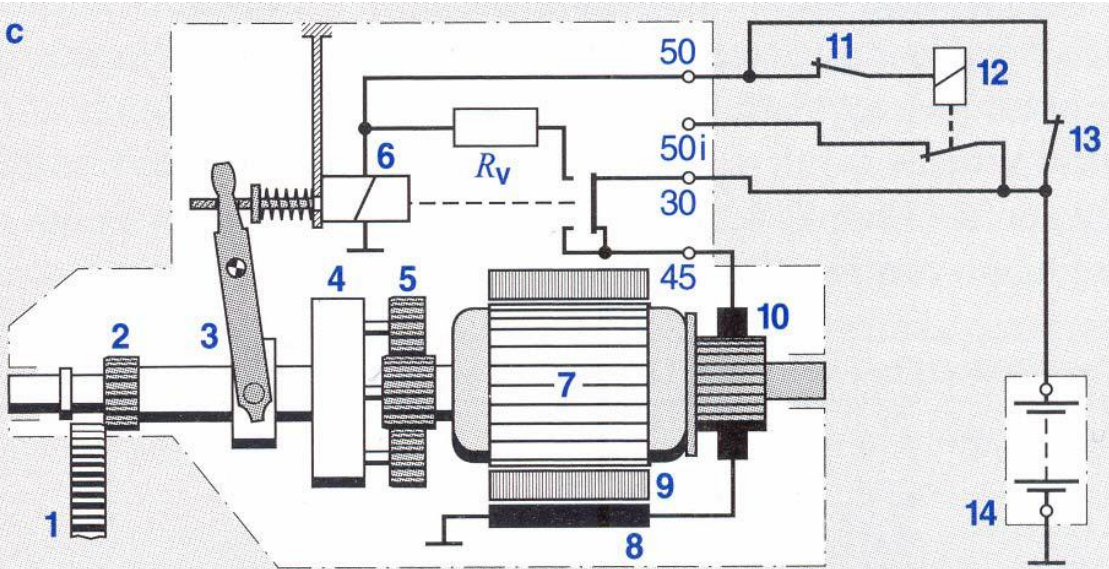
Starter switched on
Good meshing position
(1st engagement stage)





ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

3. Pinion tooth meets tooth on ring gear or edge
Starter switched on
Meshing difficult
(1st engagement stage)
Meshing spring ensures pinion engagement
Main circuit switched on



4. Engine is turned over
End position
(2nd engagement stage)
Starter motor delivers maximum torque

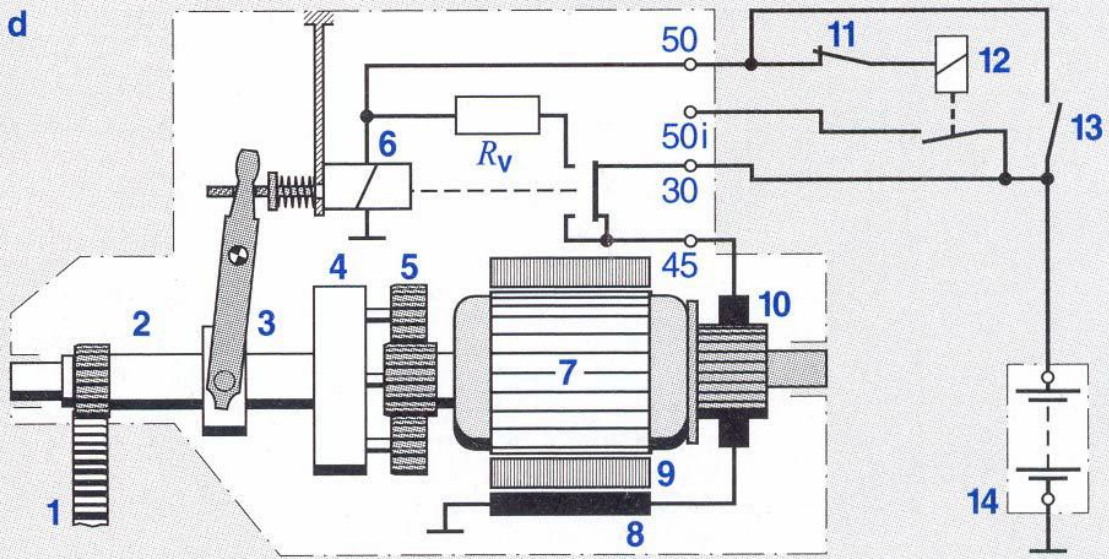


Fig. 8

- 1 Ring gear
- 2 Pinion
- 3 Pinion-engaging lever
- 4 Roller-type overrunning clutch
- 5 Planetary gear
- 6 Solenoid switch
- 7 Armature
- 8 Excitation winding
- 9 Pole shoe
- 10 Commutator
- 11 Thermostatic switch
- 12 Type IMR pilot solenoid
- 13 Ignition/starter switch
- 14 Battery

R_v Series resistor

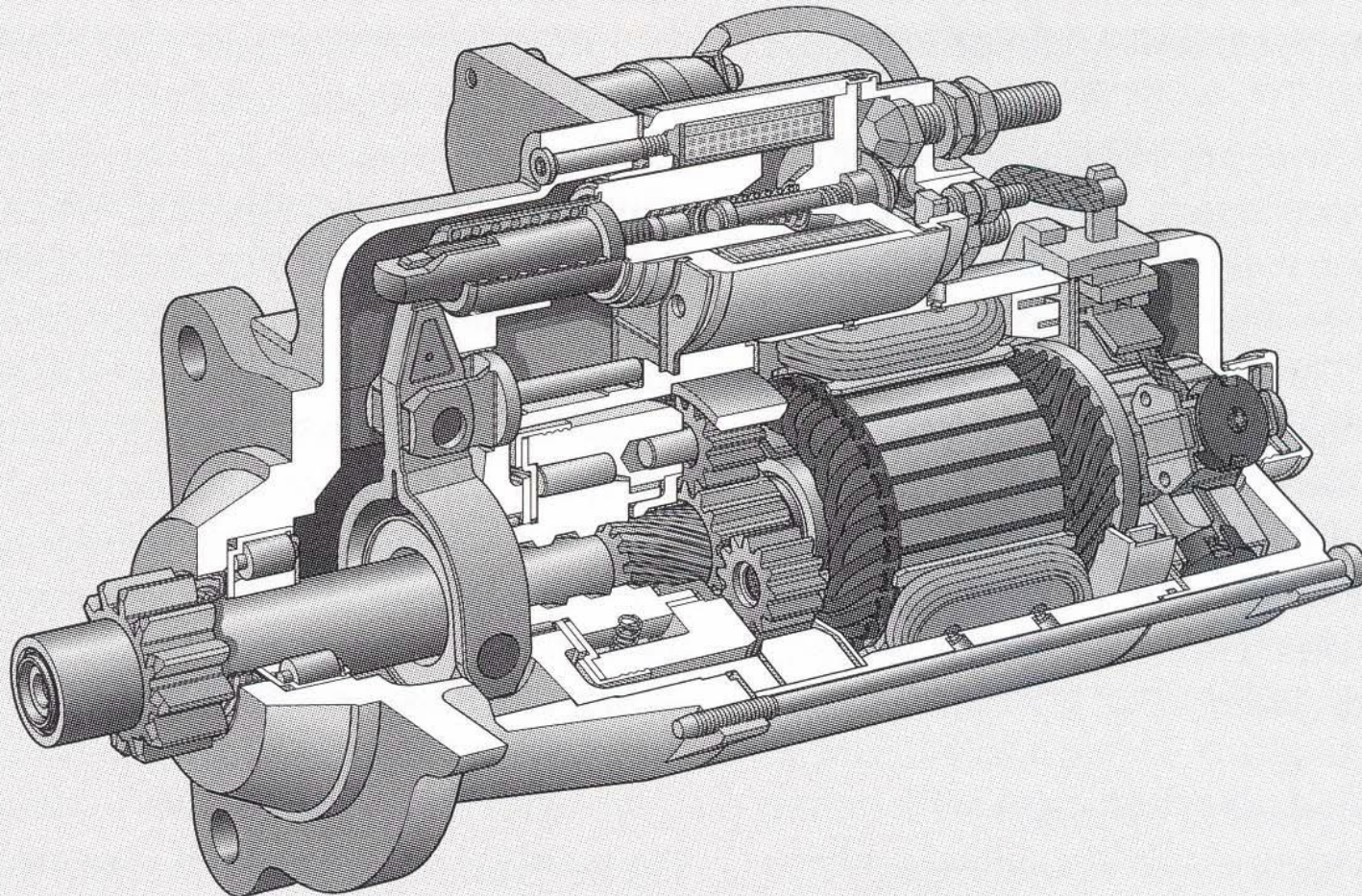


ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Велики стартери за тешка теретна возила

11

Type HEF109-M starter motor with reduction gear and electrically operated two-stage pinion-engaging system



© UMS0725Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Стартери са помичним узубљењем и електромоторним обртањем зупчаника

13 Type KB pre-engaged starter motor with electrically operated two-stage engaging mechanism (cutaway view)

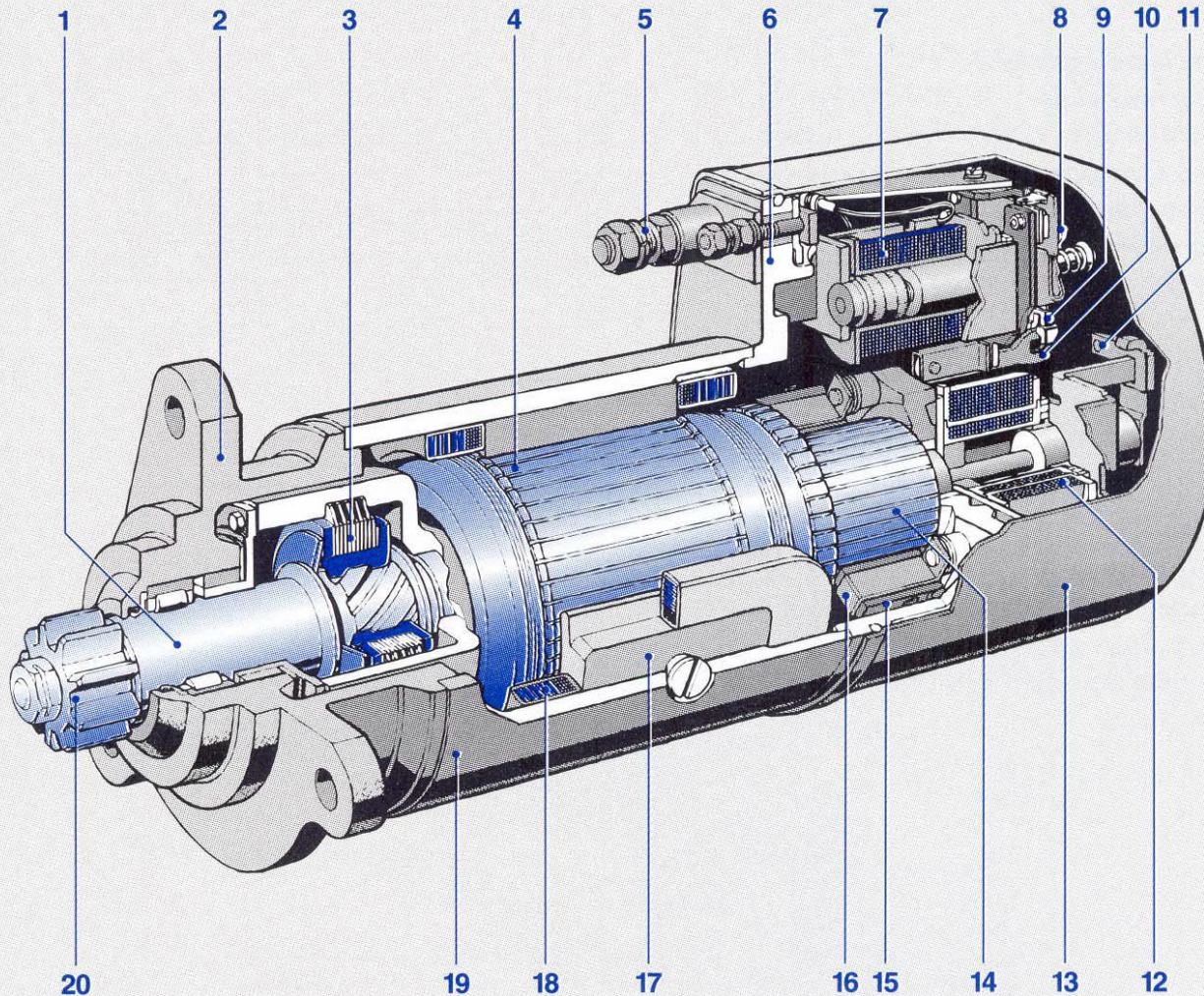


Fig. 13

- 1 Output shaft
- 2 Drive end shield
- 3 Multiplate overrunning clutch
- 4 Armature
- 5 Electrical connection
- 6 Switch contact
- 7 Control relay
- 8 Switch contact
- 9 Stop
- 10 Tripping lever
- 11 Release lever
- 12 Pinion-engaging solenoid
- 13 End cap
- 14 Commutator
- 15 Carbon brush
- 16 Brush holder
- 17 Pole shoe
- 18 Excitation winding
- 19 Stator housing
- 20 Pinion

⊕ USM0156-1Y



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Стартери са помичним узубљењем типа ТВ/ТФ

15 Type TB pre-engaged starter motor (sectional view)

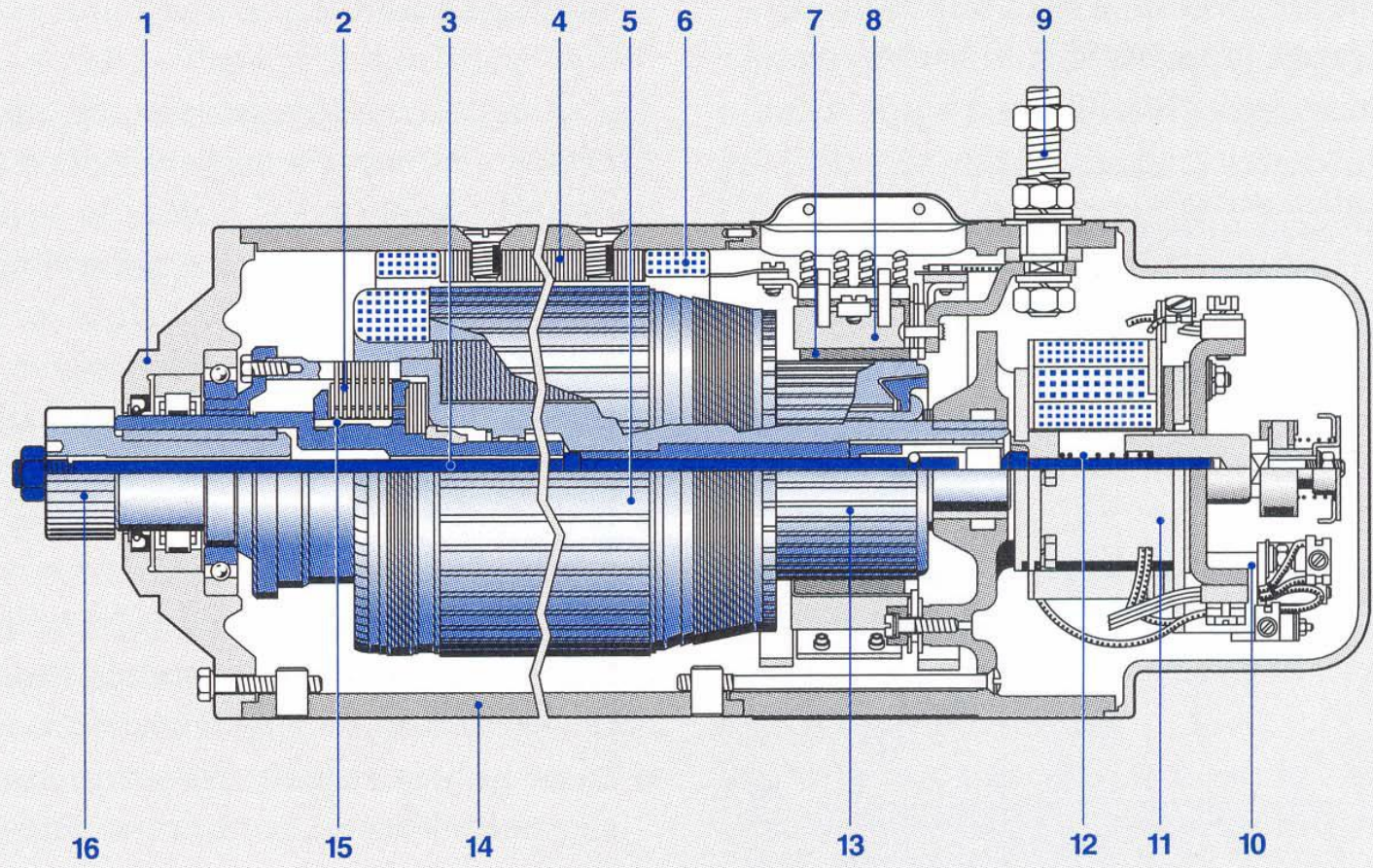


Fig. 15

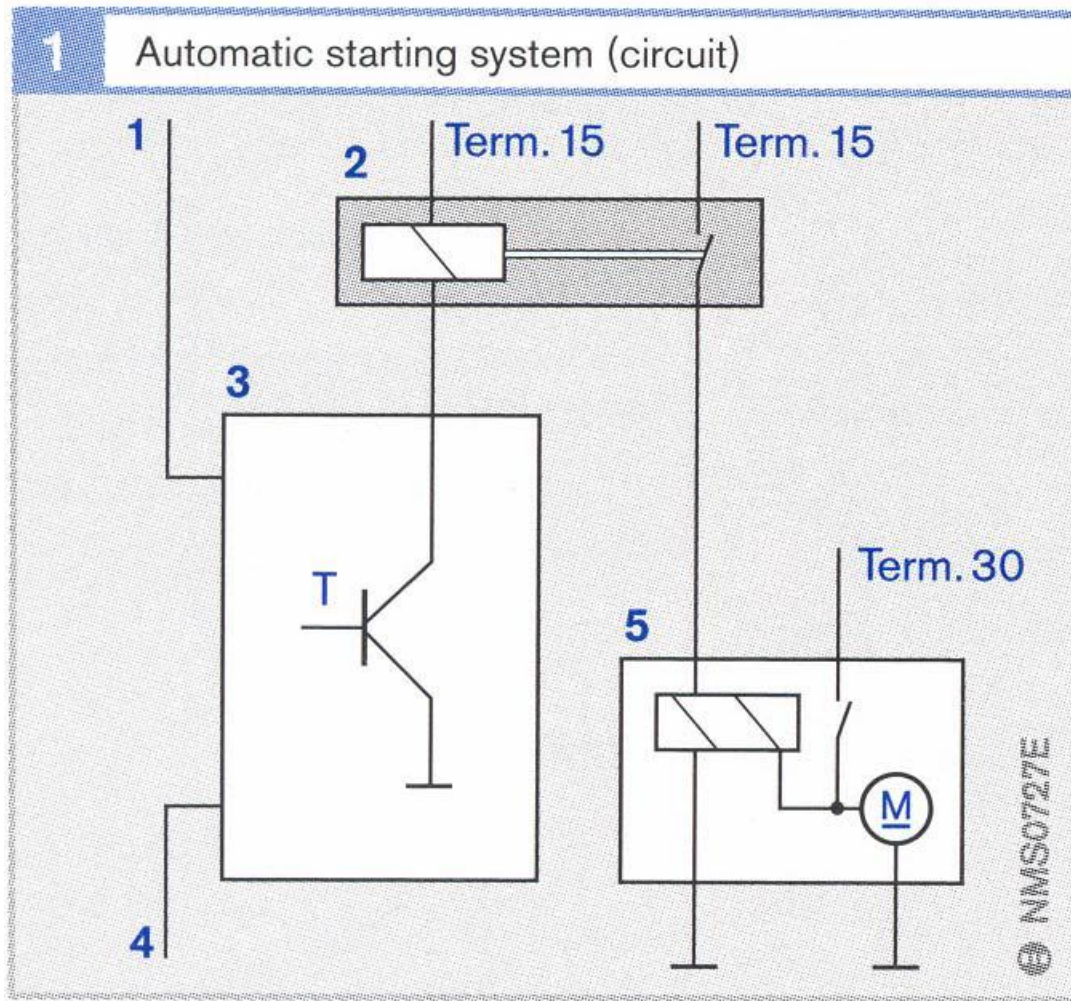
- 1 Mating collar for engine flange
- 2 Multiplate overrunning clutch
- 3 Pinion-engaging rod
- 4 Pole shoe
- 5 Armature
- 6 Excitation winding
- 7 Carbon brush
- 8 Brush holder
- 9 Electrical connection
- 10 Control relay
- 11 Pinion-engaging solenoid
- 12 Cutout spring
- 13 Commutator
- 14 Stator housing
- 15 Helical spline
- 16 Pinion



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

ЕЛЕКТРИЧНЕ ВЕЗЕ СТАРТЕРА

Аутоматско укључење стартера



- 1 - Управљачки сигнал за стартовање од возача
- 2 - Управљачки релеј
- 3 - Управљачка јединица (ECU)
- 4 - Сигнал положаја ручице мењача / квачила
- 5 - Електропокретач (стартер)

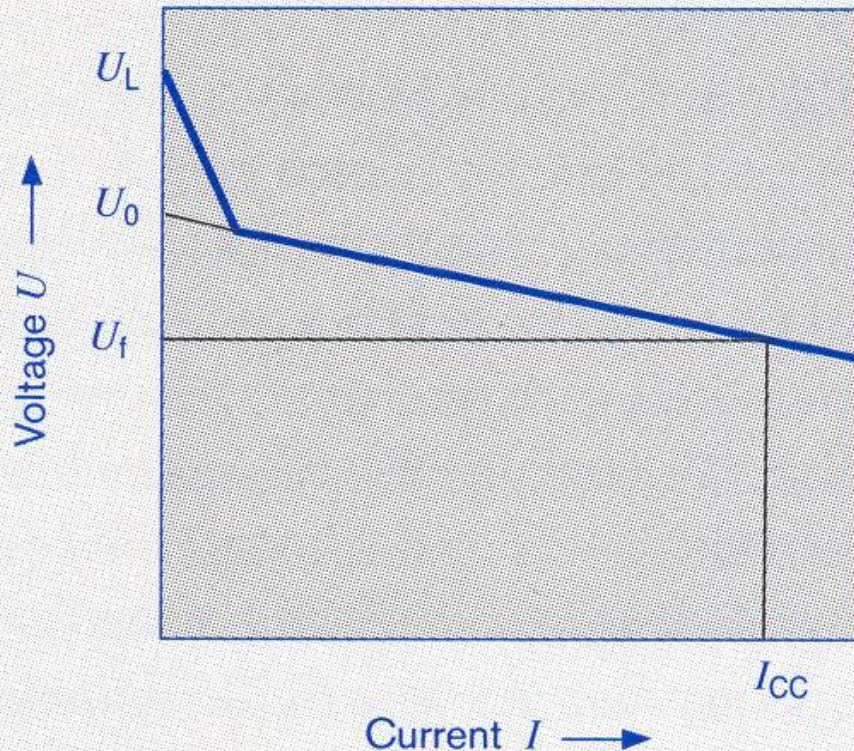


ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Карактеристика акумулатора при уткључењу стартера

2

Characteristic of a lead-acid accumulator battery (schematic)



© NMS0728E

I_{cc} Струја хладног старта

U_f Напон при струји хладног старта

U_0 Напон стационарног стања

U_L Напон неоптерећеног акумулатора



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

ИСПИТИВАЊЕ СТАРТЕРА

Испитивање на самом возилу

Посматрањем процеса старта може се доћи до следећих закључака:

- **необичан звук стартера**
- стартер узуби али мотор се обрће веома споро или се уопште не обрће,
- нема звука током узубљивања,
- стартер не узубљује или то чини веома споро.



**квар стартера или
зупчастог венца**

електрично испитивање
стартера помоћу тест
уређаја или инструмената



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Електрична испитивање на возилу

У мирном стању могу се спровести следећа испитивања:

- Квалитет споја доводних проводника (каблова),
- Измерити напон на прикључку 30,
- Проверити евентуални прекид електричних спојева и проводника,
- Измерити прелазни отпор спојева.

Током процеса старта могу се спровести следећа испитивања:

- измерити напон на прикључку 50,
- измерити напон на прикључку релеја за узубљивање,
- евентуално измерити струју стартера која може бити **већа** и од **1000 А**.

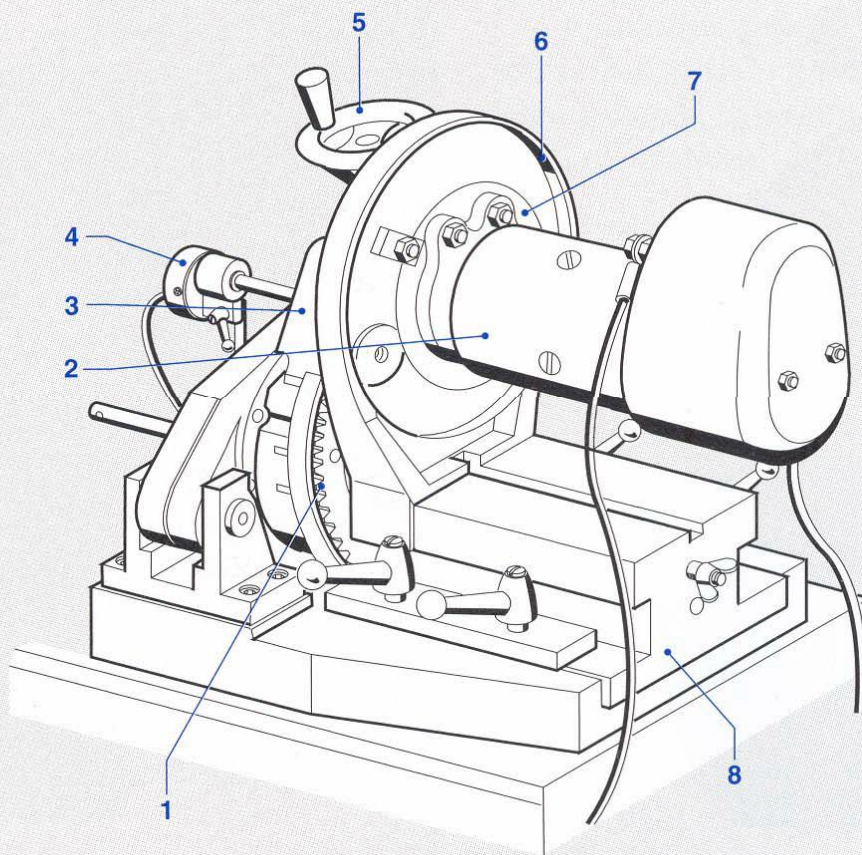


ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Испитивање стартера на пробном столу

2

Starter motor fixed to testing table



- 1 - замајац
- 2 - електропокретач (стартер)
- 3 - заштитни поклопац
- 4 - сензор броја обртаја
- 5 - ручица за подешавање
момента оптерећења
- 6 - стезни носач сартера
- 7 - монтажна прирубница
- 8 - сталак за фиксирање



ОСНОВИ ДИЈАГНОСТИКЕ ВОЗИЛА

Испитивање стартера на пробном столу одвија се у две фазе:

- Испитивање стартера у празном ходу без оптерећења.
- Испитивање стартера у кратком споју, при чему се укључени стартер оптерећује помоћу уграђене кочнице док се потпуно не укочи (ово не сме да траје дуже од неколико секунди)!!!