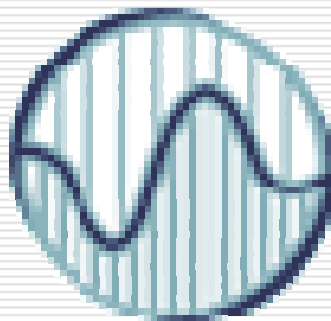
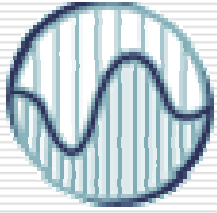




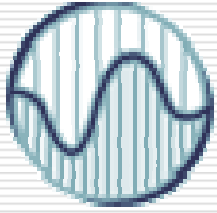
Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

УВОД У МОТОРЕ СУС

1. Историјски развој мотора СУС
2. Основни појмови о моторима СУС

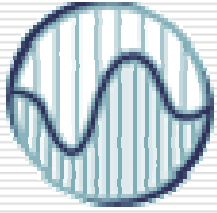


1. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРА СУС



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

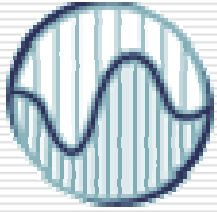
- Развој моторних возила је почео са развојем ефикасних погонских машина – мотора са унутрашњим сагоревањем и посебно је интензивиран од краја 19. века.



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

Хронологија увођења моторних возила била је следећа:

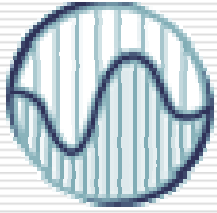
- ❑ **1769.** Џејмс Ват (Jems Watt) у Енглеској, добија патентно право за проналазак парне машине. Овај проналазак се сматра револуционарним, с обзиром да њиме почиње прелазак са мануфактурне на индустријску производњу и масовног коришћења парне машине као погонског агрегата разних машина;
- ❑ **1769.** Француски артиљеријски официр Хуго (Nicolas Cougnot), конструише возило на парни погон за вучу топова. Карактеристике возила: маса 5000 kg, брзина кретања 4,5 km/h. Овај „тегљач“ сматра се првим моторним возилом;
- ❑ **1806.** Енглез Ричард Тревик (Richard Trevithck) конструише шинско возило на парни погон за примену у руднику.



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

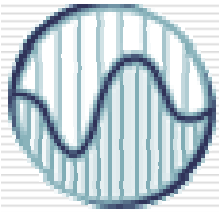


Nikolas Joseph Cugnot 1769.



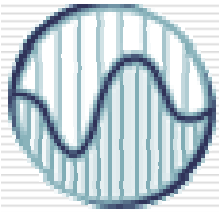
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

- ❑ **1829.** На расписани конкурс за најспособнију и најбржу локомотиву, такође у Енглеској, Роберт Стефансон (Robert Stivenson) побеђује на трци локомотива својом парном локомотивом "Rocket" (ракета), која постаје родоначелник свих каснијих локомотива. Одмах потом Стефансоновој фабрици је наручено 8 таквих локомотива. Ова локомотива, поред тога што је била најбржа, имала је и низ нових конструктивних решења, од којих истичемо један, као посебно важан - развод паре у цилиндри;
- ❑ **1830.** Почиње јавни превоз робе и путника возом на линији Ливерпул – Манчестер;
- ❑ **1837.** Томас Девенпорт (Thomas Davenport) у САД, конструише први батеријски електромобил.
- ❑ **1845.** Томсон (Thomson) у Енглеској, патентира точак са еластичним цревом које је под притиском (претеча пнеуматика).



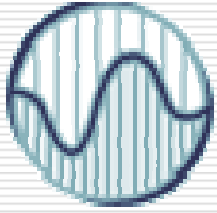
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

- **1860.** Француз Леноар (Lenoir) конструише први клипни мотор са унутрашњим сагоревањем, са степеном корисности од око 3%, који је усисавао гасну смешу коју је палио варницом на пола хода клипа од СМТ након чега је вршена експанзија и издувавање. Мотор је радио без претходног сабијања тако да је степен корисности био минималан због чега овакав мотор није могао конкурисати парној машини (као гориво користио светлећи гас).
- **1862** год. Бо д`Роша је дефинисао теоријски процес четворотактног мотора и показао да, ради побољшања ефикасности, мотор мора извршити сабијање смеше пре сагоревања.
- **1873.** Француз Амадео Боле (Amedee Bolle), конструише аутобус на парни погон са гуменим точковима. Карактеристике аутобуса: маса 4800 kg, брзина кретања 36 km/h.



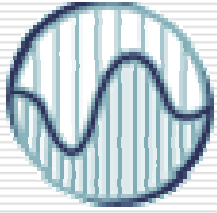
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

- **1876.** год. Ото Николаус реализује први гасни клипни мотор који је радио по четворотактном принципу, са сабијањем гасне смеше и упаљењем помоћу електричне варнице, тако да је поседовао релативно повољан степен корисности. Такав мотор наставио је да се усавршава све до данашњих дана.
- **1878.** Фабрика гасних мотора „Дојц” (Deutz), са својим конструктором Николаус А. Ото (Nikolaus August Otto), презентује на светској изложби у Паризу гасни четворотактни мотор са унутрашњим сагоревањем са електричним паљењем смеше на крају процеса компресије. Степен корисности је износио око 15 %.
- **1882.** год. Клерк је реализовао гасни мотор који је радио у два такта.
- **1887.** год. Даимлер и Бенз су искористили клипни мотор за покретање путничког аутомобила, након чега је уследио брз развој мотора.



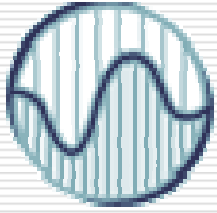
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

- ❑ **1883.** Готлиб Даимлер (Gottlieb Daimler) конструише први мотоцикл са бензинским мотором.
- ❑ **1884.** Николаус А. Ото конструише нисконапонско електромагнетско паљење смеше у мотору.
- ❑ **1885.** Возило француске фирме „De Dion-Bouton”, на три точка са пнеуматима, развија брзину од око 70 km/h.
- ❑ **1886.** Карл Бенц (Karl Benz) 29. јанура, приказује свој прототип кочија на три точка (точкови су такође без пнеуматика). Мотор има варнично паљење смеше, за шта је Бене добио патент бр. 37435 [Mercedes Benz Museum].
- ❑ Тек конструкција возила са 4 точка и побољшаним варничним паљењем, може да се сматра почетком "серијске" производње и продаје овог возила под називом „Velo” за тадашњих 2200 немачких марака.
- ❑ У периоду од 1894. до 1902. год. произведено је око 1200 комада. Ово возило је имало мотор снаге 1,5 KS и развијало је око 20 km/h;



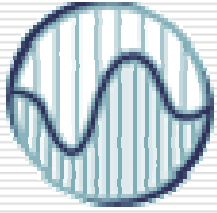
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

- **1886.** Готлиб Даимлер конструише "путничке кочије" (точкови без пнеуматика) које су се кретале брзином од око 16 km/h. Карактеристике овог брзоходог мотора су: паљење смеше посредством усијане главе, запремина 462 cm³, снага 0,8 KS, број обртаја 700 мин⁻¹;
- **1887.** Готлиб Даимлер у својој радионици конструише шинско возило;
- **1888.** Скот Џон Данлоп (John Boyd Dunlop) патентира пнеуматик;
- **1888.** Арман Пежо (Armand Peugeot) у постојећој фирми „Пежо“ у Француској почиње прототипску производњу путничког трицикла, а већ 1890. возила са четири точка;
- **1889.** Camile Jenatzy, брзином од 109 km/h поставља у Америци светски рекорд у брзини електричним батеријским аутомобилом.



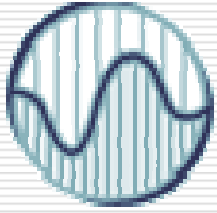
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ КЛИПНИХ МОТОРА СУС (МОТОРА СУС)

- **1890.** год. Рудолф Дизел поставља теоријске поставке циклуса мотора са самопаљењем путем сопствене енергије сабијања свежег пуњењења.
- **1892.** год. Рудолф Дизел реализује први дизел-мотор који је радио по претходно описаном циклусу и дозира гориво путем убризгавања у цилиндар са претходно сабијеним ваздухом до температуре изнад самопаљења горива. Прва успешна конструкција (са задовољавајућим степеном корисности од око 26 %) остварена је тек 1897. године у фирми "МАН". Мотор је снаге 13,1 kW и запремине 15,2 l.



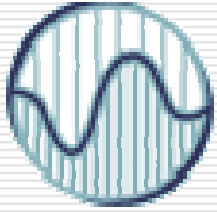
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ КЛИПНИХ МОТОРА СУС (МОТОРА СУС)

- **1892.** Инжењер Виљем Мајбах (Wilhelm Maybach), у сарадњи са Gotlibom Daimlerom, конструише двоцилиндрични мотор „Феникс” (Phoenix), са издувним вентилима управљаним брегастим вратилом. Истовремено Мајбах конструише брызгач бензина - претечу карбуратора. Мајбах, додуше знатно касније, такође први конструише и хладњак мотора у облику саћа, као претечу савремених хладњака.



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

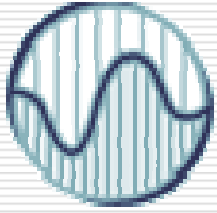
- **1896.** Фирма Даимлер конструише први теретни камион укупне масе од 5 тона, носивости 1,5 тона, са дрвеном шасијом, максималне брзине кретања 12 km/h. Мотор је бензински, уграђен испод пода возила, двоцилиндрични, запремине 1060 cm³ и снаге 4 KS, 700 мин-1.
- **1899.** Фирма „Daimler-Werke“ на предлог аустријског трговца Јелинека, гради нови тип путничког возила, најбољег возила тога времена. Овај модел назива се по имену Јелинекове ћерке Мерцедес. Од тада до данас је име „Мерцедес“ и синоним за назив фирме "Даимлер".
- 1956 год. Феликс Ванкел реализује први ротациони мотор који је комерцијално прихватљив и конкурентан постојећим клипним моторима.



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)



Daimler- Benz 1886.

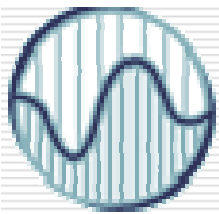


ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)



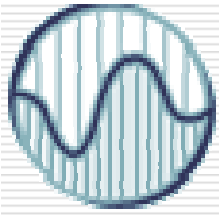
9/19/2018 6:37 PM

Clinton Edgar Woods 1916



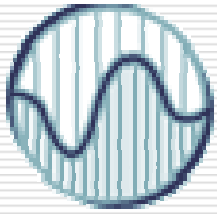
ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

- ❑ **1898.** Фирма „Leopold Klement“, касније названа „Škoda“, у Младој Болеслави - Чешка (тадашња Аустроугарска), почиње са производњом бицикала, потом и мотоцикала, да би коначно прешла на производњу у тешкој машиноградњи (мотора, аутомобила, топова и сл.)
- ❑ **1899.** Adam **Opel** у Риселсхајму (Rüsselsheim) – Немачка, почиње са радом
- ❑ **1899.** оснива се фирма „**ФИАТ**“ у Торину (Италија)
- ❑ **1903.** оснивање „**Ford-Motor-Company**“ у Америци
- ❑ **1904.** фирма „**Rols-Rojs**“ (**Rolls-Royce**) гради најлуксузније аутомобиле тога времена.
- ❑ **1908.** Henri Ford (Henri Ford), у својој фабрици „Ford“ у Америци, први пут уводи производну текућу траку. За две године производње „народног возила“, модел „Ford T“, популарно назван „Лола“, испоручен је тржишту у преко 15 милиона комада.
- ❑ **1910.** у фирми „**Audi**“ у Немачкој почиње, такође, производња аутомобила.



ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ МОТОРНИХ ВОЗИЛА (МОТОРА СУС)

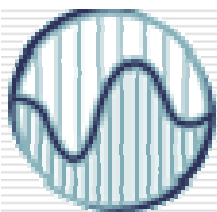
- ❑ **1926.** Gotlib Daimler и Karl Benz спајају своје фирме и почиње производња возила под именом „ **Daimler Benz**”.
- ❑ **1932.** У Немачкој почиње са радом фирма „ Auto Union” спајањем фирми Wanderer”, „Audi”, „Horch” i „DKW”. Ова фирма у другој половини XX. века, заједно са фирмом „ NSU”, бива “претопљена” у концерн „ **Wolks Wagen**” (првобитна фирма **VW основана је тек 1938. године**).
- ❑ **1936.** Професор Ledvinka у фабрици „Tatra” (Чехословачка) конструише камион са независно ослоњеним точковима.
- ❑ **1938.** У Немачкој, у фирми Folksvagen” (Wolkswagen), Ferdinand Porše (Ferdinand Porsche) конструише аутомобил „бубу - (Käfer)”, са основним циљем да производња буде јефтина (путнички аутомобили за народ), одакле и потиче име (Volks – народни Wagen - аутомобил).
- ❑ **1950.** У фабрици „ Rover” Енглеска, конструише се возило са гасном турбином.
- ❑ **1954.** У фабрици „Citroen” (Citroën), серијски је произведено возило са хидропнеуматским ослањањем и подешавањем висине (Patent Anri Citroën).



Идентификација моторног возила

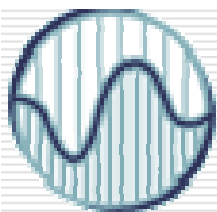
- Свако новопроизведено возило мора да има тзв. VIN ознаку (Vehicle Identification Number). Садржај VIN ознаке прописан стандардом ISO 3779:1983

Standard ISO 3779	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	WMI			VDS						VIS							
Evropska Unija i Severna Amerika > 500 vozila / godišnje	Identifi- kacija proizvo- đača			Opisni deo vozila					Kontrolni broj	Godina modela	Kod fabrike	Serijski broj proizvođača					
Evropska Unija i Severna Amerika < 500 vozila / godišnje	Identifi- kacija proizvo- đača			Opisni deo vozila					Kontrolni broj	Godina modela	Kod fabrike	Oznaka proizvođača				Serijski broj proizvođača	



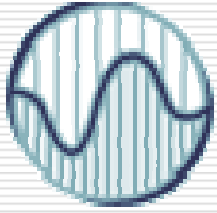
Идентификација моторног возила

VIN- Vehicle Identifications Number (17 alfanumeričkih oznaka)		
Primer oznake firme Mercedes:		
 WDB 201 024 1A 447874 		
WMI tri oznake	VDS šest oznaka	VIS- osam oznaka
WDB	201 024	1 A 447874
<i>Prva oznaka je za geografsku zonu</i> 1,2,3,4,5- Severna Amerika 6,7- Australija i N. Zeland 8,9,0- Južna Amerika A,B,C,D,E,F,G,H- Afrika J,K,L,M,N,P,R- Azija S,T,U,V,W,X,Y,Z- Evropa	<i>Ovde može da bude 6 slova i cifara koje pružaju više podataka o vozilu i motoru kao što su serija, tip karoserije, tip motora, broj osovina, bruto masa i slično.</i>	<i>Treća grupa oznaka daje više podataka o modelu i sadrži fabrički broj.</i>
<i>Oznaka na drugom mestu definiše zemlju u toj geografskoj zoni (D - za Nemačku i td.).</i>	<i>Gornji primer:</i> 201- Mercedes Benz 190 024- modeli 190 E od 1983 do 1991.	<i>Gornji primer:</i> 1 - volan na levoj strani; A- pogon u Sindelfingenu;
<i>Treća oznaka ukazuje na proizvođača iz te zemlje (B- Mercedes).</i>		447874- serijski broj

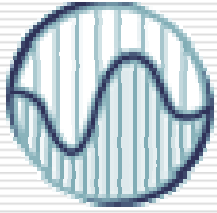


Идентификација мотора

Označavanje oto i dizel motora kod firme "Opel"					
X	17	D	T	L	(Primer za dizel motor)
					Konstruktivne specifičnosti
					Modifikacije (Design Specifics)
					Sistem za napajanje gorivom
Radna zapremina motora x 10 u litrima					
Ekološki propisi koje motor ispunjava					
Konstruktivne specifičnosti (Design Specifics)					
C	CR- Common Rail ¹⁾				
F	Federal Car Fleet				
H	High Output/Charge	1	Fam.I- Engine ¹⁾		
I	DI- direktno ubrizgavanje ¹⁾	2	Fam.II -Engine ¹⁾		
J	Regulisana snaga (Adjusted Power)	3	L850 - Engine ¹⁾		
K	Kompres	¹⁾ -Samo radi razlikovanja motora			
L	Niska snaga/Nadpunjenje	Oznake za sisteme napajanja gorivom			
P	Port Deactivation	F	Ubrizgavanje benzina u usisni vod motora (pojedinačno)		
R	Raised Performance (Forsirani)	Z	TBI- centralno ubrizgavanje		
S	Super Charger (Visoko nadpunjenje)	V	Karburator		
T	Turbo	D	Dizel motori		
V	Volume Model	G	GDI- direktno ubrizgavanje benzina u cilindre		
Ekološki propisi koje motor ispunjava					
	Bez oznake ECE 15.04	Y	EC 2000		
X	ECE 15.04	Z	EC 2005		
C	US 83 (Catalytic Converter)	L	LEV		
E	Euronorm	U	ULEV		
X	EC 96 (US 93/94)	0	ZEV		

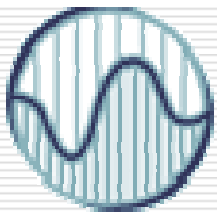


2. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ О МОТОРИМА СУС

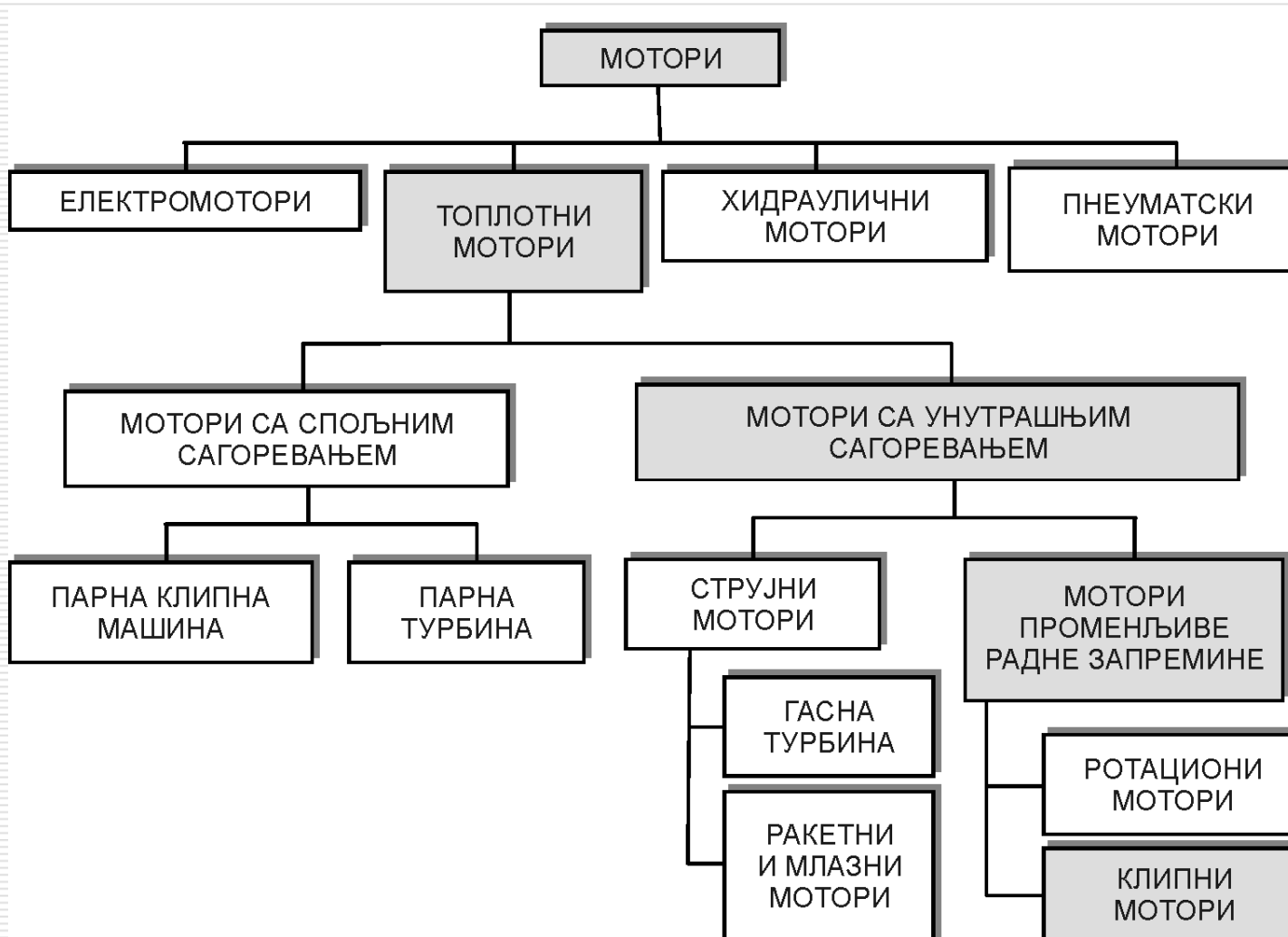


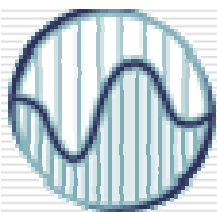
ДЕФИНИЦИЈА МОТОРА

- **Мотор:** погонска машина која неки вид енергије претвара у механички рад
- Зависно од тога који вид енергије се претвара у механички рад, може се разликовати неколико врста мотора: електромотори, топлотни мотори, хидраулични мотори, пнеуматски мотори итд.
- **Мотор СУС:** топлотни мотор код којег продукти сагоревања, вишег енергетског потенцијала створеног након ослобађања топлоте, својим директним дејством остварују механички рад.

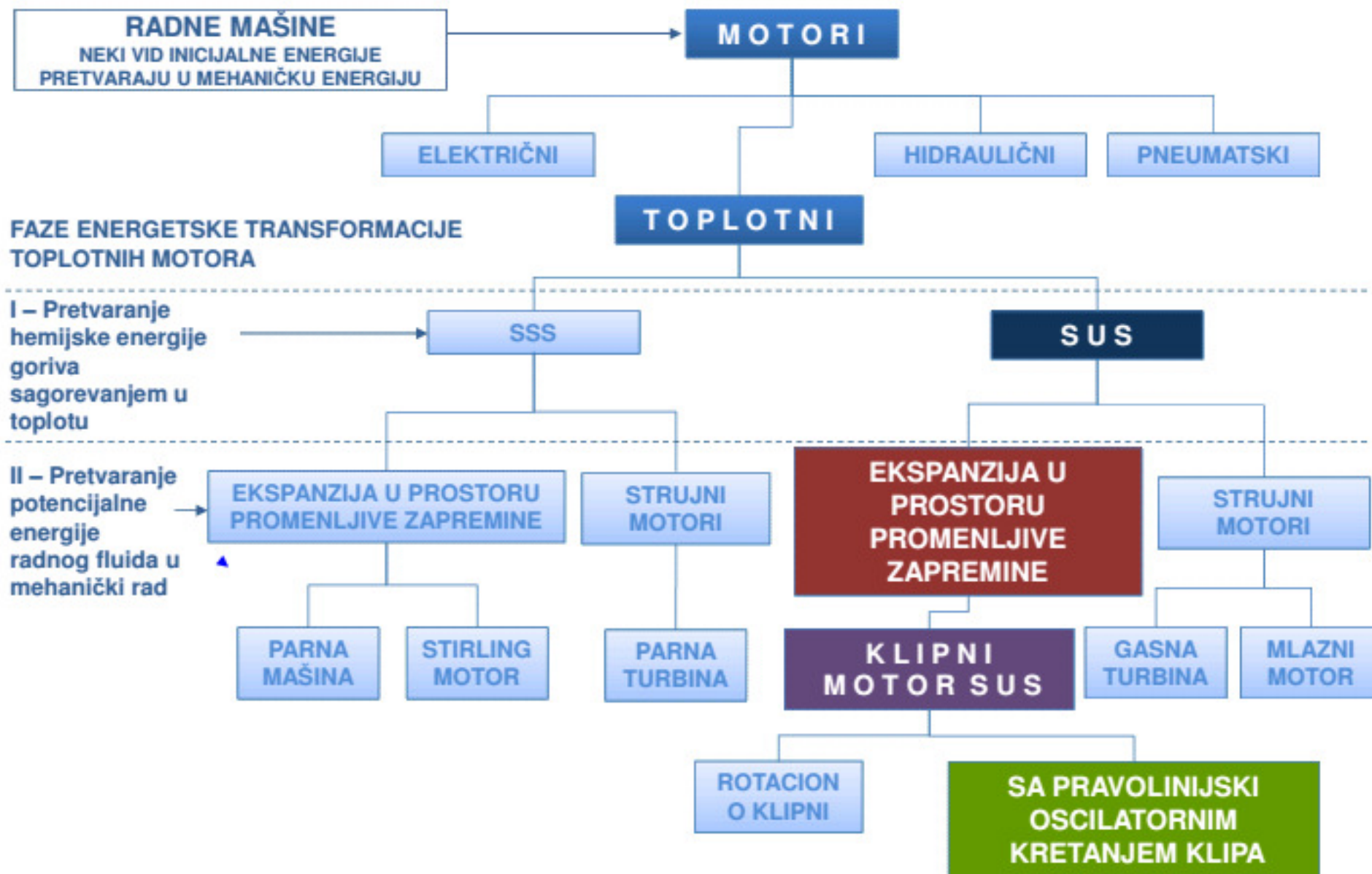


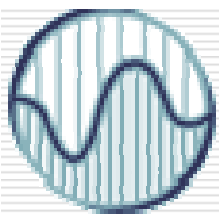
ДЕФИНИЦИЈА МОТОРА





Класификација мотора





Класификација мотора СУС

OSNOVNA KLASIFIKACIJA MOTORA

RADNI CIKLUS
(izmena radne materije)

FORMIRANJE SMEŠE

VRSTA GORIVA

NAČIN UPALJENJA

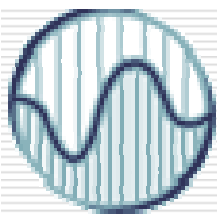
NAČIN PUNJENJA

**REGULACIJA
OPTEREĆENJA**

**KONSTR.
KARAKTERISTIKE**

NAČIN HLAĐENJA

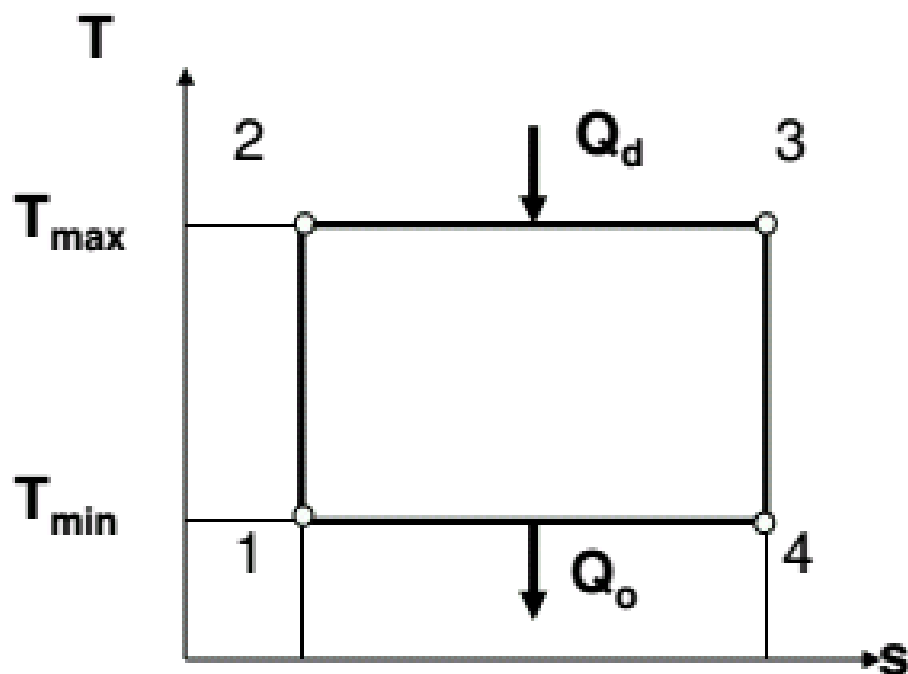
OBLAST PRIMENE



Уводна разматрања

Термодинамичке основе

Карноов циклус (1824)

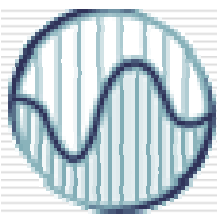


$$T = 2500 \text{ K}, T_0 = 293 \text{ K}, \eta_t = 0,883$$



N. L. S. Carnot
(Nicolas Léonard Sadi Carnot,
1796–1832)

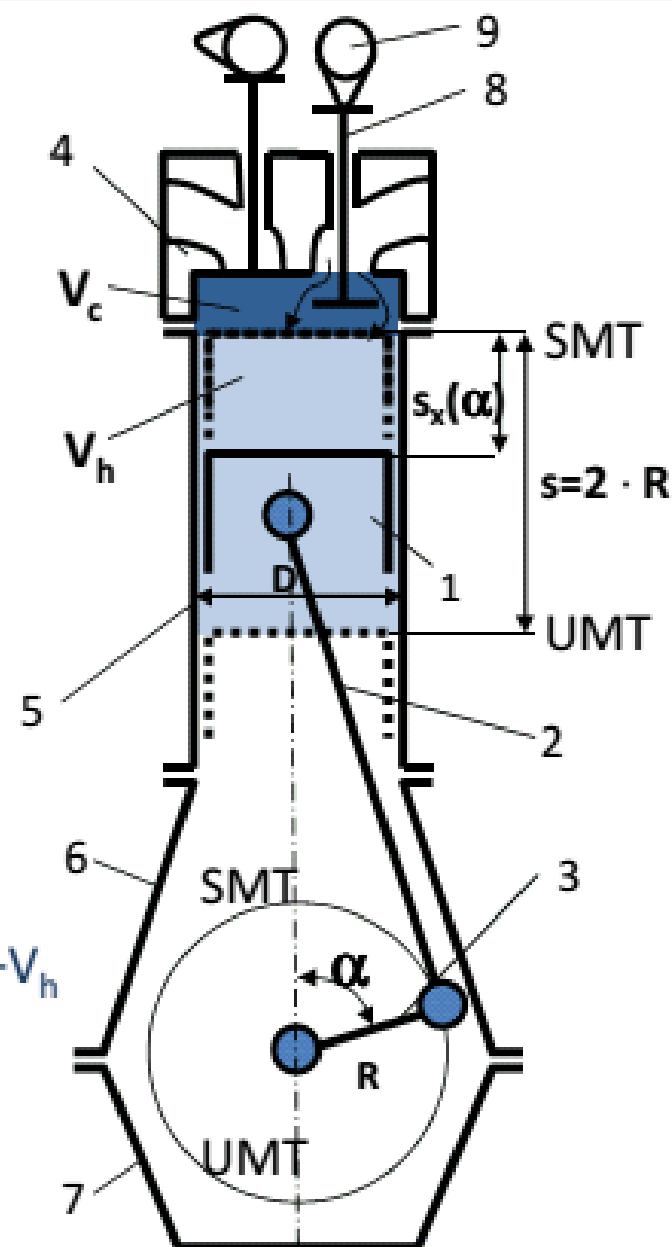
$$\eta_t = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$$

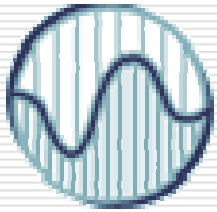


Основне карактеристике клипних мотора

V_c	kompresiona zapremina
$A_k = D^2 \pi / 4$	poprečni presek klipa
$s = 2 \cdot R$	ukupni hod klipa
$V_h = s \cdot A_k$	radna zapremina
$s_x(a)$	tekući hod klipa
$V(a) = V_c + s(a) \cdot A_k$	tekuća zapremina
$e = V_{\max} / V_{\min} = (V_c + V_h) / V_c$	stepen sabijanja

$$V_{\min} = V_c, \quad V_{\max} = V_c + V_h$$





Основне карактеристике клипних мотора

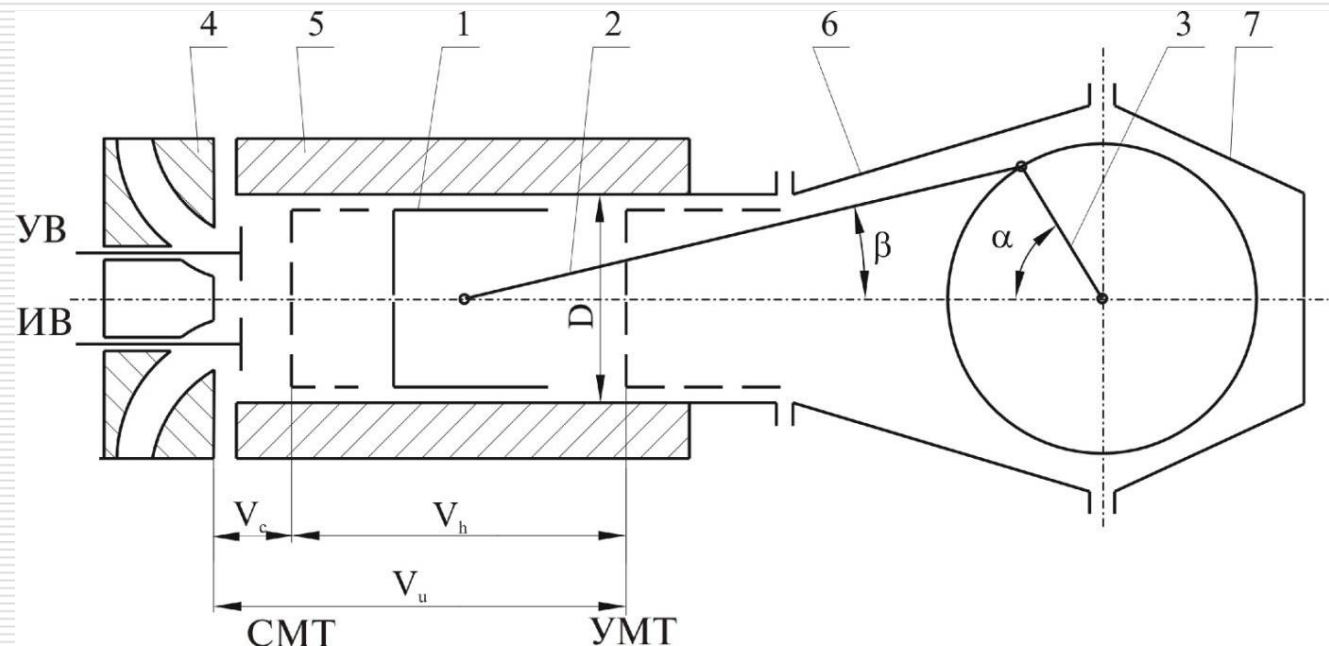
□ *Клипни механизам: механизам који осцилаторно транслаторно кретање клипа претвара у ротационо кретање коленастог вратила*

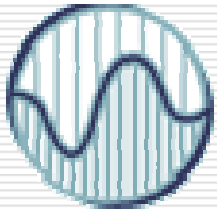
□ *Елементи клипног механизма*

1. *Клипна група (клип)*
2. *Склоп клипњаче (клипњача)*
3. *Коленасто вратило*

□ *Главни непокретни делови*

4. *Глава цилиндра*
5. *Блок цилиндра*
6. *Кућиште мотора*
7. *Доње кућиште (картер)*

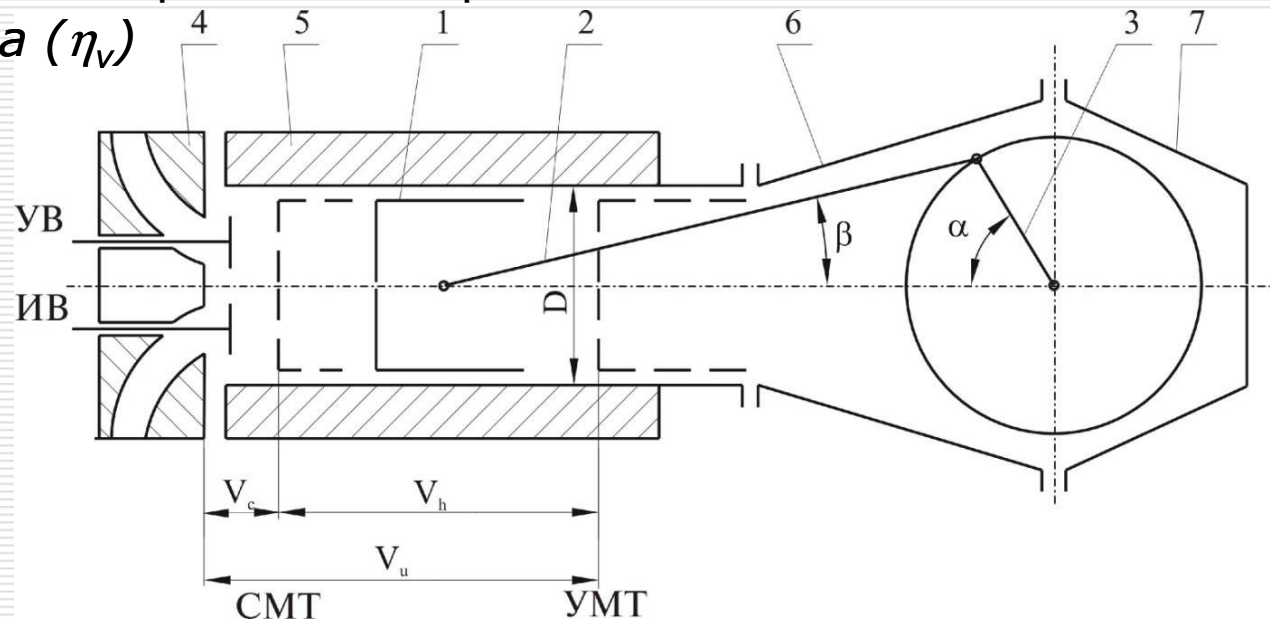


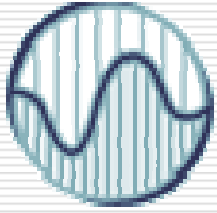


Основне карактеристике клипних мотора

Основни појмови:

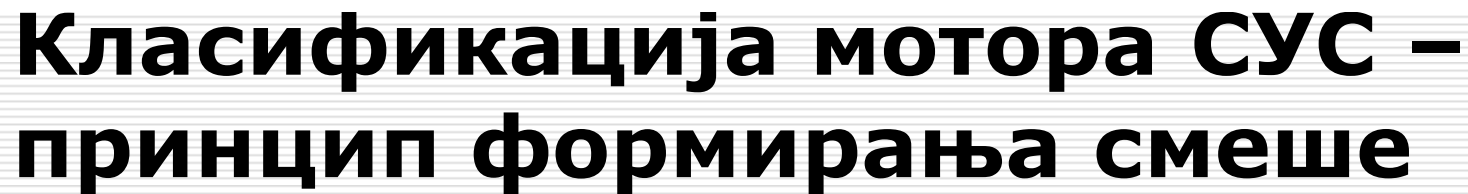
- Спољна мртва тачка (CMT) ; Унутрашња мртва тачка (УМТ)
- Такт: померање клипа од једне до друге мртва тачке
- Ход клипа (S) ; Радна запремина (V_h); Компресиона запремина (V_c); Укупна запремина радног простора (V_u)
- Степен компресије (ε): однос који показује колико је пута већа укупна запремина од компресионе запремине
- Коефицијент пуњења (η_v)



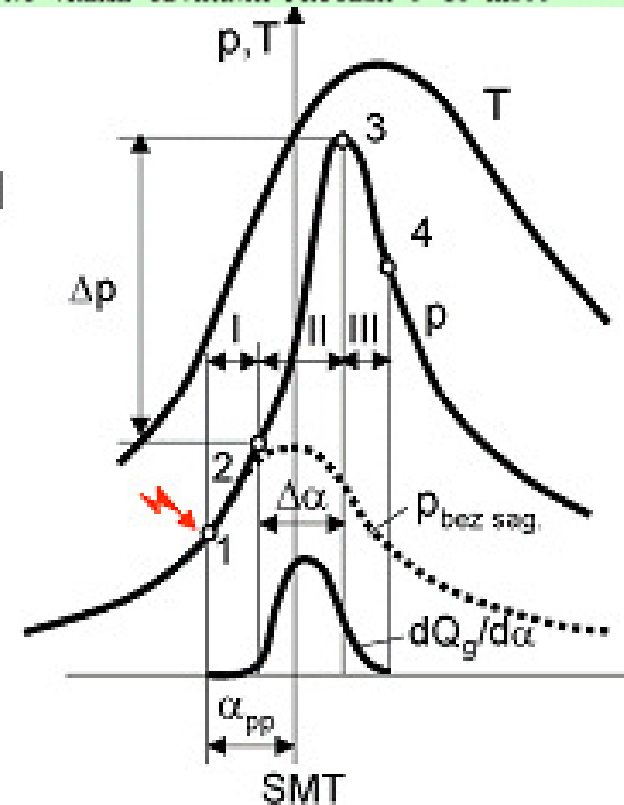
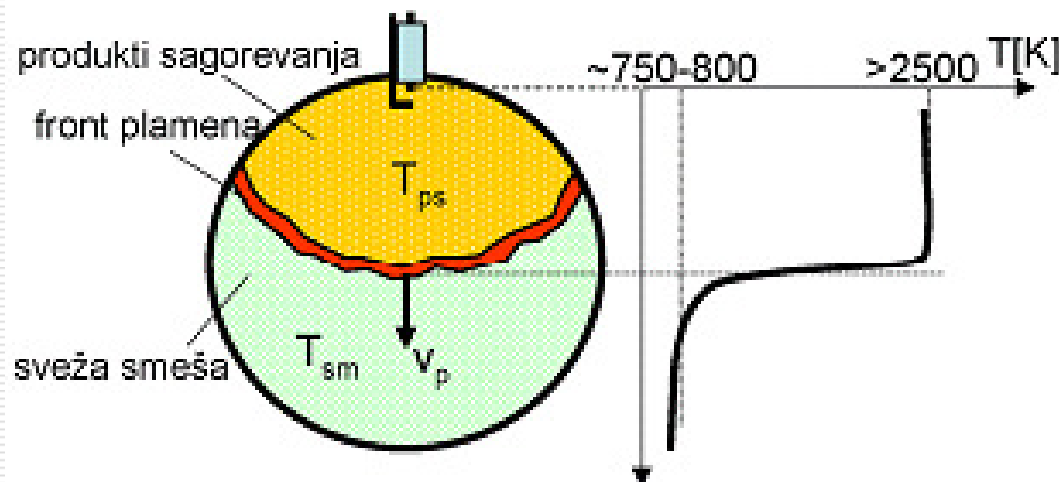


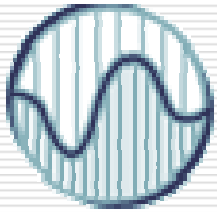
Подела мотора СУС

- Према начину образовања и паљења смеше
 - *ото мотори*
 - *дизел мотори*
- Према начину извођењу процеса пуњења и пражњења радног простора
 - *четворотактни мотори и*
 - *двотактни мотори.*
- Према начину пуњења цилиндара
 - *моторе са природним пуњењем - усисне и*
 - *моторе са принудним пуњењем – натпуњене*
- По броју цилиндара



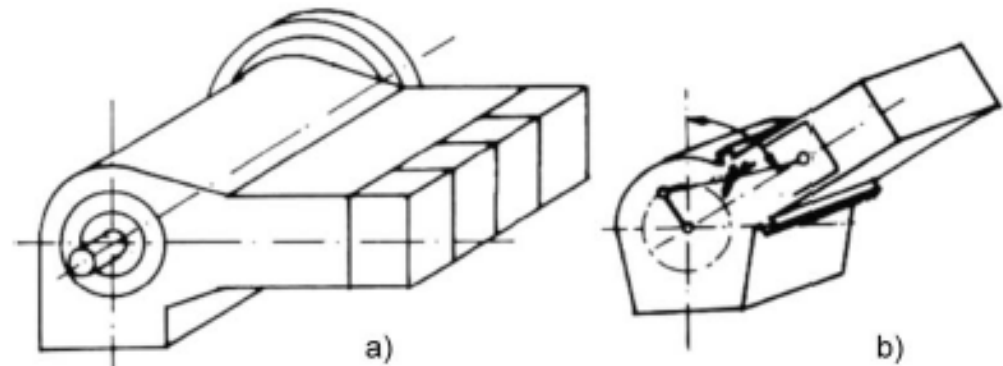
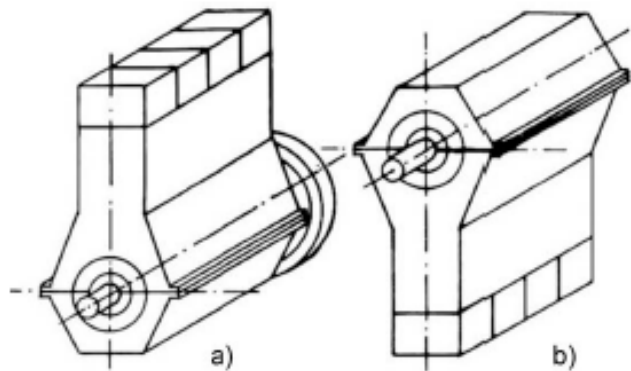
- Унапред припремљена хомогена смеша пали се страном енергијом (електричном варницом)

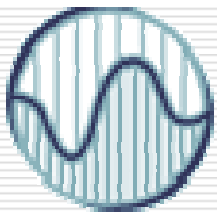




Подела мотора СУС

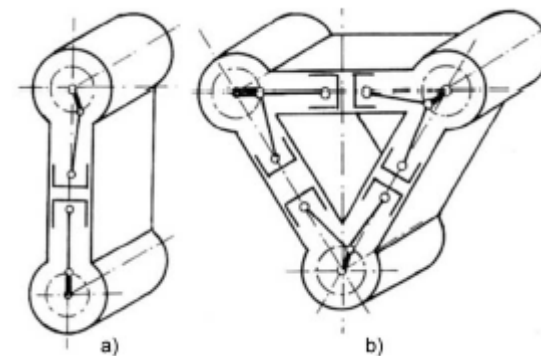
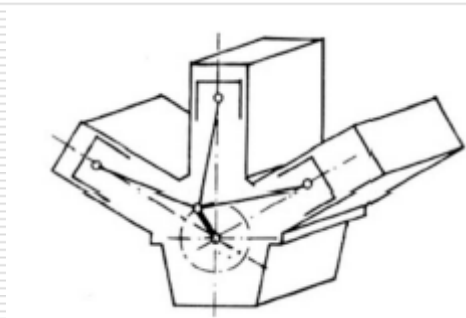
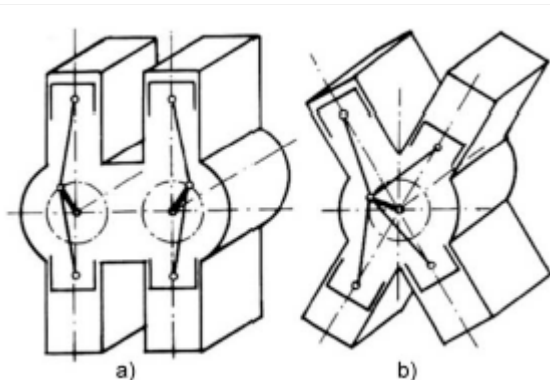
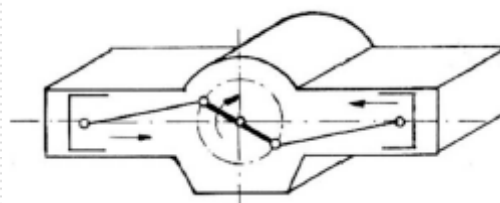
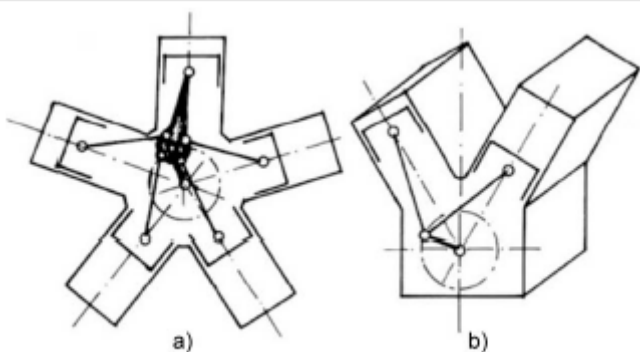
- Према положају цилиндара
 - вертикални,
 - хоризонтални, под углом

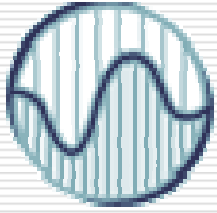




Подела мотора СУС

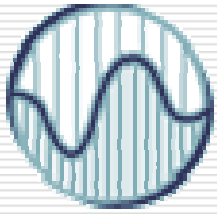
- Према распореду цилиндара
 - *линијски L-мотор*
 - *V-мотор*
 - *боксер мотор*



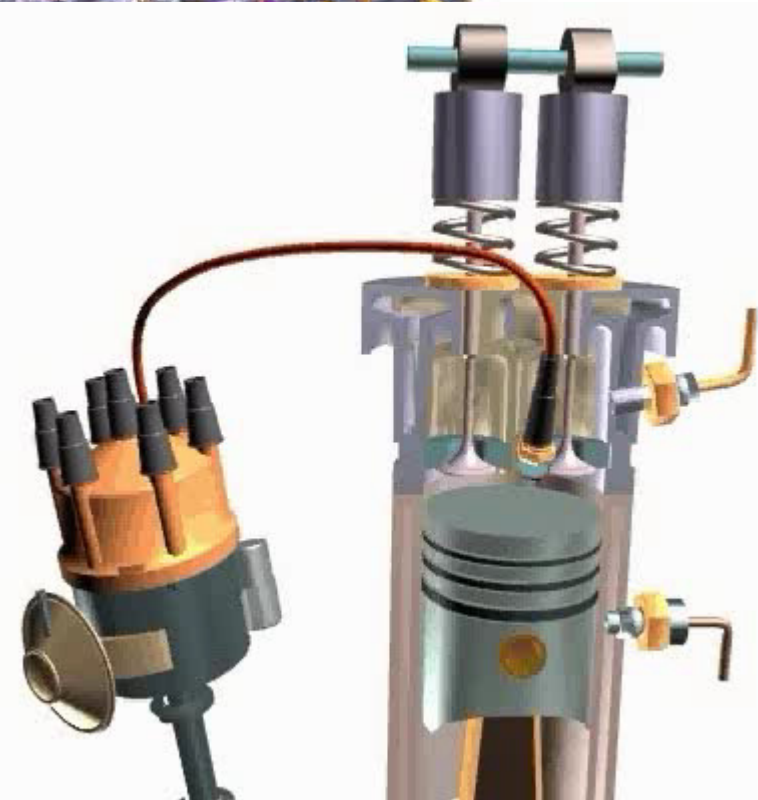
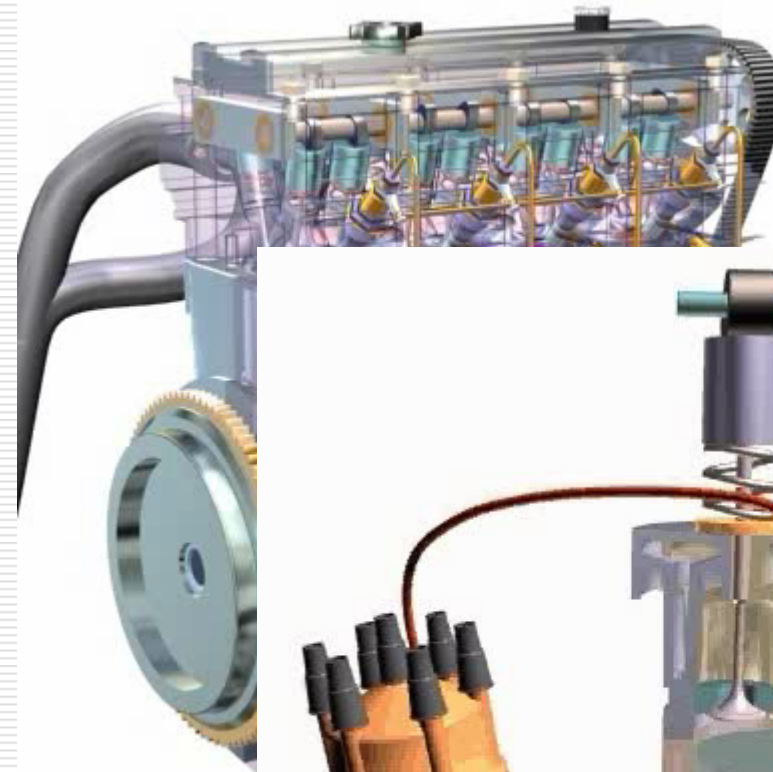
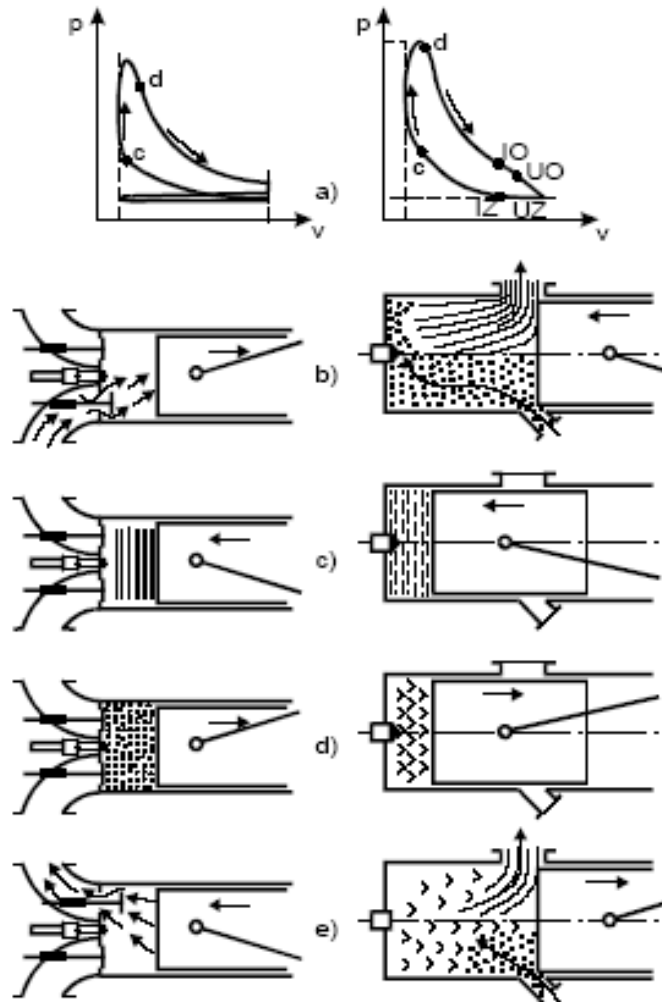


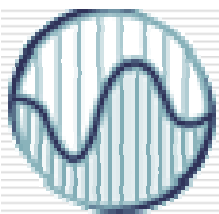
Подела мотора СУС

- Према брзоходости мотора
- Према намени
 - *стационарни, возилски, бродски, авионски, итд.*
- Према врсти хлађења
 - *хлађени ваздухом*
 - *хлађени течношћу,*
- Према врсти коришћеног горива
 - *гасни мотори,*
 - *мотори са течним горивом и*
 - *вишегориви мотори.*

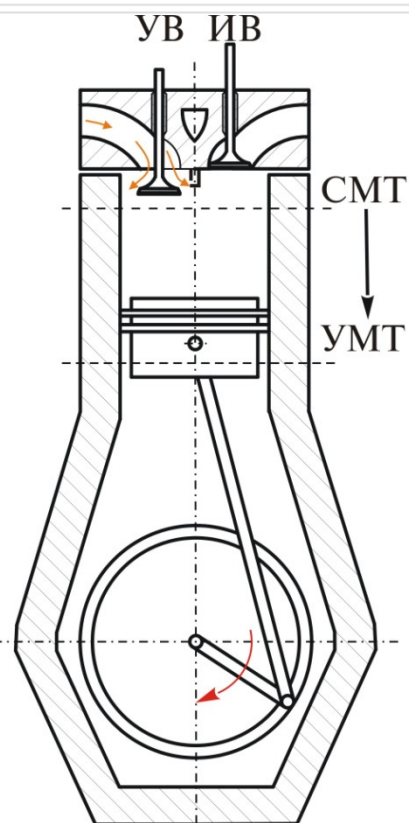


Принцип рада мотора СУС

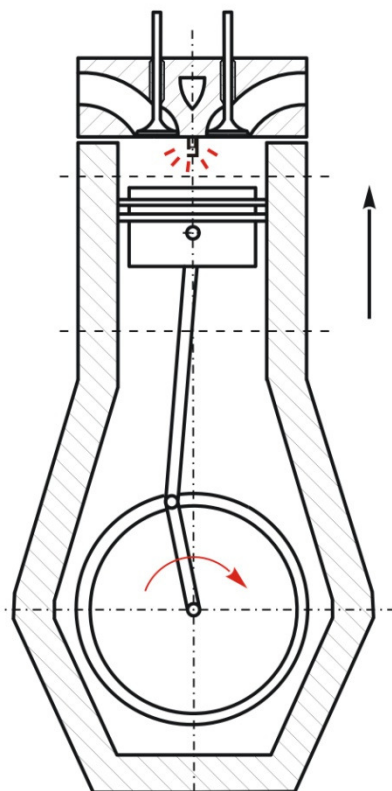




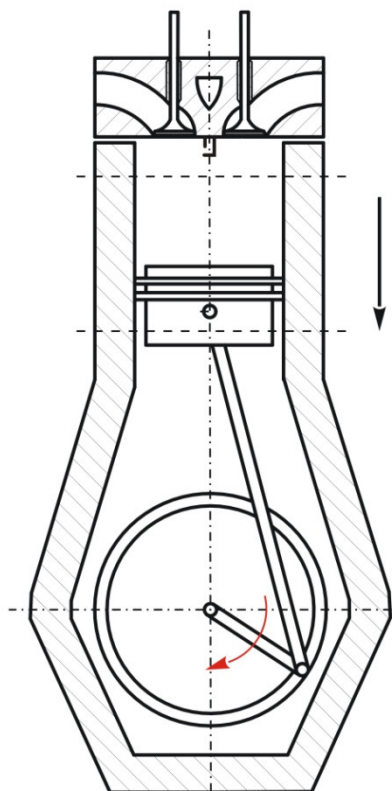
Принцип рада мотора СУС (4 такта)



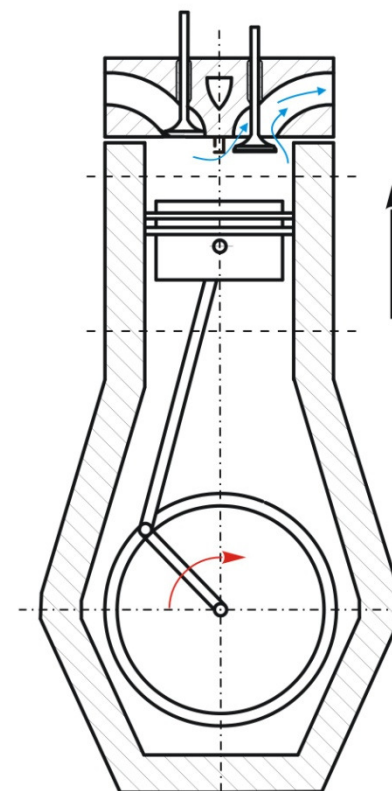
1. УСИСАВАЊЕ



2. САБИЈАЊЕ



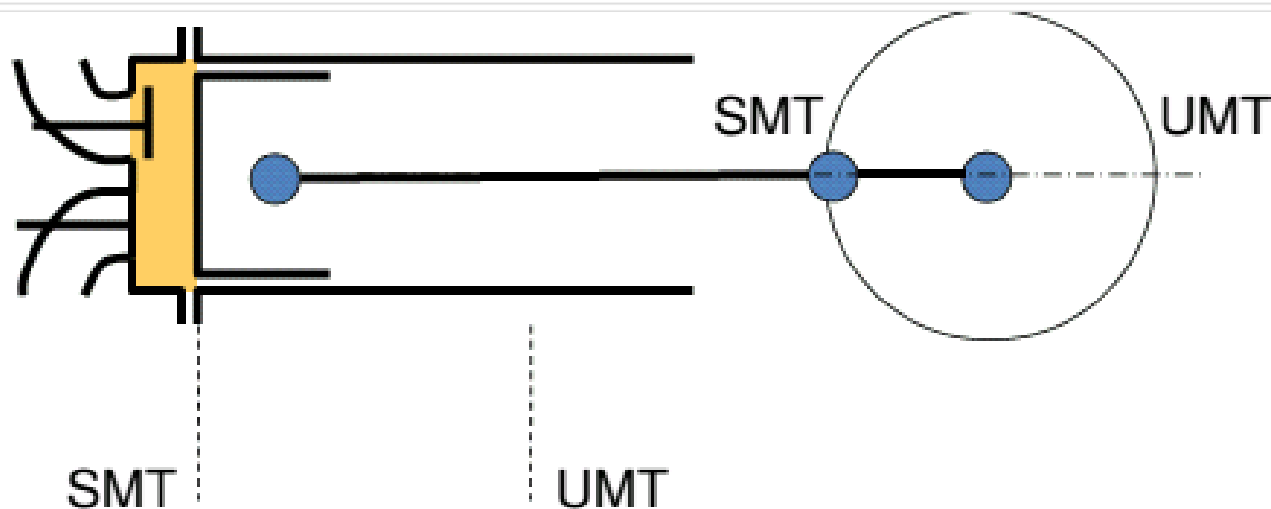
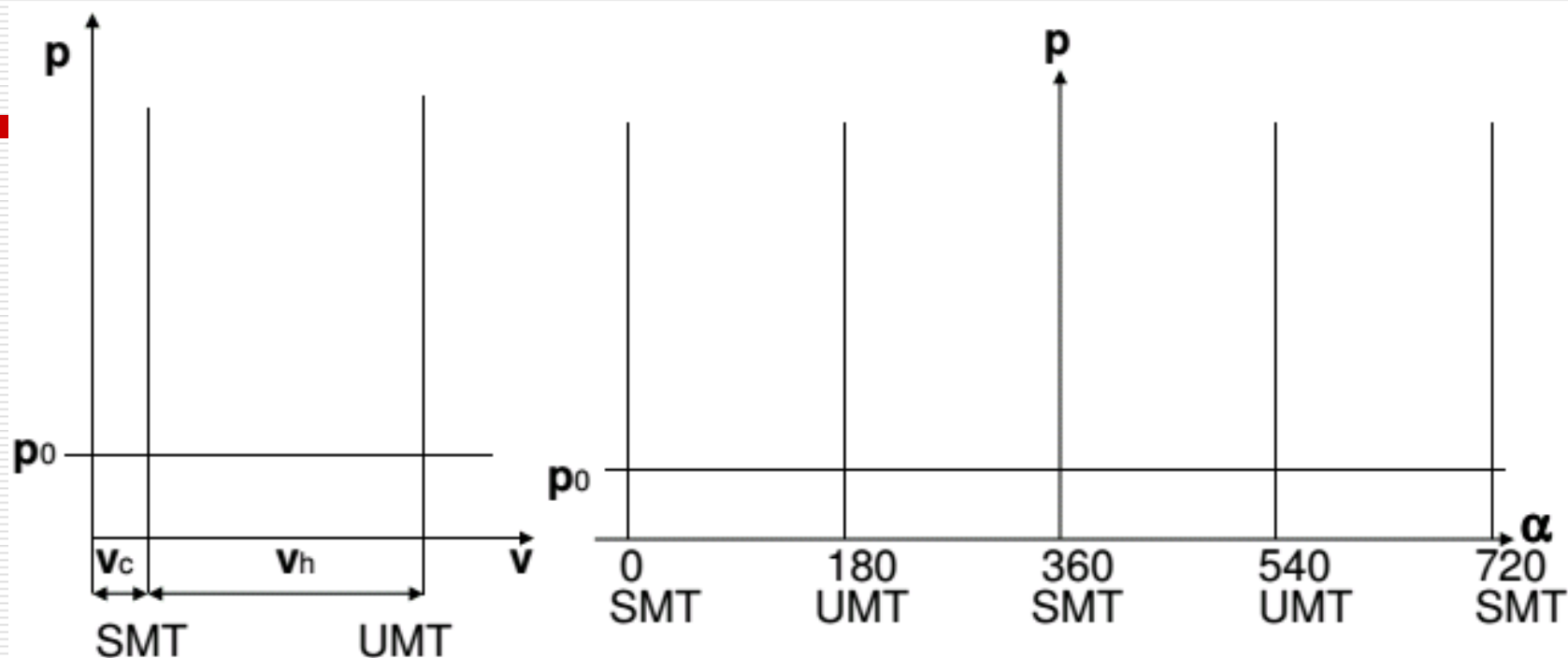
3. ШИРЕЊЕ



4. ИЗДУВАВАЊЕ



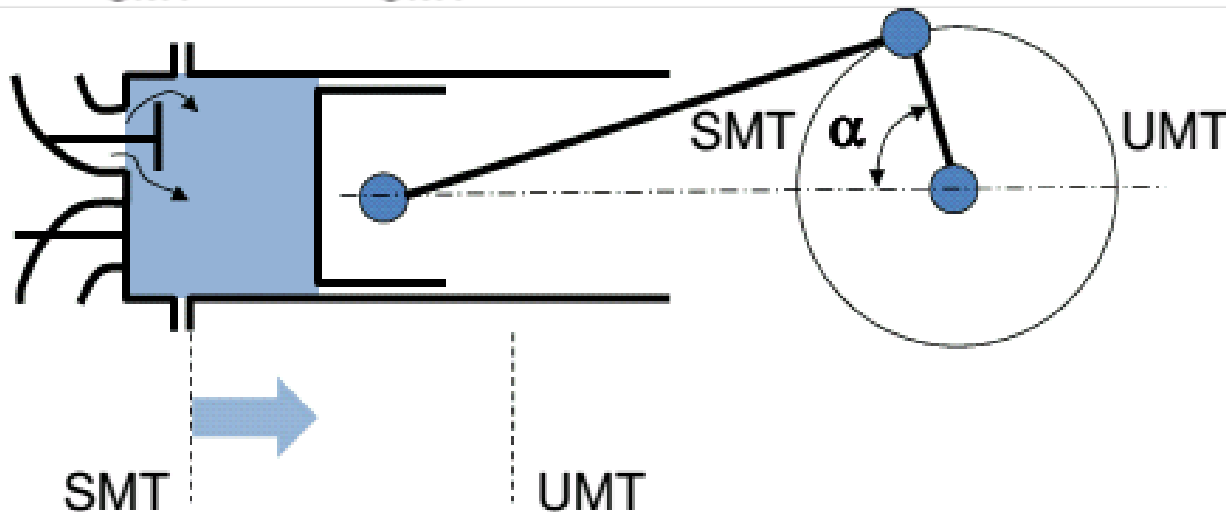
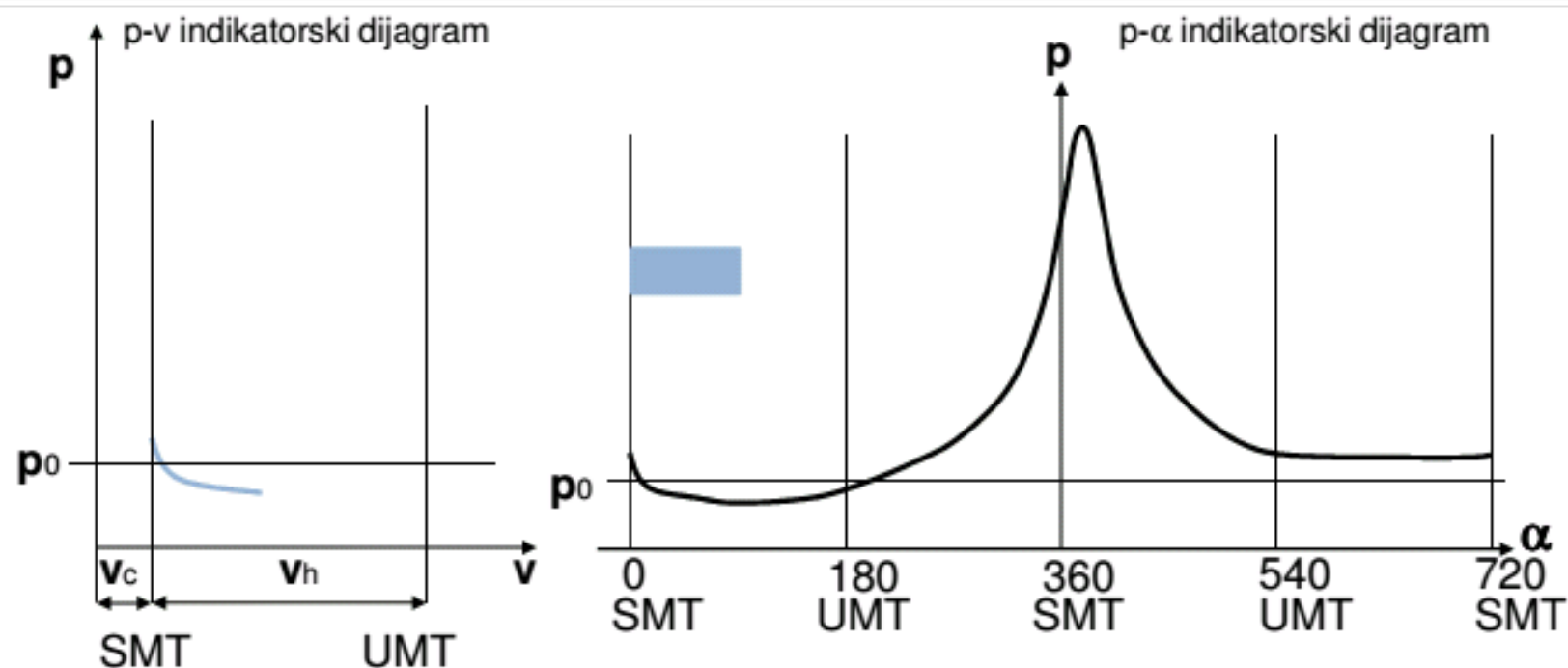
Принцип рада мотора СУС (4 такта)





Принцип рада мотора СУС (4 такта)

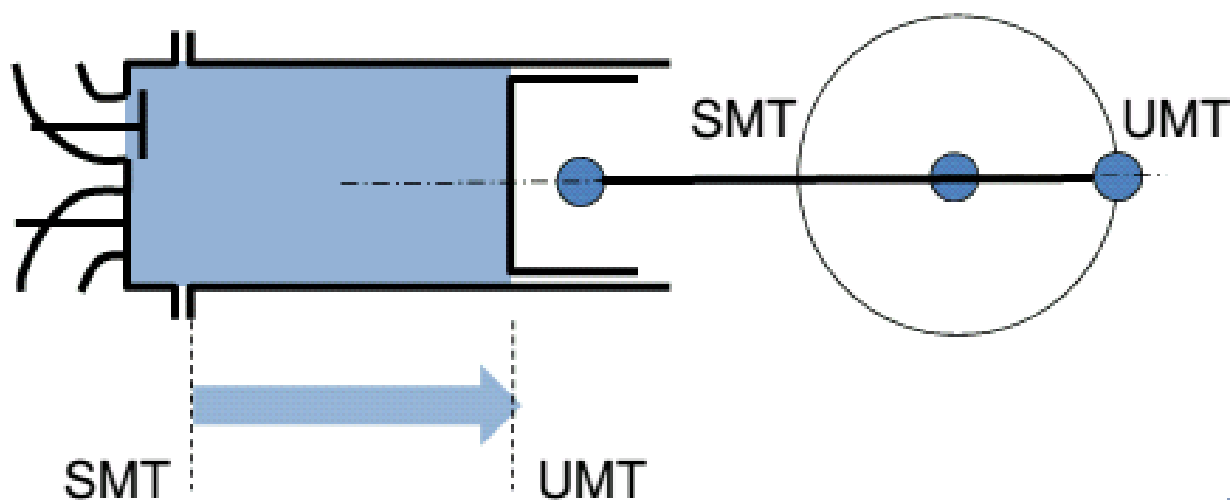
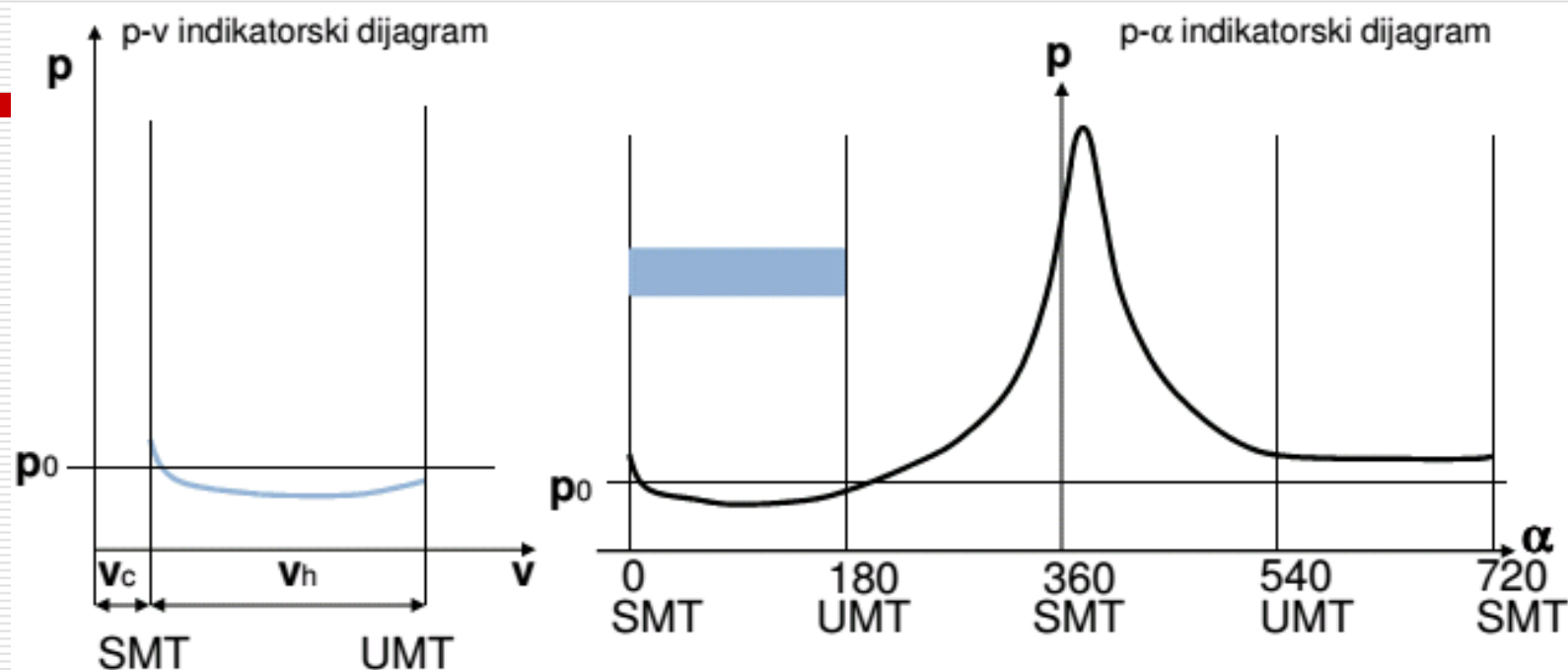
1. Такт - усисавање





Принцип рада мотора СУС (4 такта)

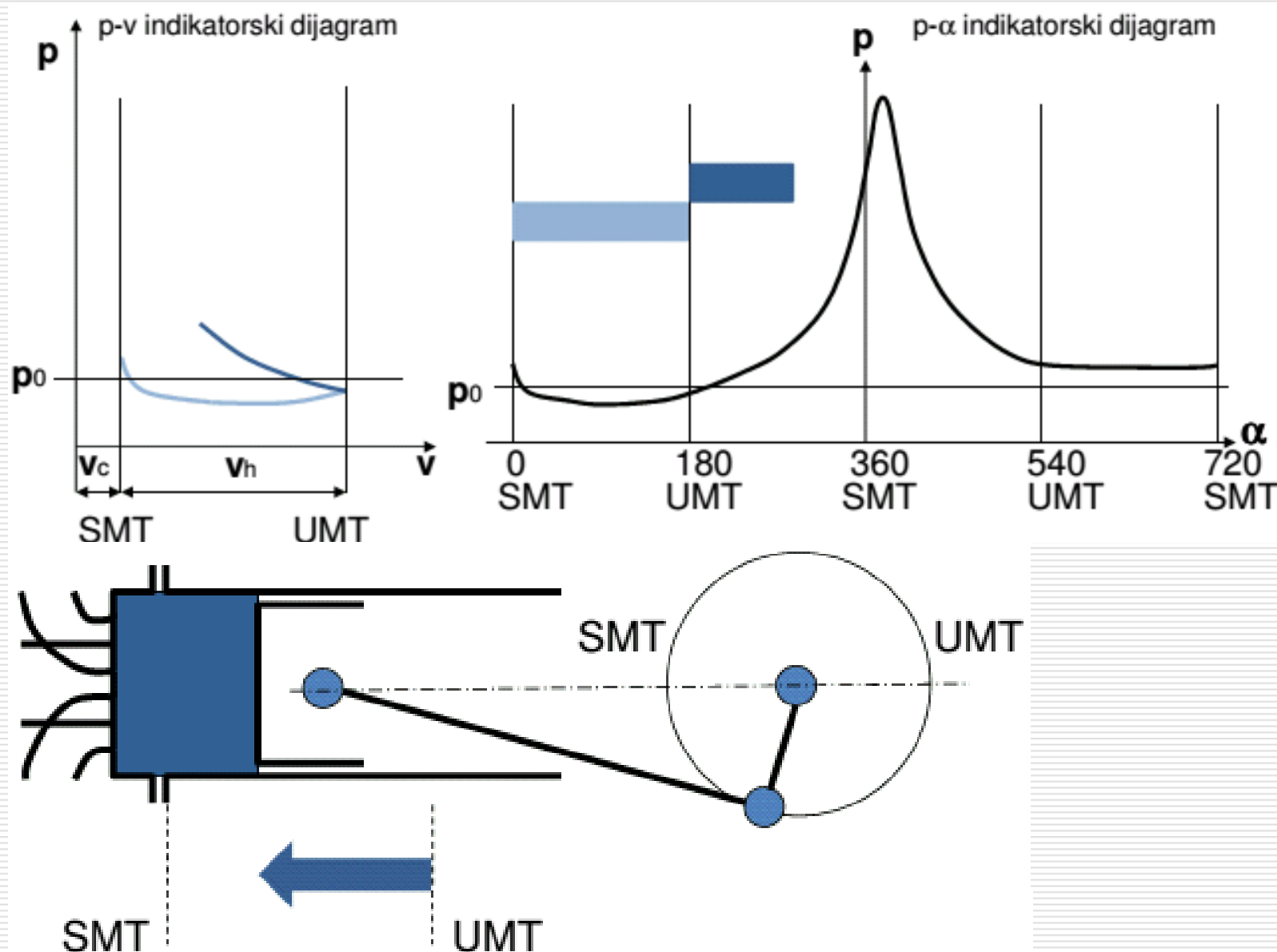
1. Такт - усисавање





Принцип рада мотора СУС (4 такта)

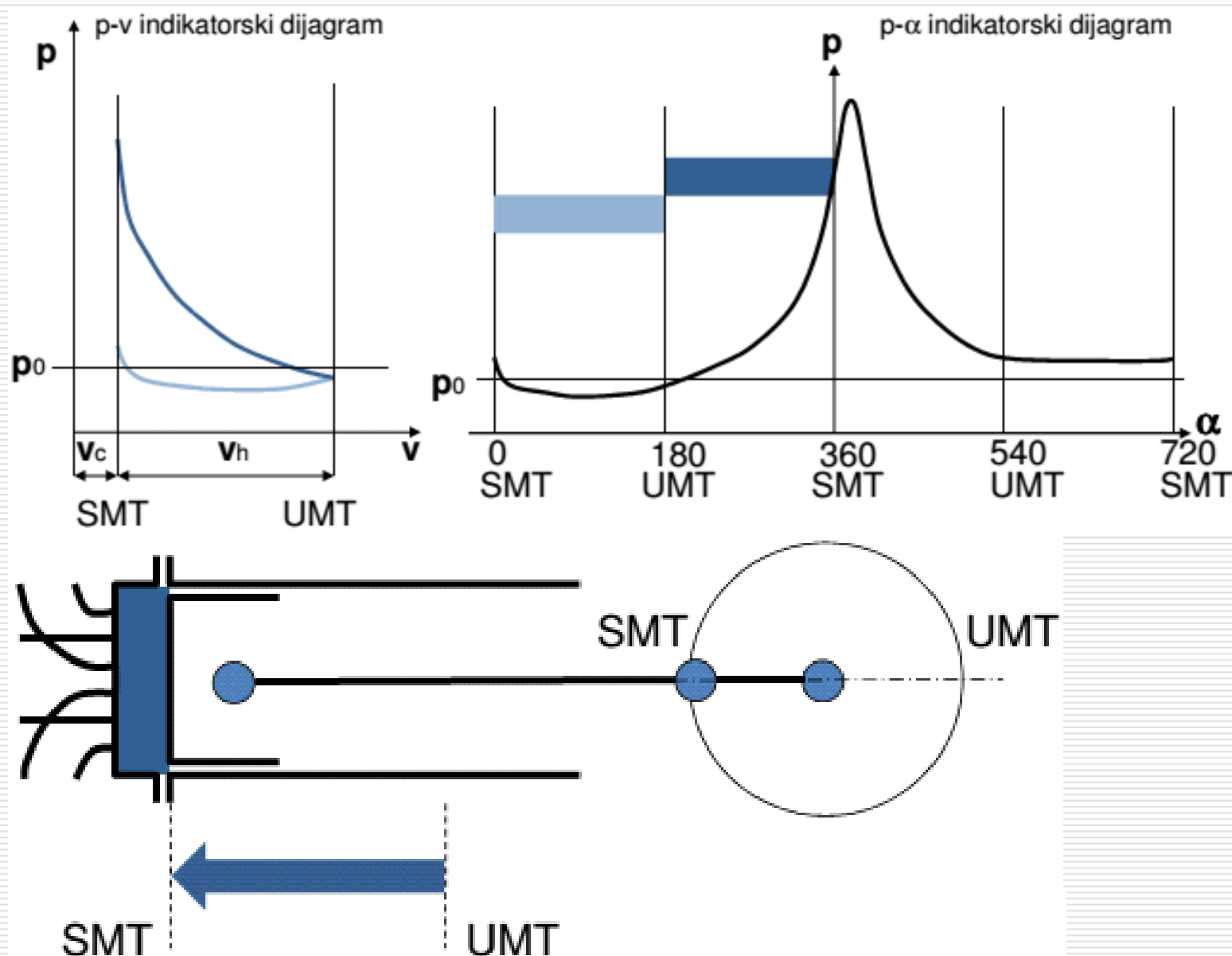
2. Такт - сабијање

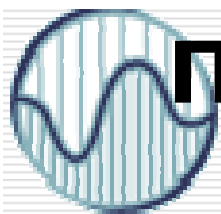




Принцип рада мотора СУС (4 такта)

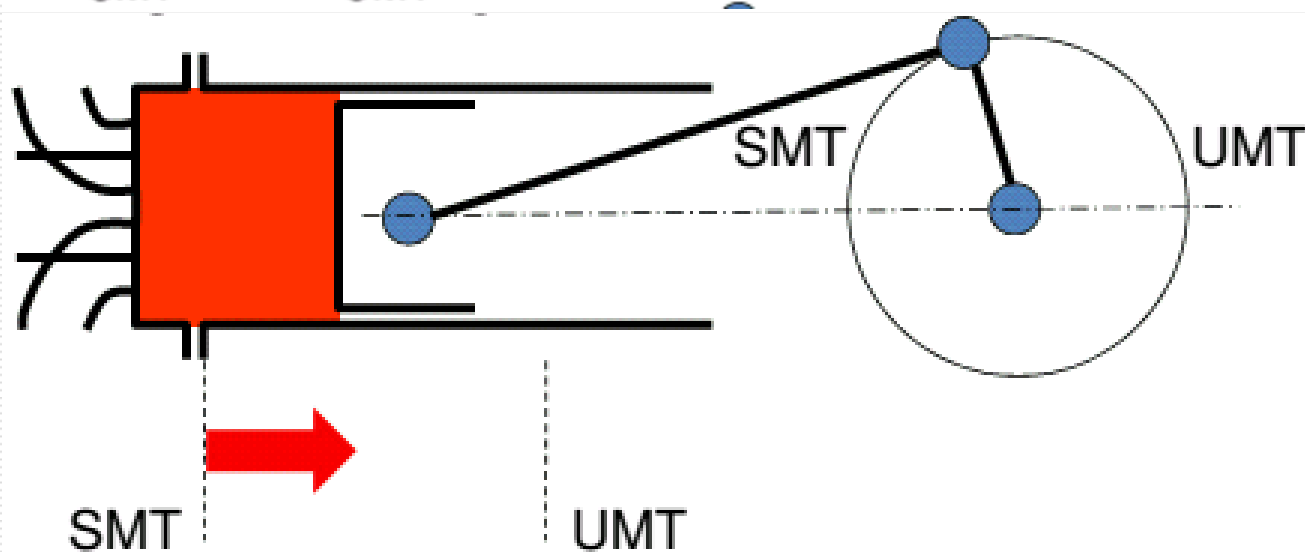
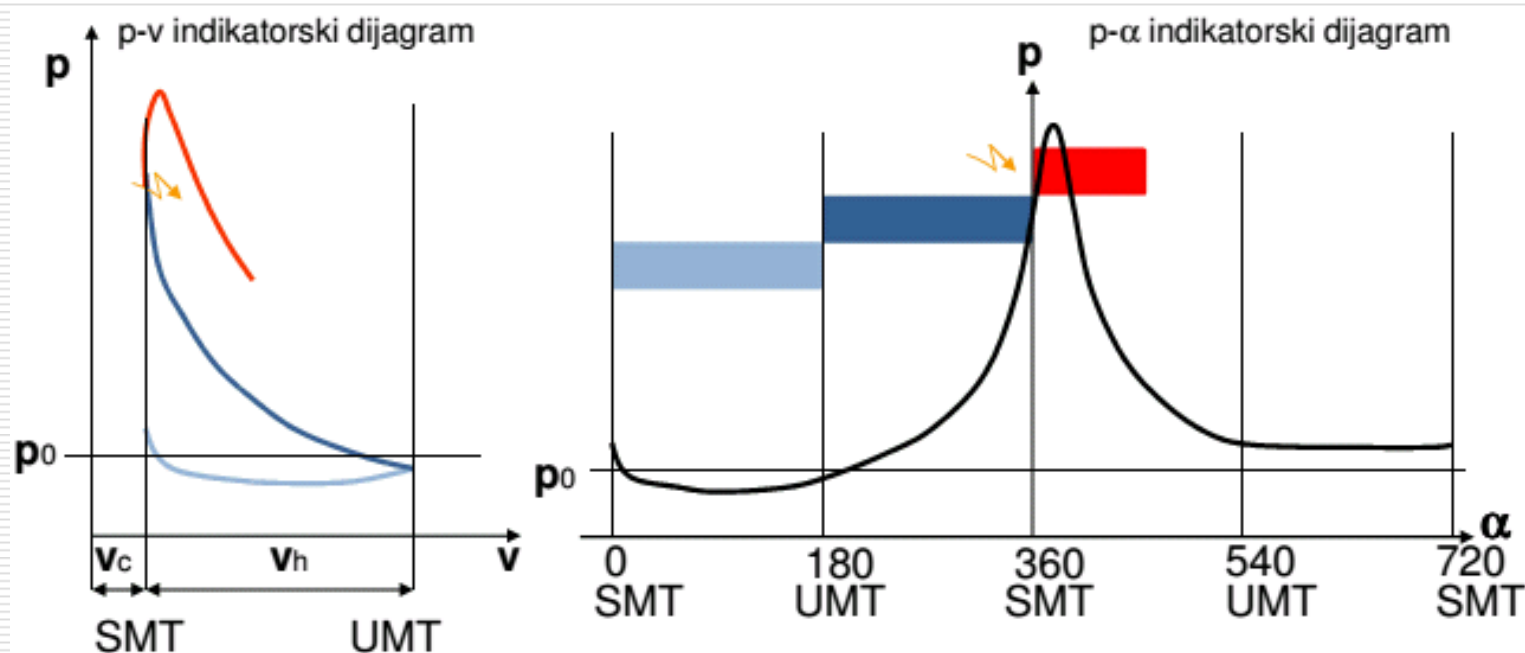
2. Такт - сабијање





Принцип рада мотора СУС (4 такта)

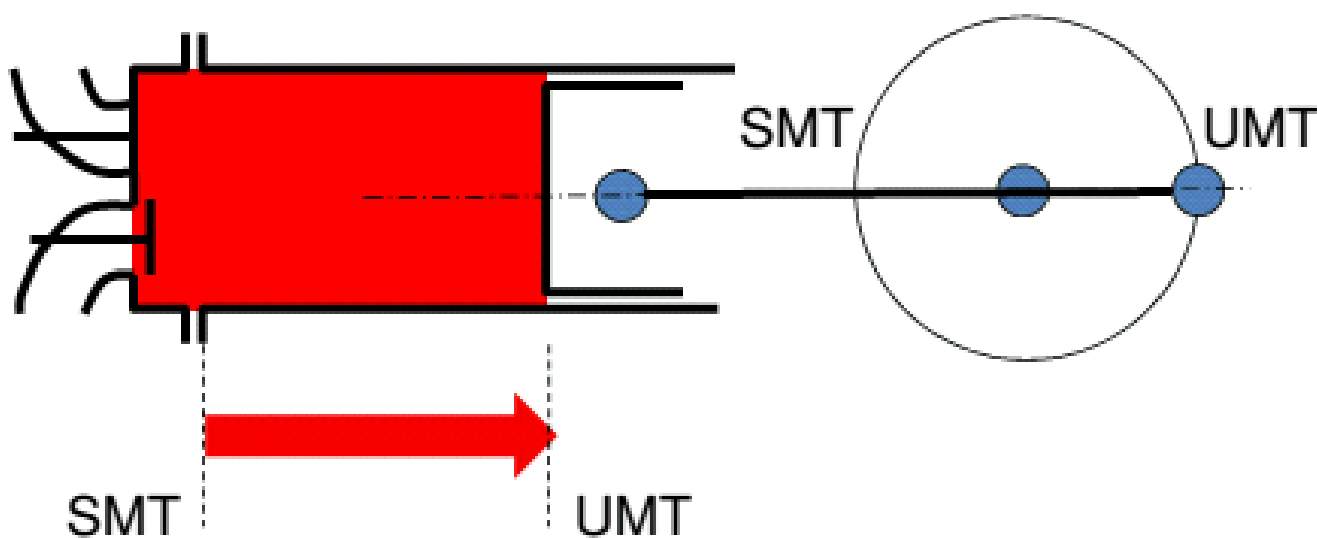
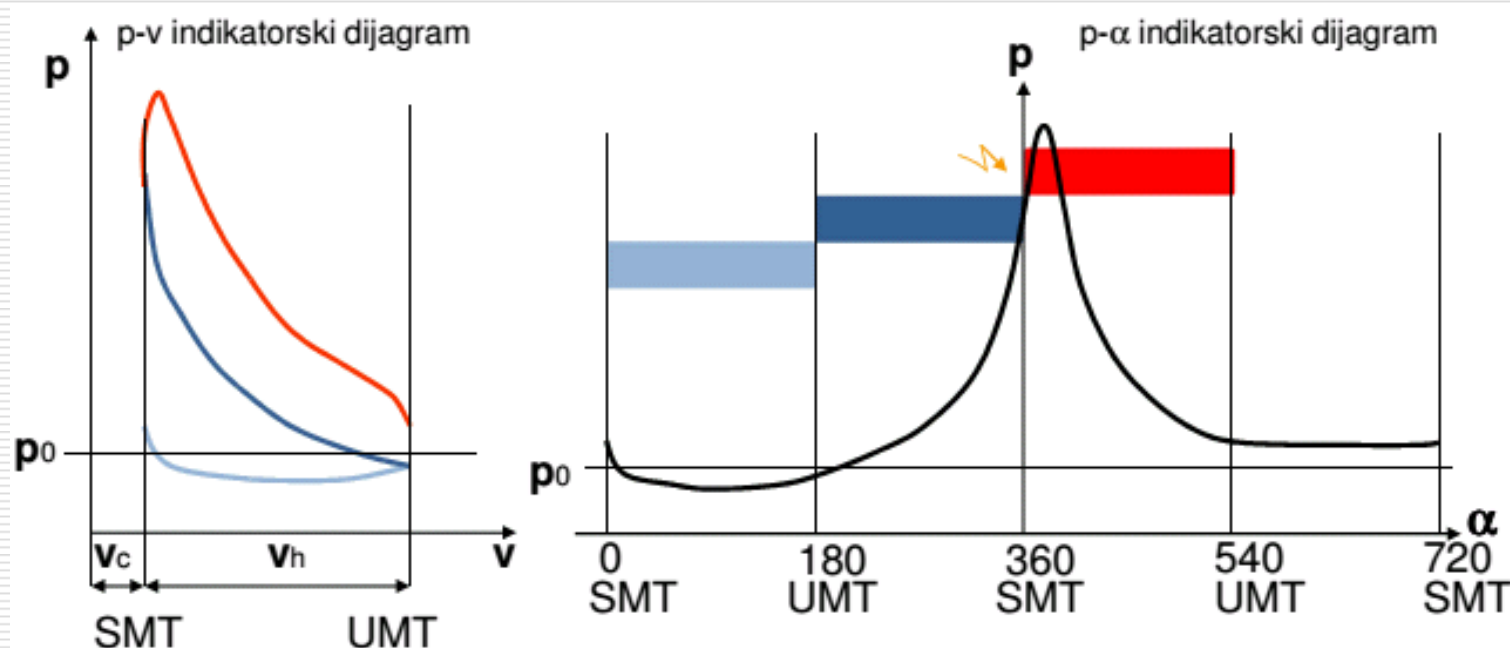
3. Такт - ширење





Принцип рада мотора СУС (4 такта)

3. Такт - ширење

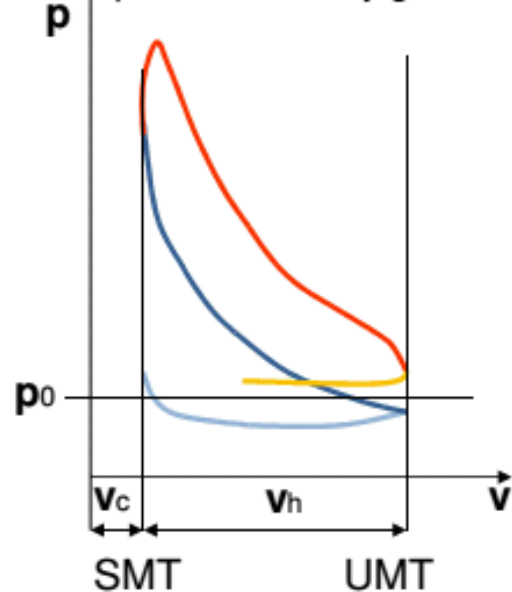




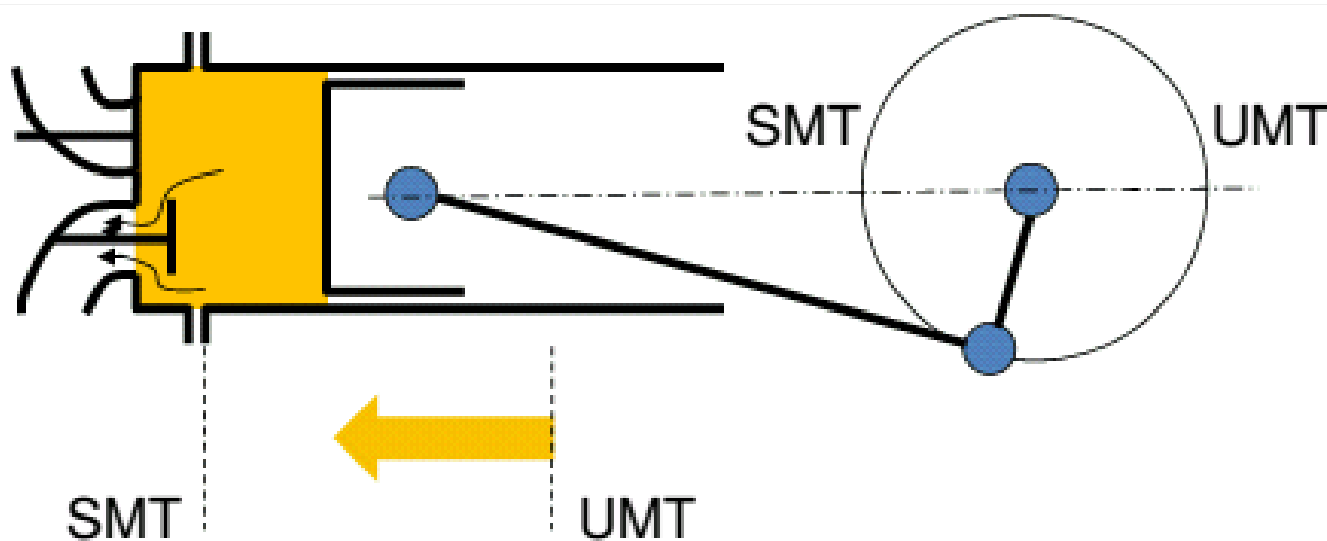
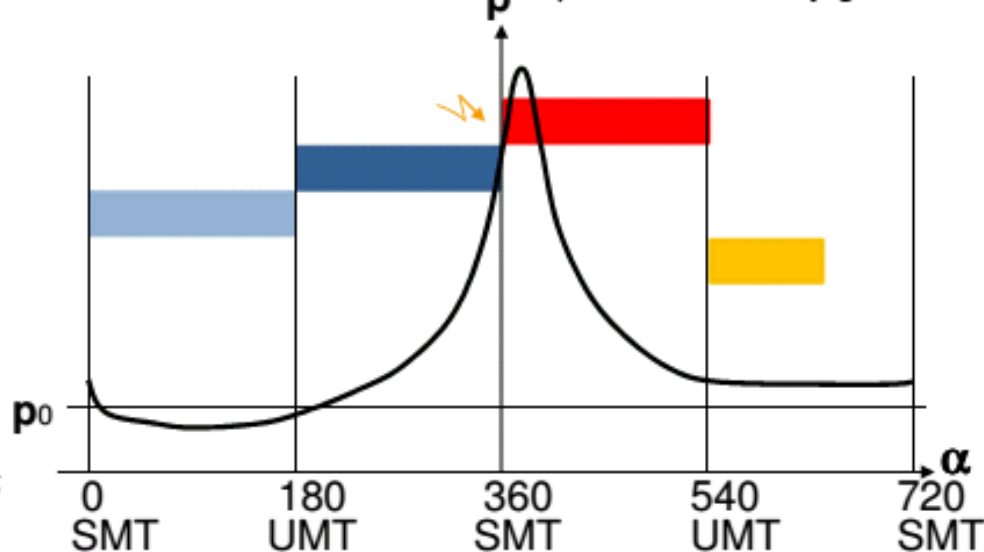
Принцип рада мотора СУС (4 такта)

4. Издувавање

p-v indikatorski dijagram



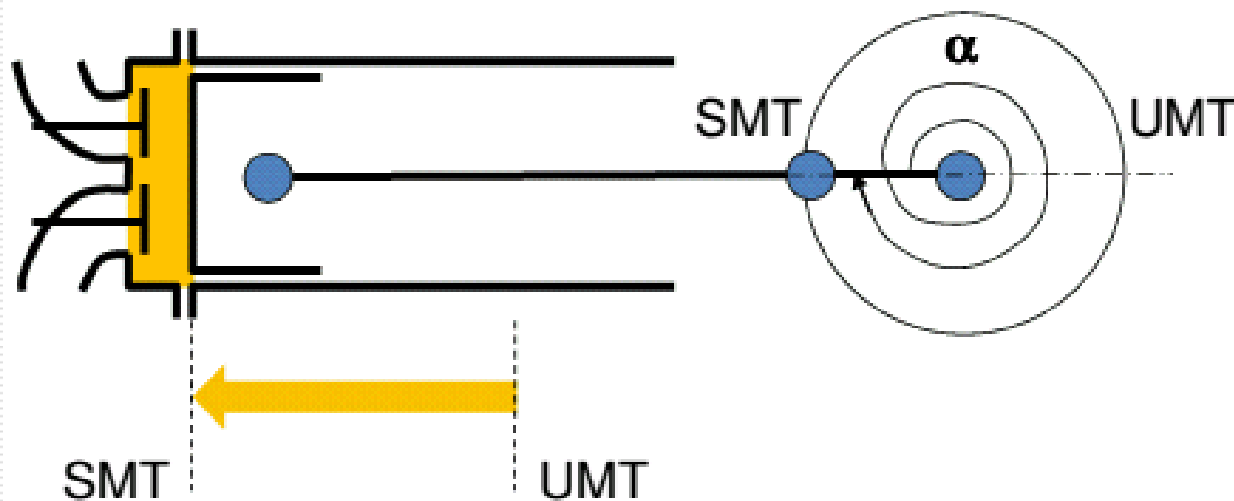
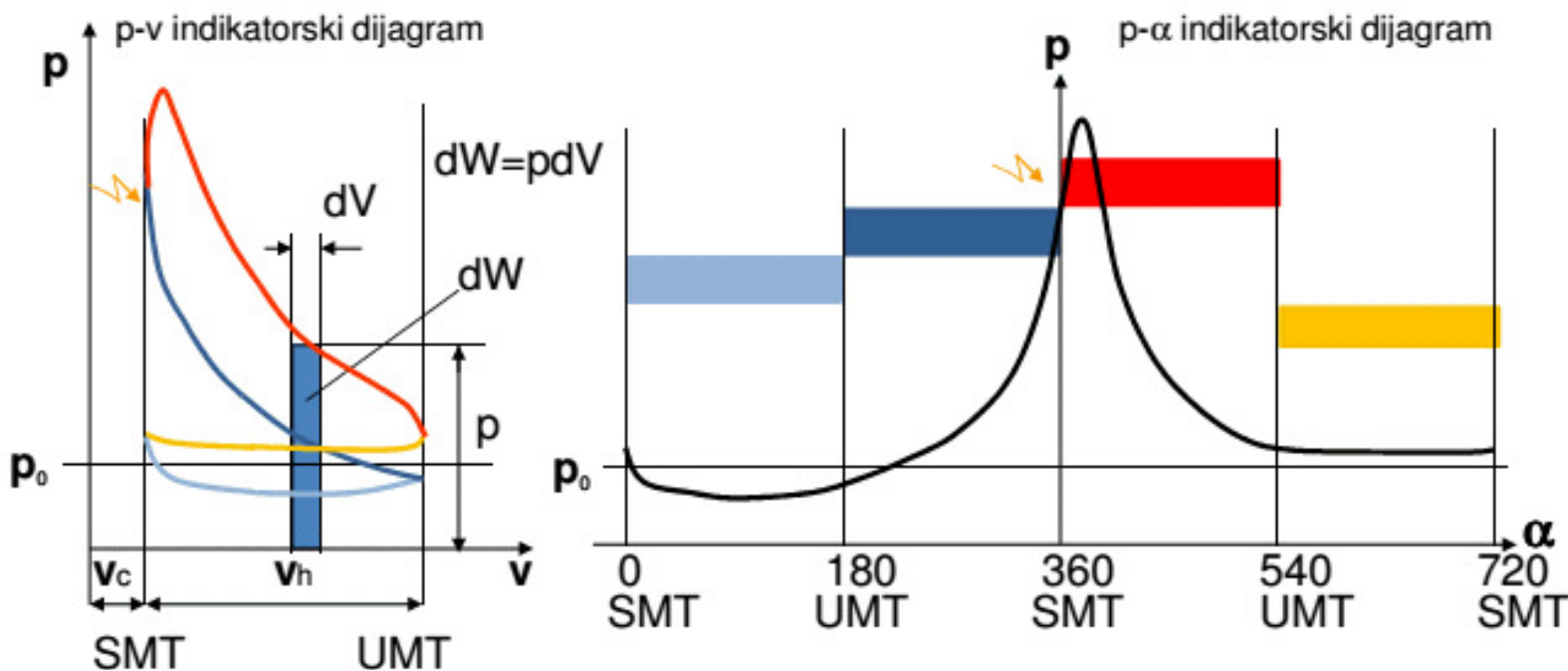
p-α indikatorski dijagram



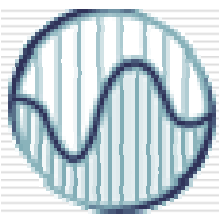


Принцип рада мотора СУС (4 такта)

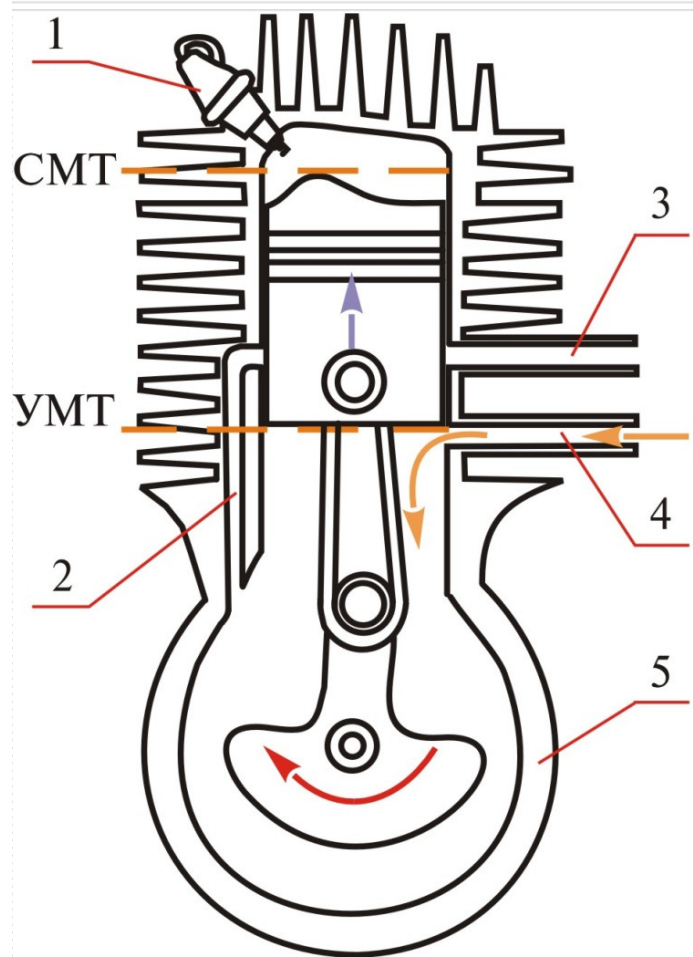
4-тактни радни процес—4 такта (хода клипа)= $4 \times 180^\circ \text{KV} = 720^\circ \text{KV}$



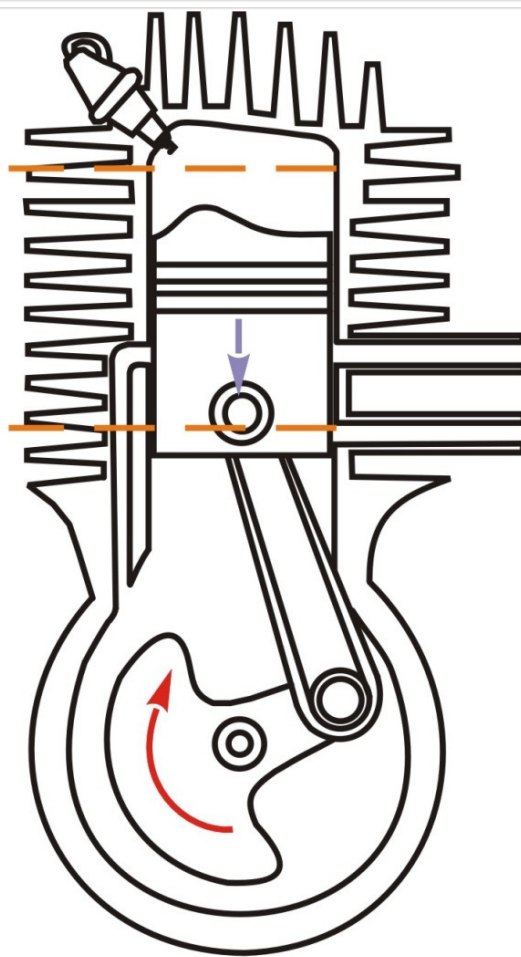
- Taktovi:**
1. usisavanje
 2. sabijanje
 3. širenje
 4. izduvavanje



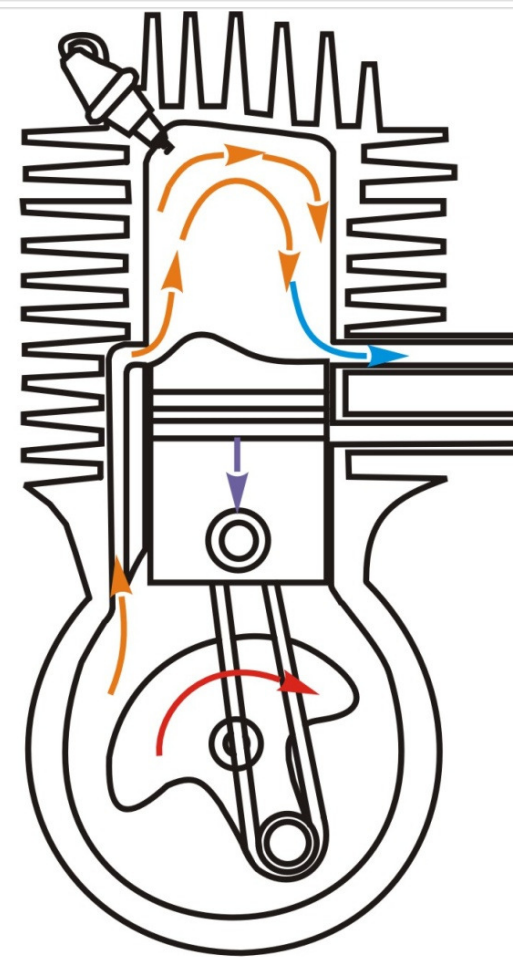
Принцип рада мотора сус (2 такта)



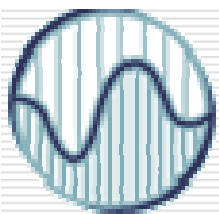
а) такт сабијања
9/19/2018 6:37 PM



б) такт ширења

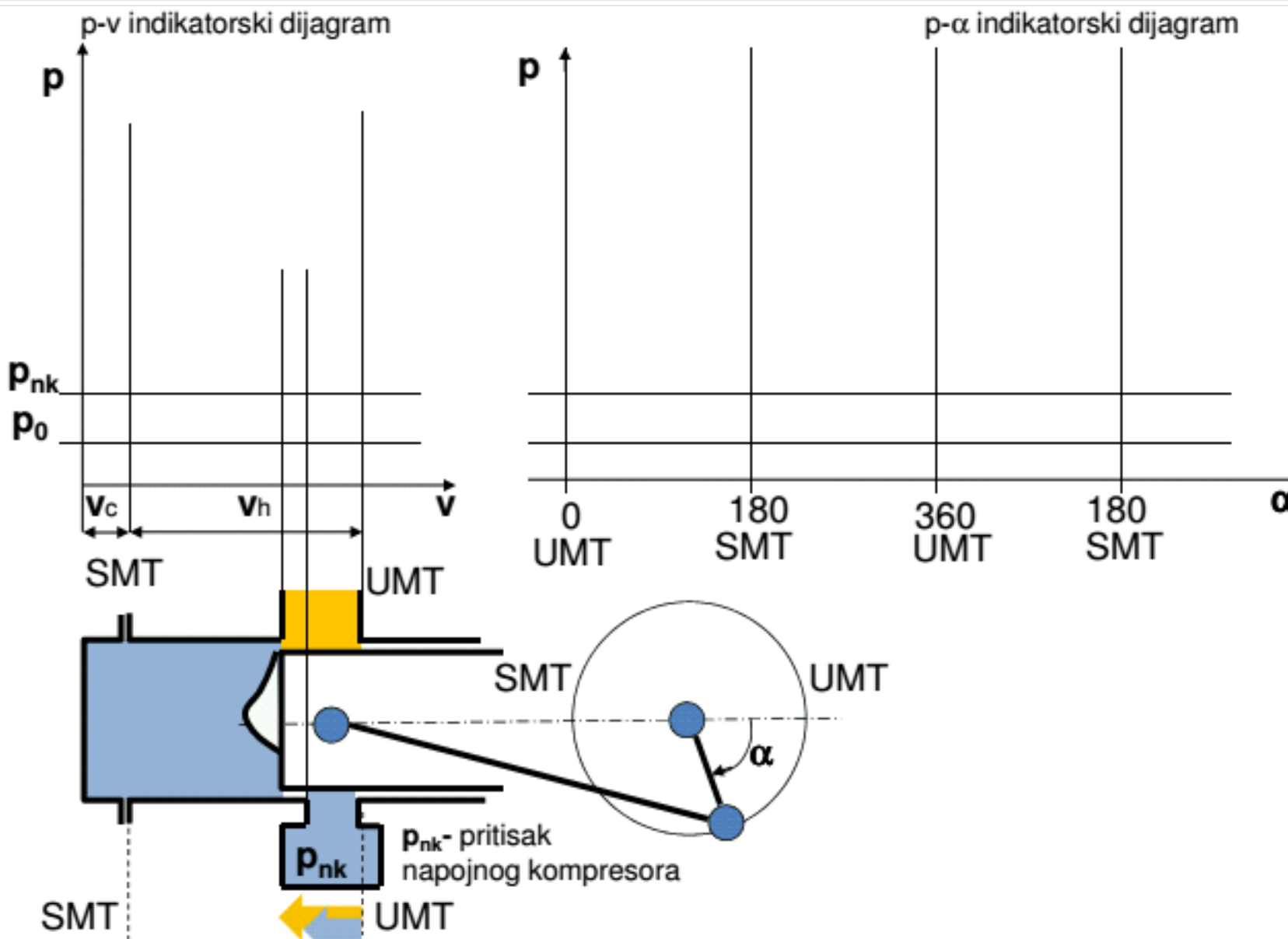


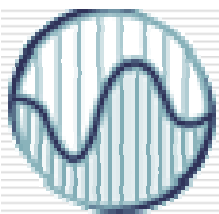
в) измена радне материје



Принцип рада мотора сус (2 такта)

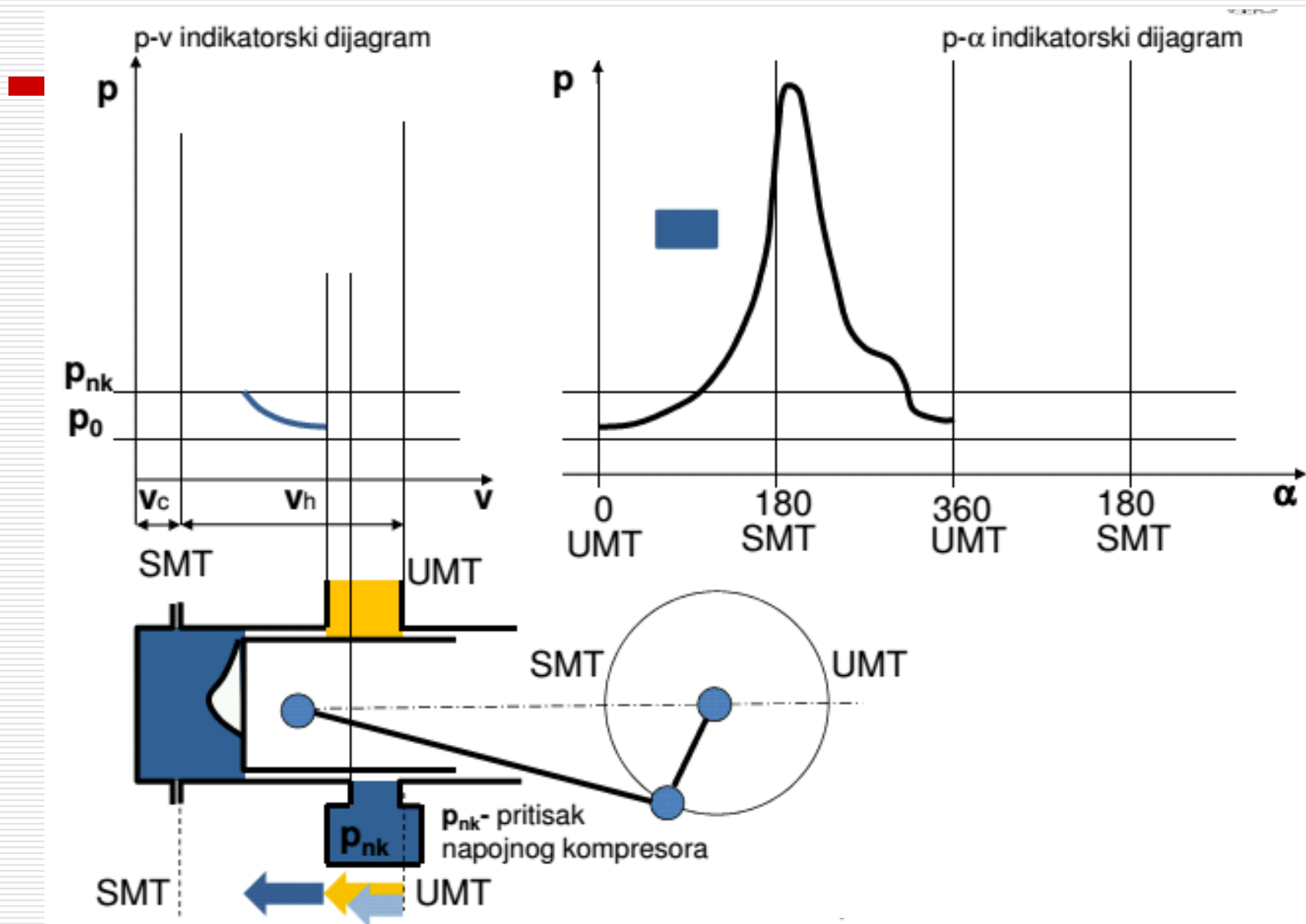
1. Такт - сабијање

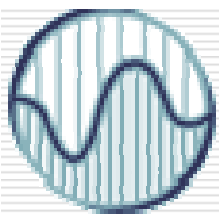




Принцип рада мотора сус (2 такта)

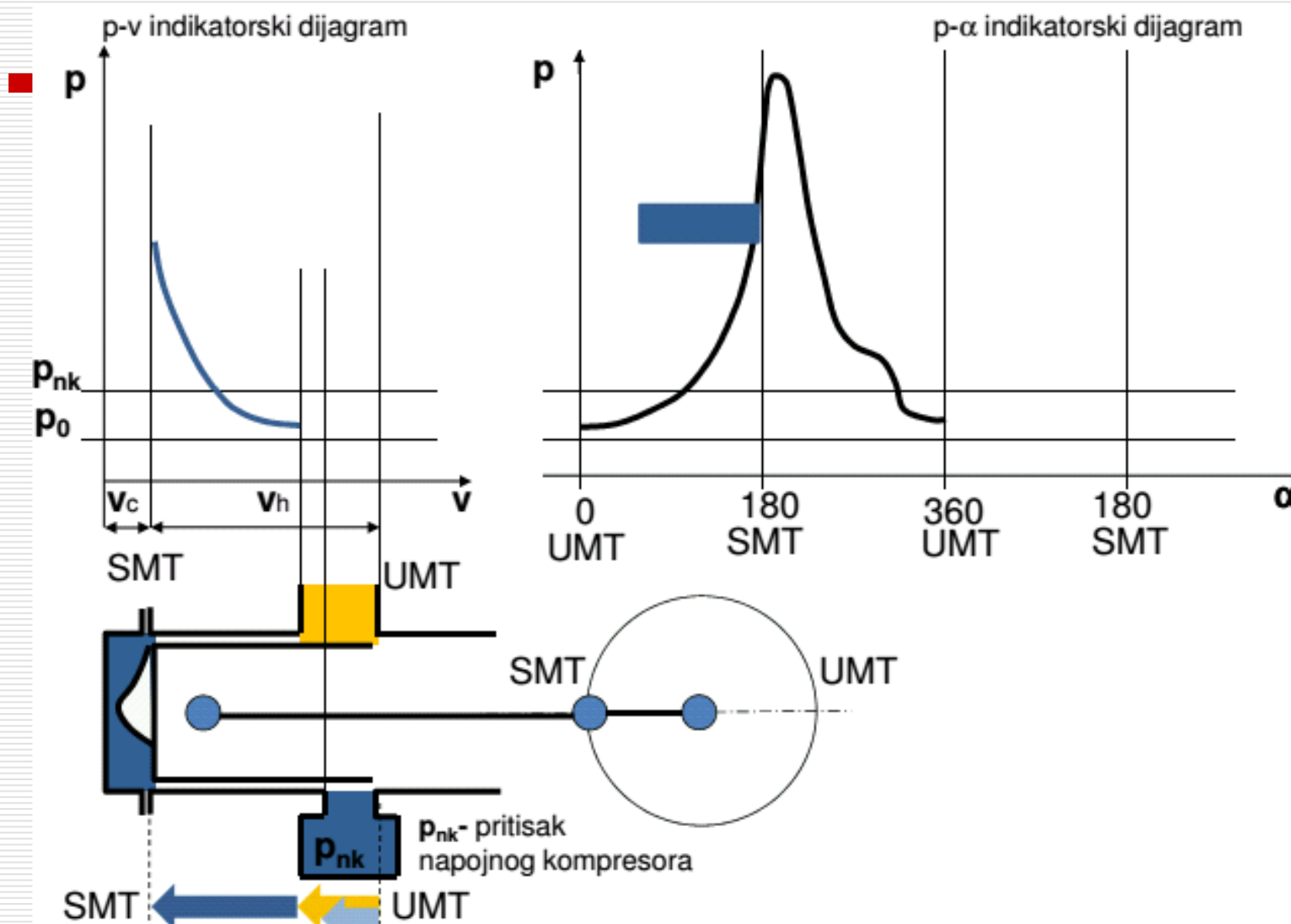
1. Такт - сабијање

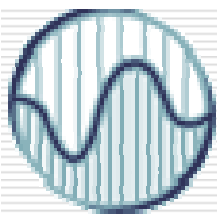




Принцип рада мотора сус (2 такта)

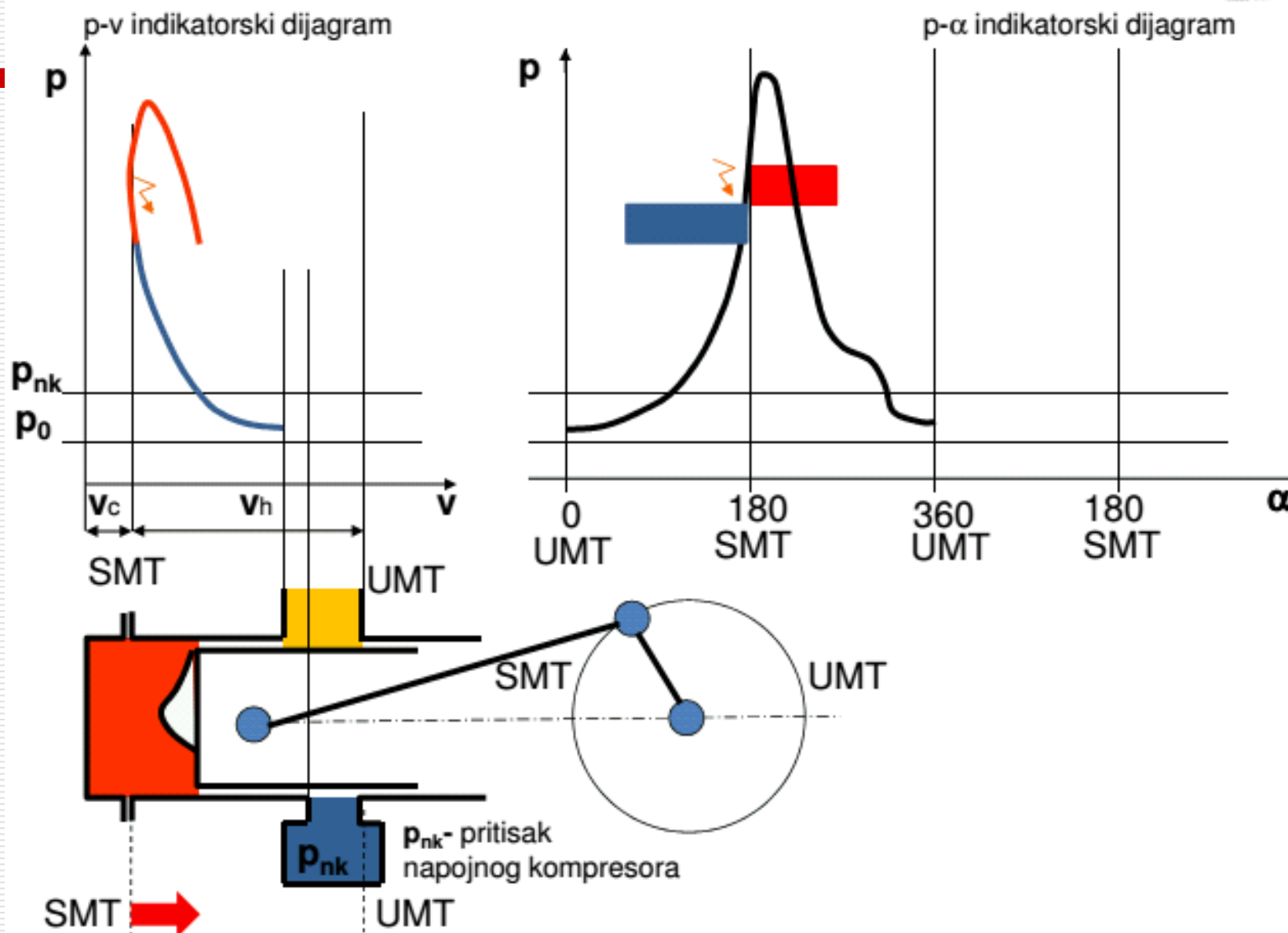
1. Такт - сабијање

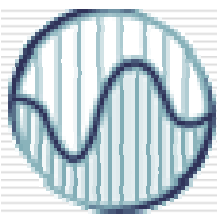




Принцип рада мотора сус (2 такта)

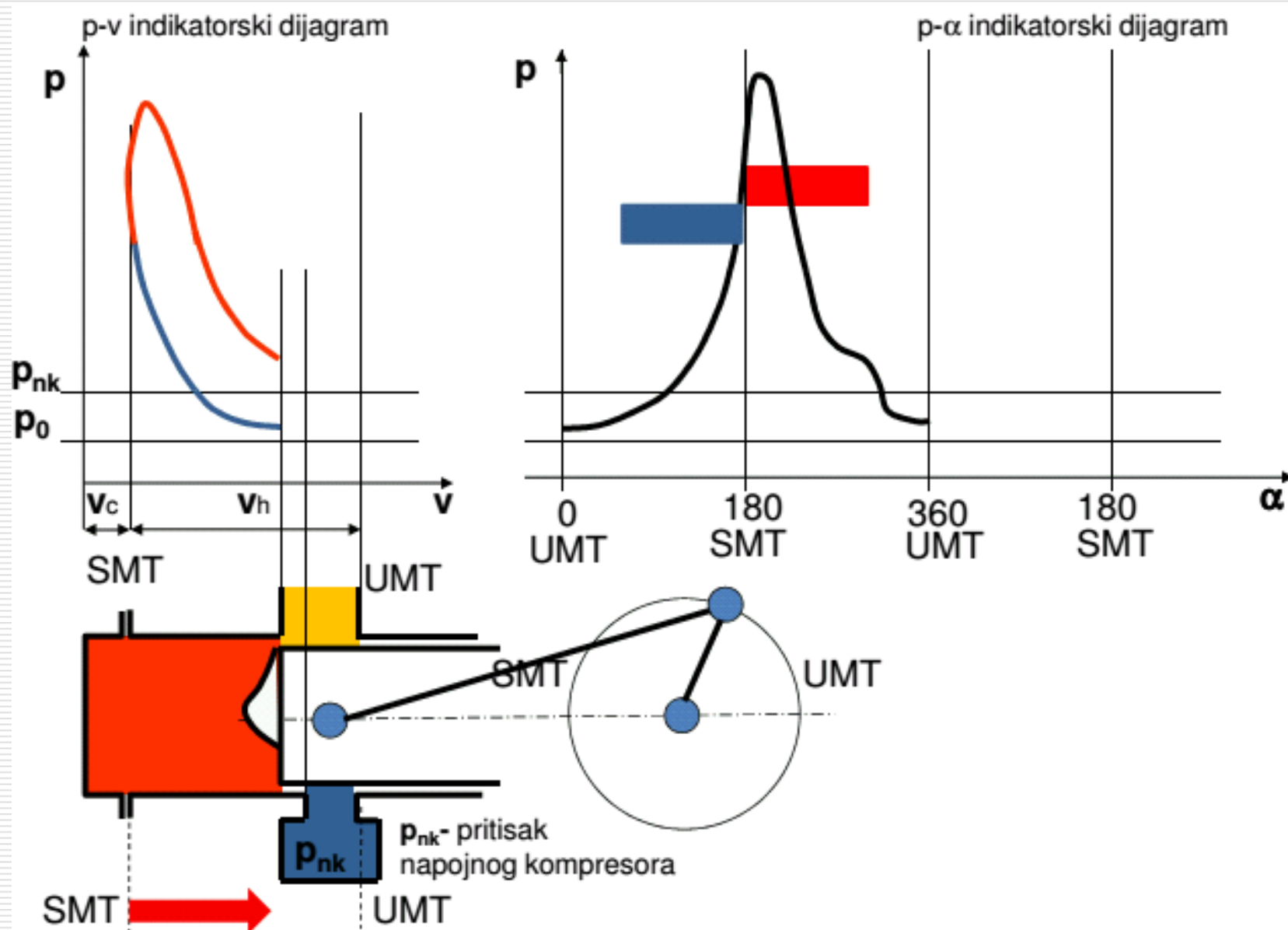
2. Такт - ширење

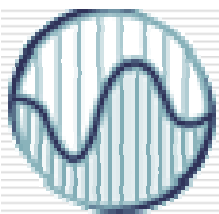




Принцип рада мотора сус (2 такта)

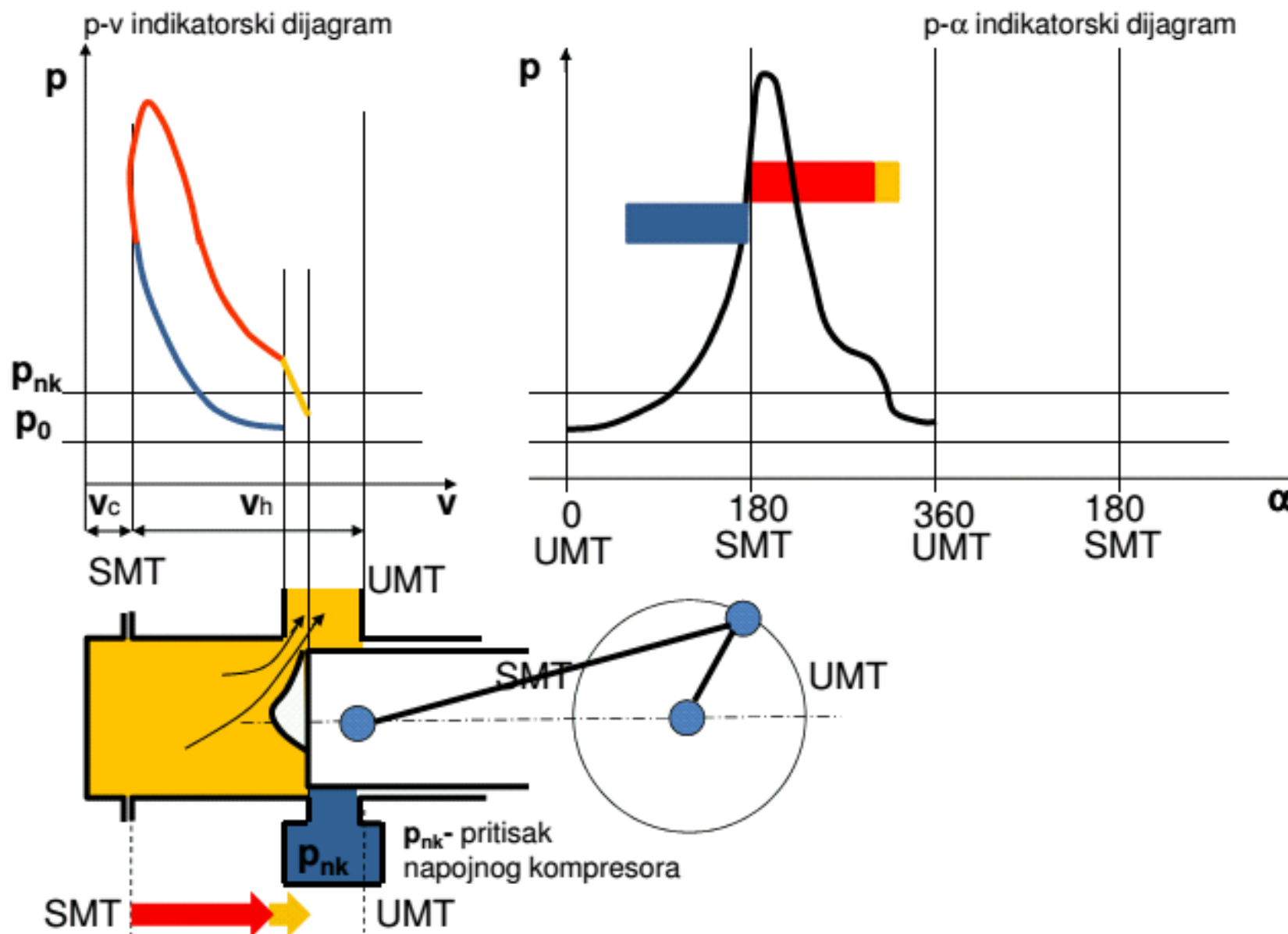
2. Такт - ширење

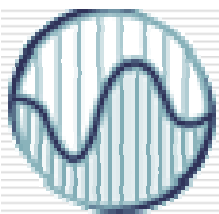




Принцип рада мотора сус (2 такта)

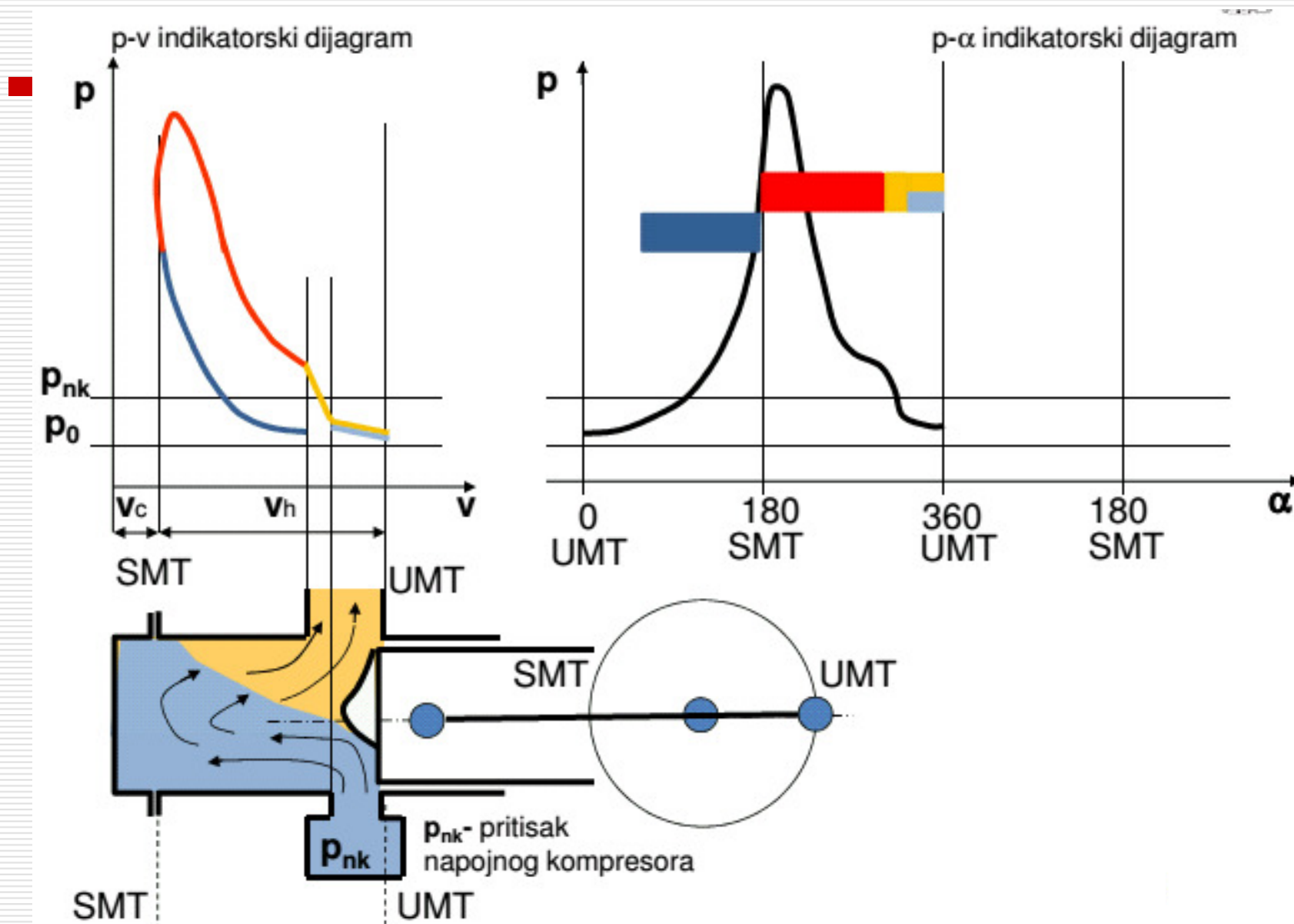
2. Такт – чисто издување

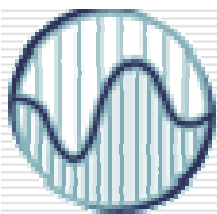




Принцип рада мотора сус (2 такта)

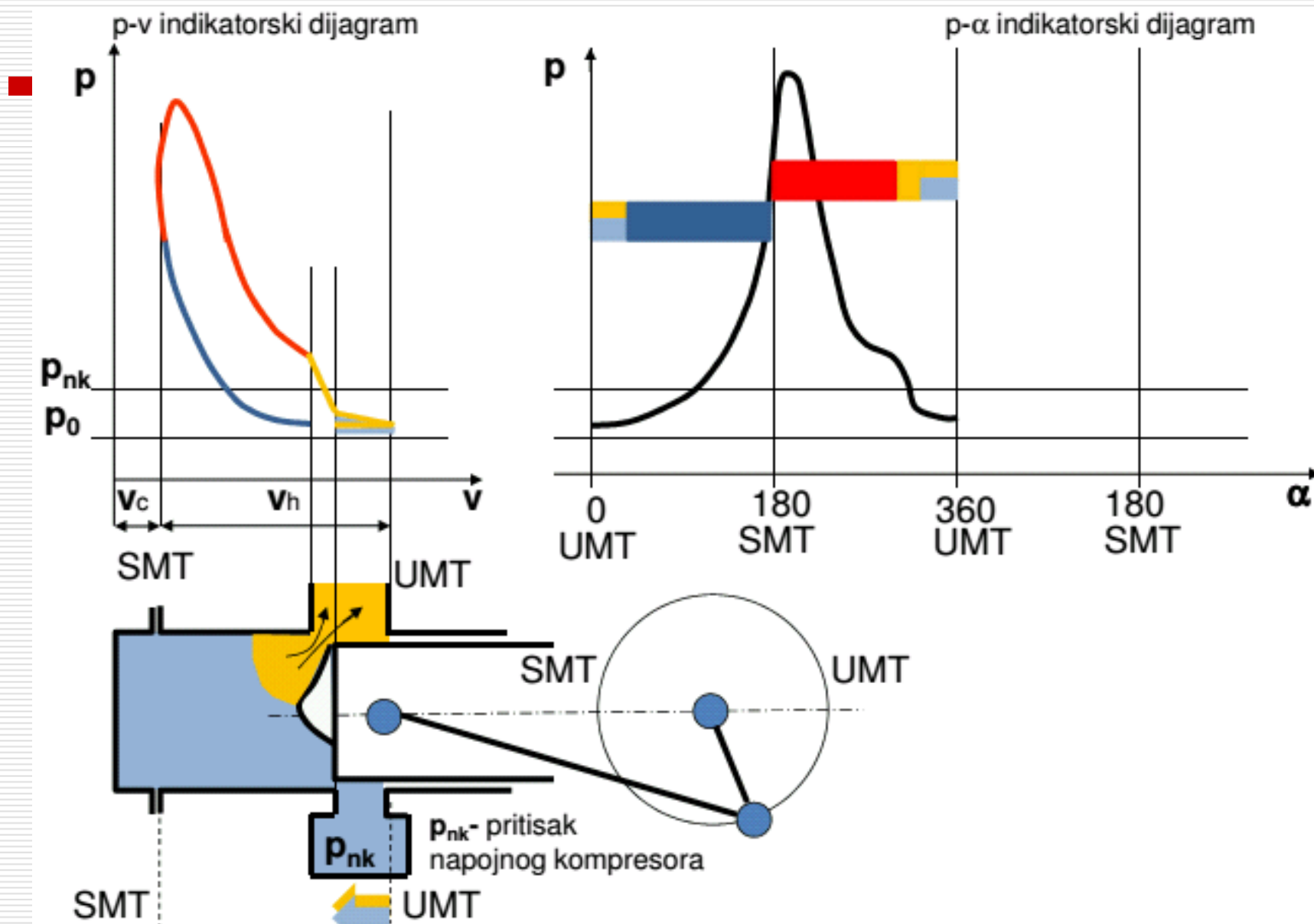
2. Такт – испирање цилиндра

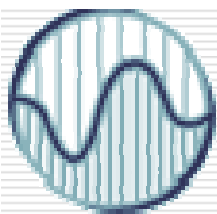




Принцип рада мотора сус (2 такта)

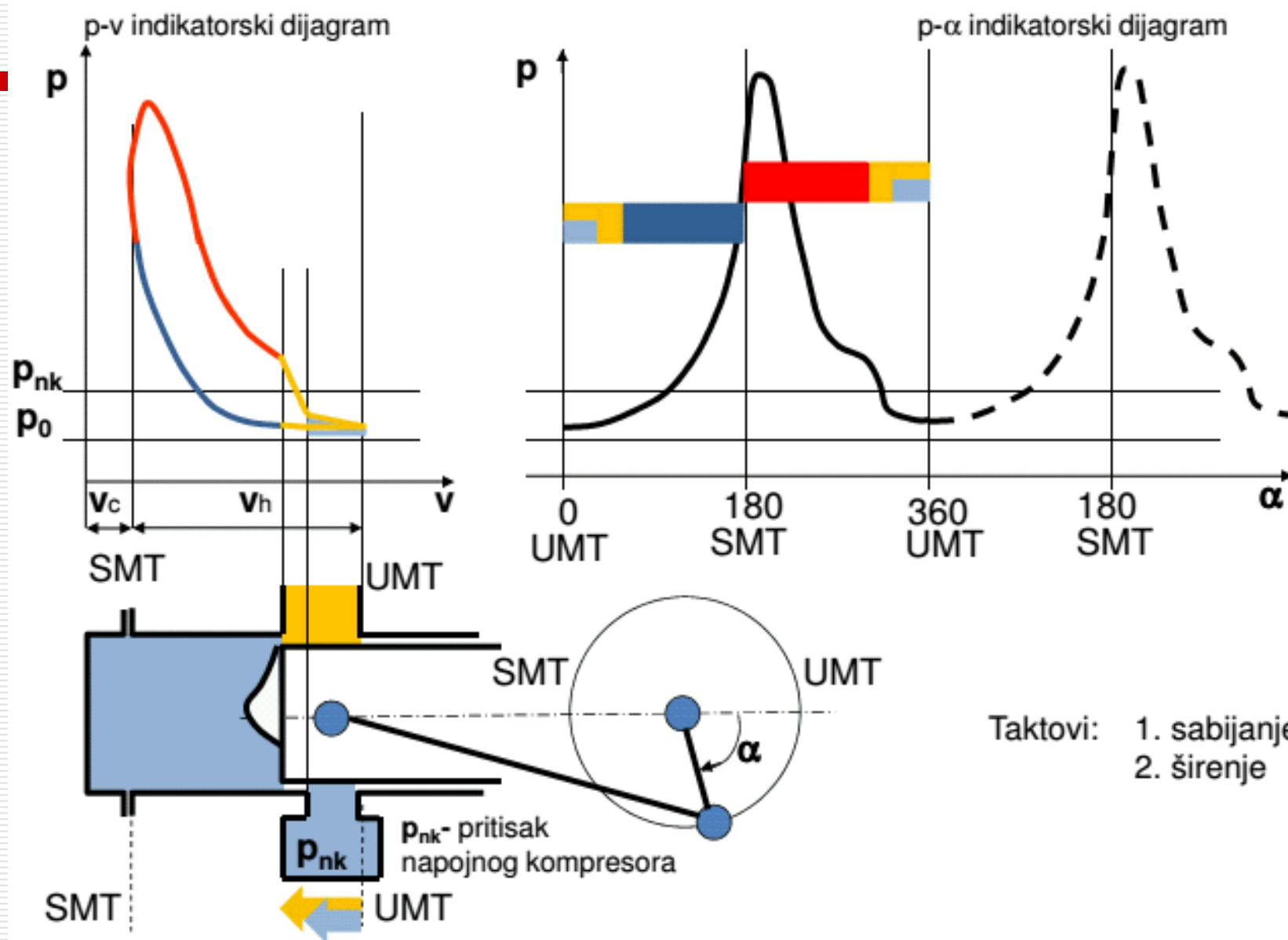
1. Такт – накнадно издувавање

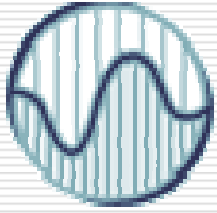




Принцип рада мотора сус (2 такта)

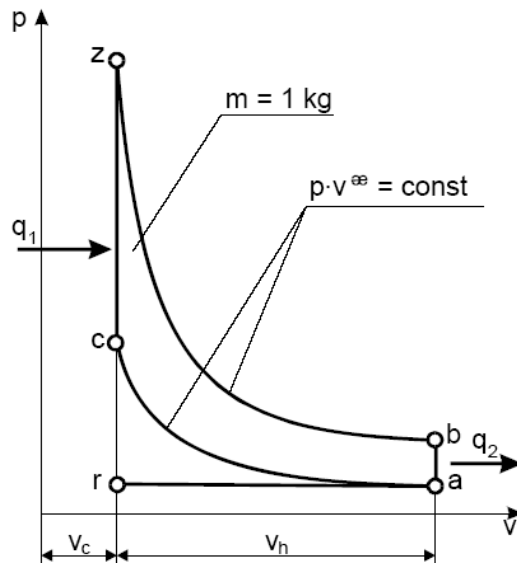
2. тактни радни процес – 2 такта = $2 \times 180^\circ \text{KV} = 360^\circ \text{KV}$



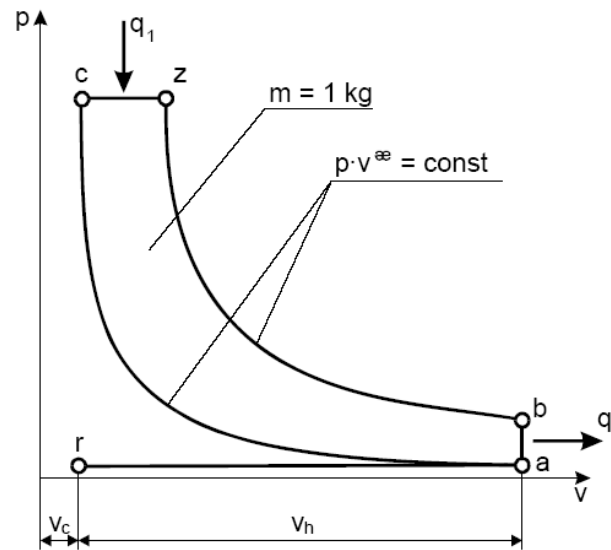


Радни циклуси мотора СУС - Термодинамички (теоријски)

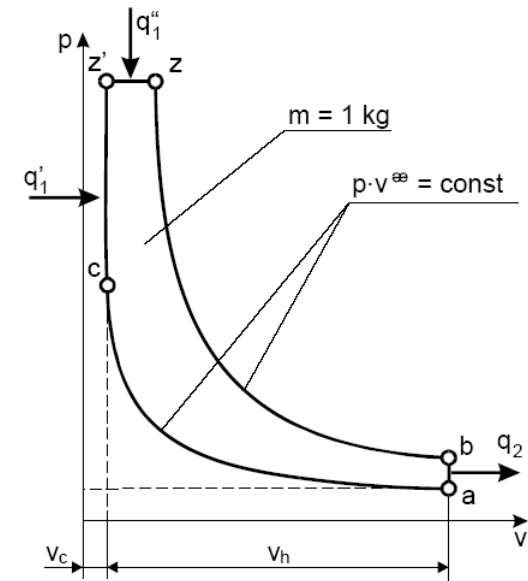
- Радни флуид непроменљиве масе и састава
- Радни флуид је идеалан гас (специфична топлота не зависи од температуре и притиска, унутрашња енергија је функција само температуре)
- Сагоревање је замењено довођењем топлоте, а измена радне материје одвођењем топлоте
- Измена радне материје одвија се без енергетских губитака
- Процеси сабијања и ширења радне материје су адијабатски



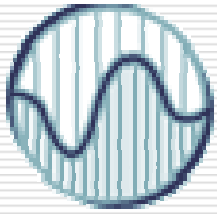
Ото циклус



Дизел циклус



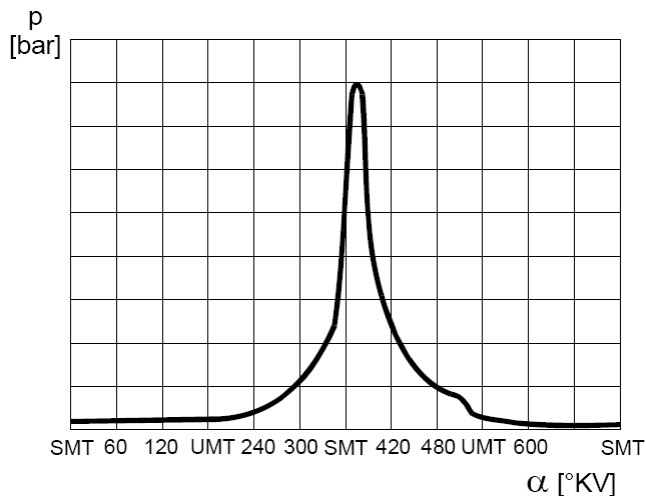
Комбиновани
(Sabathe) циклус



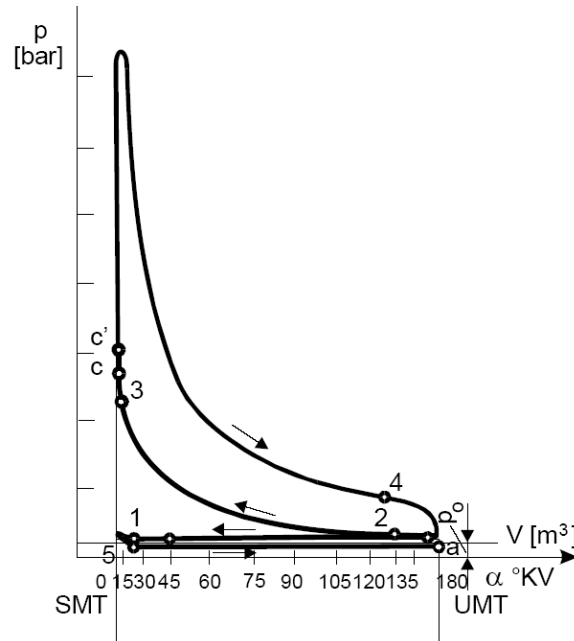
Радни циклуси мотора СУС - стварни

- ❑ Радни флуид није идеалан гас, него смеша горива, ваздуха и продуката сагоревања
- ❑ Сабијање и ширење није адијабатско
- ❑ Време сагоревања је коначно и преноси се и у такт ширења: топлота радног флуида прелази на зидове цилиндра
- ❑ Присутни су механички губици

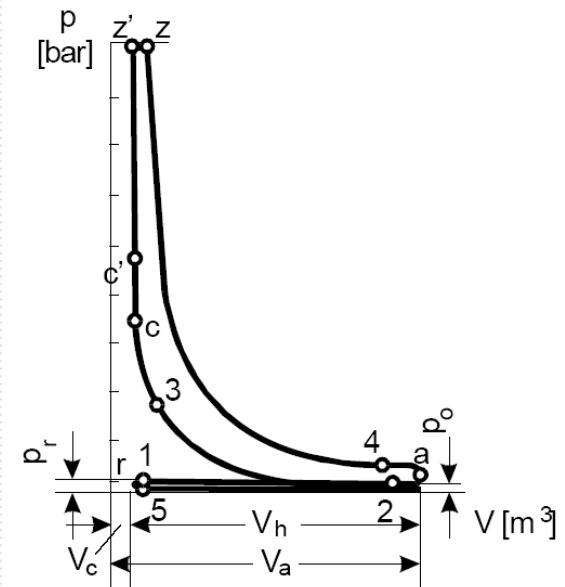
Индикаторски дијаграм - затворени



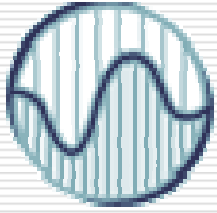
Индикаторски дијаграм
- отворени



Ото мотор

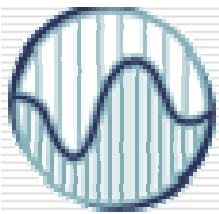


Дизел мотор



Структура мотора СУС

- **Главни покретни делови:**
 - Клипна група
 - Склоп клипњаче
 - Коленасто вратило са замајцем
- **Главни непокретни делови:**
 - Глава цилиндара
 - Блок цилиндара
 - Кућиште мотора
- **Помоћни системи (опрема) мотора**
 - Систем за развод радне материје
 - Систем за довод горива и ваздуха
 - Систем за паљење смеше ото мотора
 - Издувни систем
 - Систем за подмазивање
 - Систем за хлађење
 - Систем за покретање (стартовање)



Предности, Недостаци, Примена

ПРЕДНОСТИ МОТОРА СУС

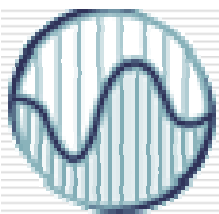
- Висока економичност $\eta_e = 0,25-0,45$ ($>0,5$)
- Релативно добра спец. снага
 $P_{sp} = 5-0,2 \text{ kW/kg}$ (мала спец. маса)
 $m_{sp} = 0,2-5 \text{ kg/kW}$
- Релативна компактност градње
- Користе гориво велике енергетске сабијености (велики радијус дејства у транспорту)
- Брза спремност за пријем пуног оптерећења након старта
- Троше гориво само док раде

НЕДОСТАЦИ МОТОРА СУС

1. Велика зависност од квалитета горива и то релативно скупог горива минералног (нафтног) порекла
2. Несамосталан почетак рада
3. Мала могућност преоптерећења (10-15%)
4. Компликованост и деликатност конструкције, релативно висока цена
5. Захтевају високу стручност за руковање и одржавање
6. Неповољне еколошке карактеристике – знатна издувна емисија и бука

Примена мотора СУС

1. Друмски транспорт и механизација $>99\%$, .
2. Водени транспорт $>90\%$.
3. Железнички транспорт $<10\%$ (доминација електро-погона)
4. Ваздушни транспорт $<10\%$ (доминација млазног мотора и гасне турбине)



Предности, Недостаци, Примена

Лака механизација



AIR COMPRESSORS



WATER PUMPS



SNOW BLOWERS



OTHER POWER EQUIPMENT



MOWERS



GENERATORS



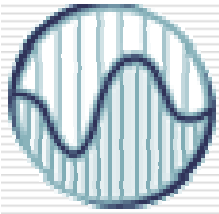
HOME GENERATORS SYSTEMS



PRESSURE WASHERS

Briggs & Stratton proizvede
godišnje preko 11000000 motora!

Ekvivalent od ~ 60-70 GW
(TE Tesla A+B) x 30



Предности, Недостаци, Примена



... 2003

Model: BMW P83

P_e : > 700 kW

n_{max} : 19,200 min⁻¹

n_{nom} : 19000 min⁻¹

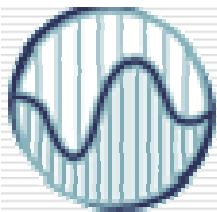
n_{min} : 4500 min⁻¹.

m < 90 kg.

G_A : 2000 m³/h

$c_{m, max} = 40$ m/s $c_{m, st} = 25$ m/s

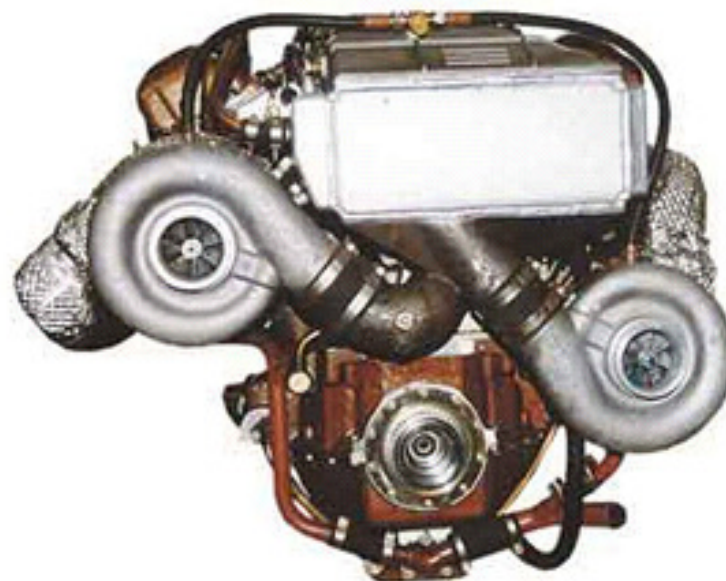
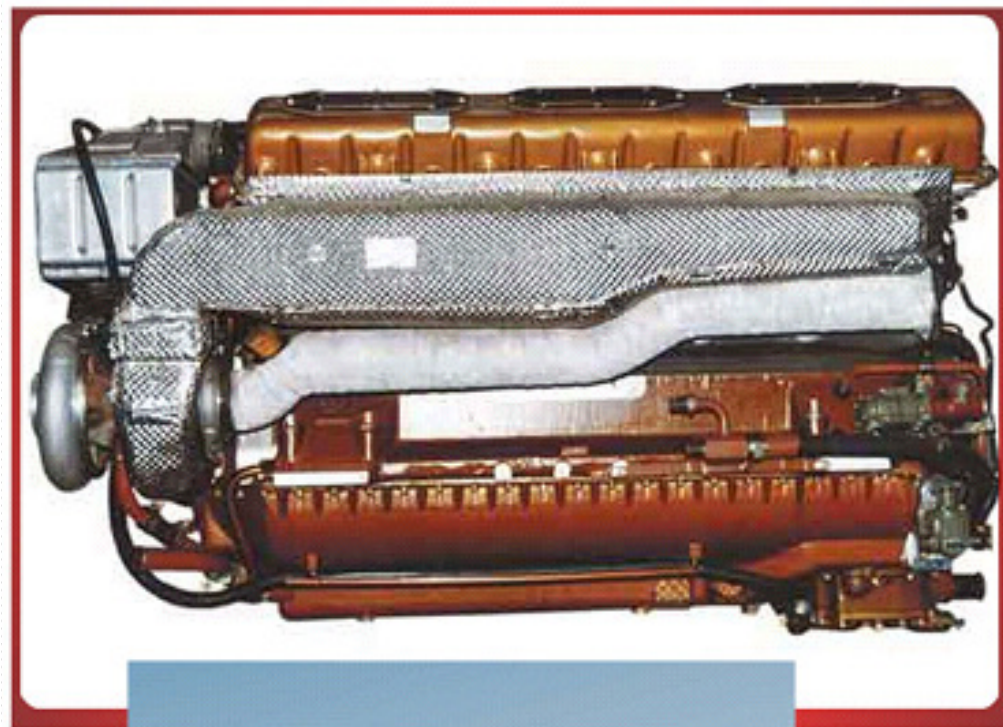
T_{EXH} > 950 °C



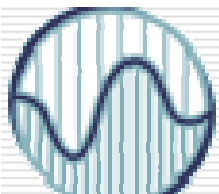
Предности, Недостаци, Примена

Тенковски мотор V46 -TK1

Tenkovski motor V46-TK1



masa motora: 1050 kg
dimenzije motora: 1630x1030x950 mm
raspored klipova: V12/60°
prečnik klipa: 150 mm
radna zapremina motora: 38 880 cm³
stepen kompresije: 13.5:1
broj ventila po cilindru: 4
nominalna snaga: 1200 KS (882 kW)
nominalni broj obrtaja: 2000 o/min
maksimalni broj obrtaja: 2300 o/min
maksimalni obrtni momenat: 4950 Nm
broj obrtaja pri maksimalnom momentu: 1300 o/min
regulator: mehanički svrežimski
gorivo: D1, D2, benzin, kerozin
specifična efektivna potrošnja goriva: 169 g/KSh (230 g/kWh)



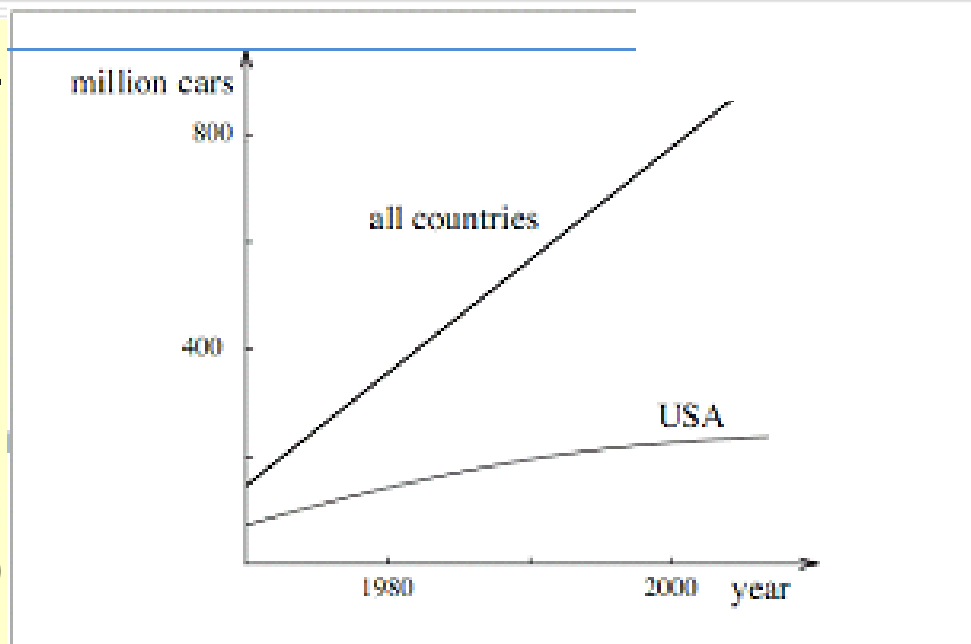
Предности, Недостаци, Примена

Даљи развој возила

- ❑ Укупан број возила у свету 800 мил.
- ❑ Тренд повећања укупног броја возила у свету
- ❑ Стагнција броја возила/1000 становника у развијеним земљама (car density, $400 \div 800$ возила/1000 становника)
- ❑ Утицај економске снаге земље на број возила на 1000 становника
- ❑ Тренд пораста броја возила на 1000 становника у појединим регионима

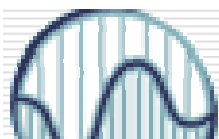
Посебан проблем:

- ❑ Кина - 1.3 млрд. становника
- ❑ Индија - 1.1 млрд. становника
- ❑ Кина и Индија – 30 возила / 1000 ст. (2007.) укупно – 75 мил. возила
- ❑ Пројекција за степен развоја економски развијених земаља: $0.9 \div 1.9$ млрд. возила



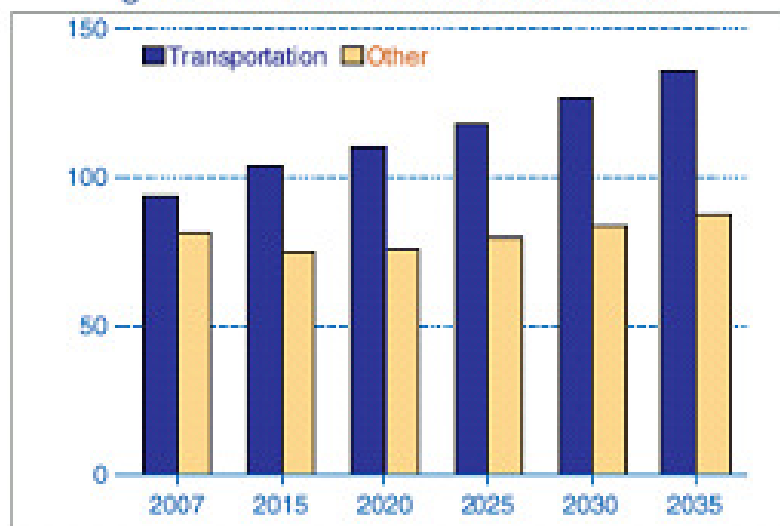
Смернице:

- ❑ Морају се наћи нови извори енергије
- ❑ Потрошња енергије за погон возила се мора смањити

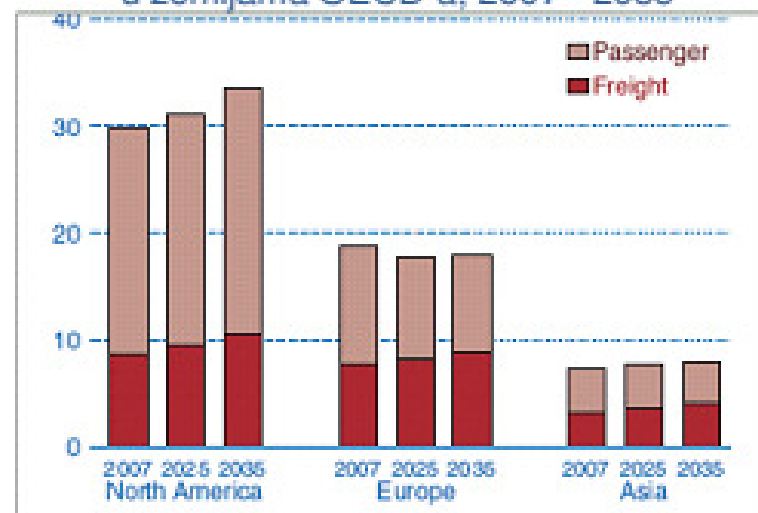


Трендови глобалне потрошње енергије

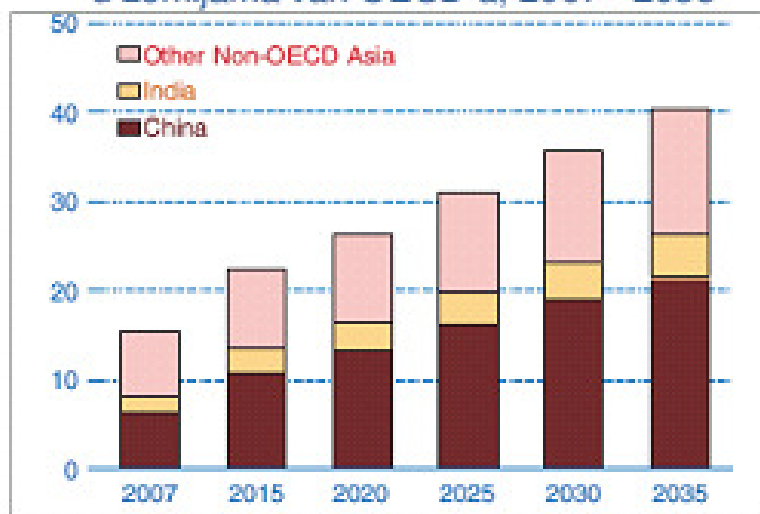
Potrošnja tečnih naftnih derivata u globalnim razmerama 2007 - 2035



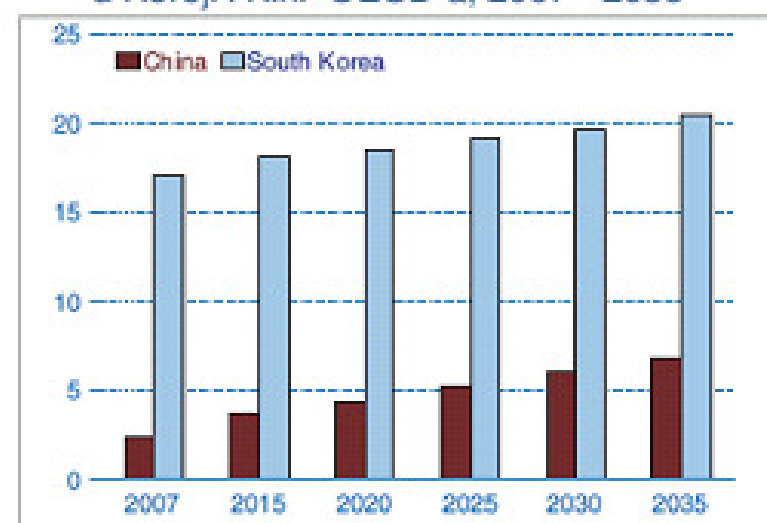
Potrošnja energije u transportu u zemljama OECD-a, 2007 - 2035

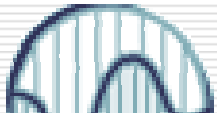


Potrošnja energije u transportu u zemljama van OECD-a, 2007 - 2035



Potrošnja energije u transportu po glavi stanovnika u Koreji i Kini OECD-a, 2007 - 2035

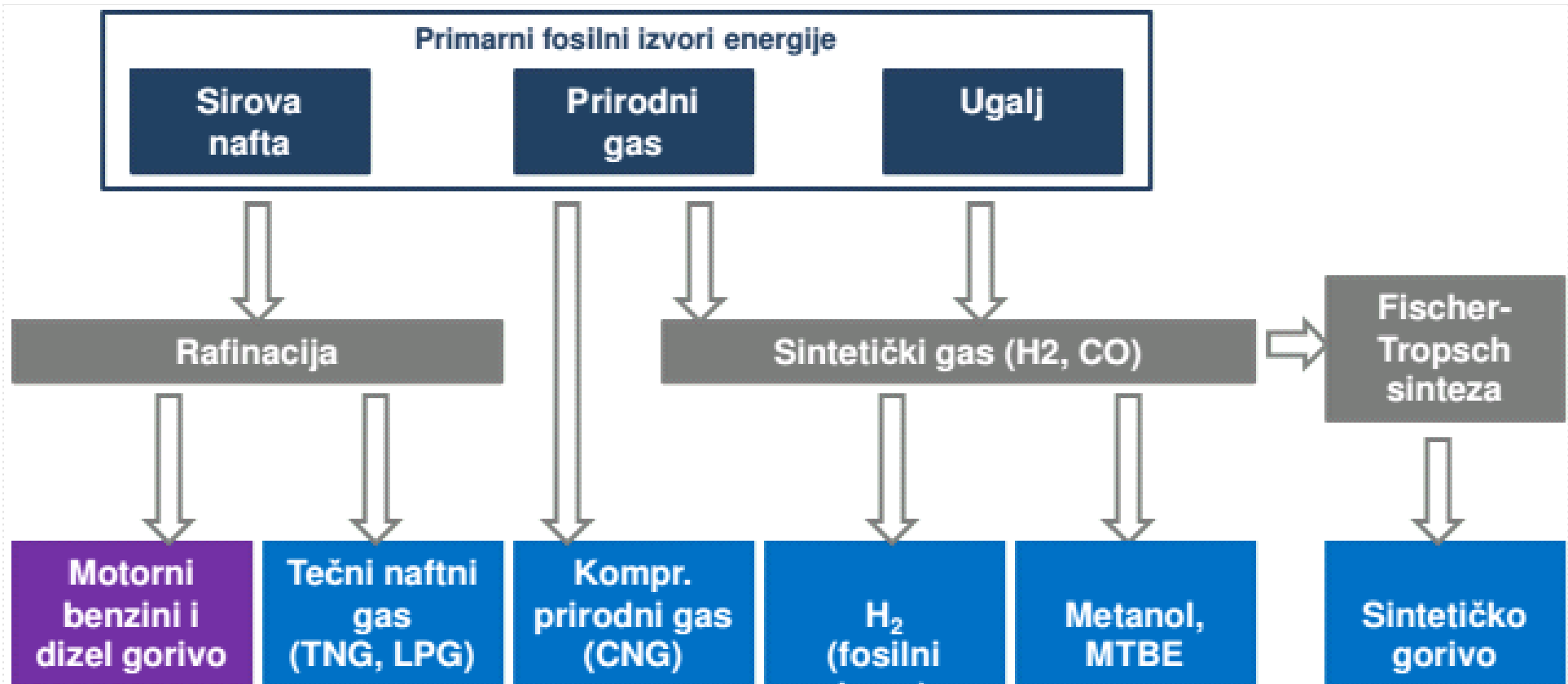




Примарни извори енергије и алтернативна горива

Појам алтернативних горива

- ❑ алтернативна фосилна горива добијена прерадом сирове нафте, природног гаса и угља
- ❑ алтернативна регенеративна горива добијена из обновљивих извора (биомаса, енергија сунца, ветра, воде)



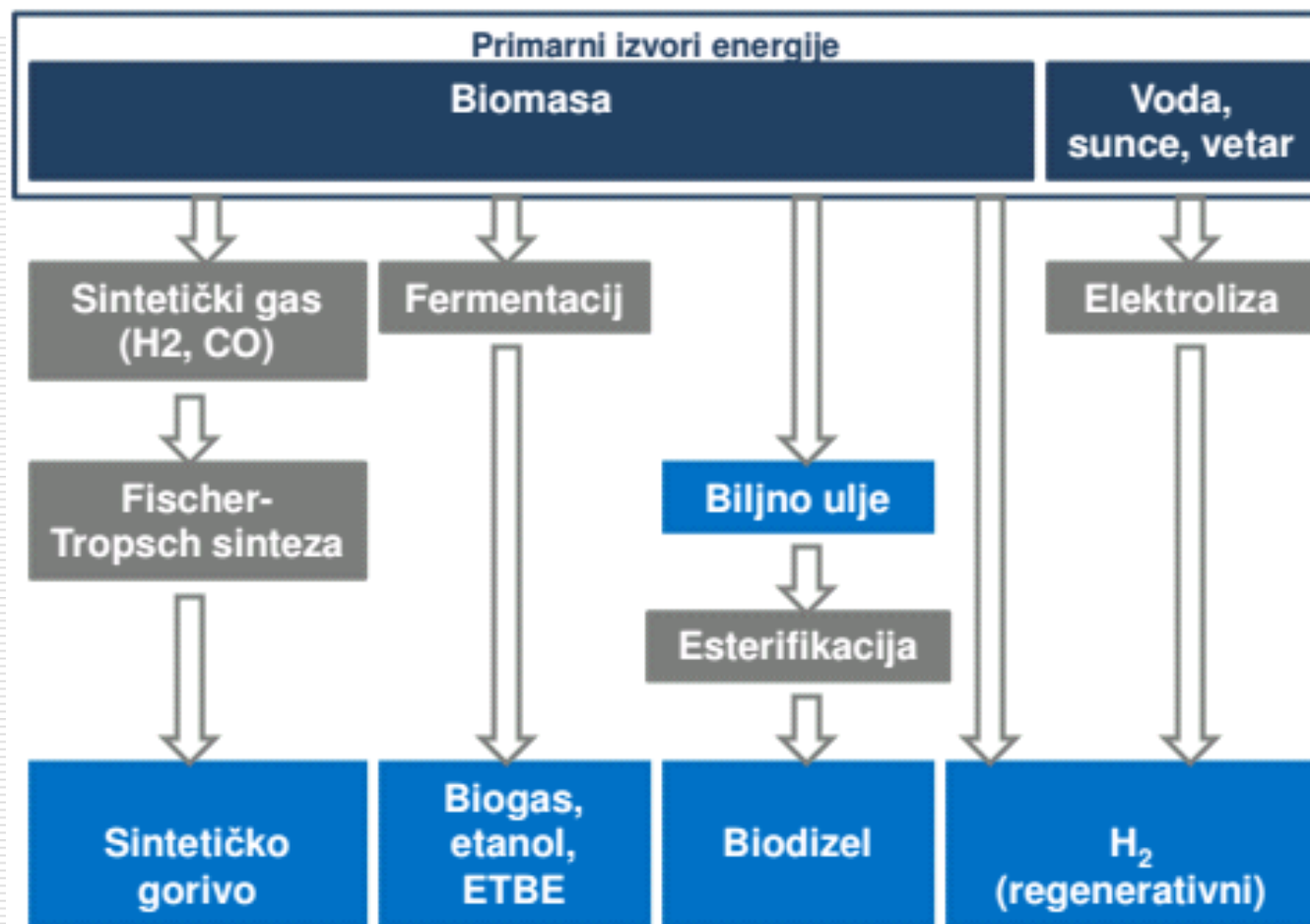
Postupak proizvodnje fosilnih goriva



Примарни извори енергије и алтернативна горива

Појам алтернативних горива

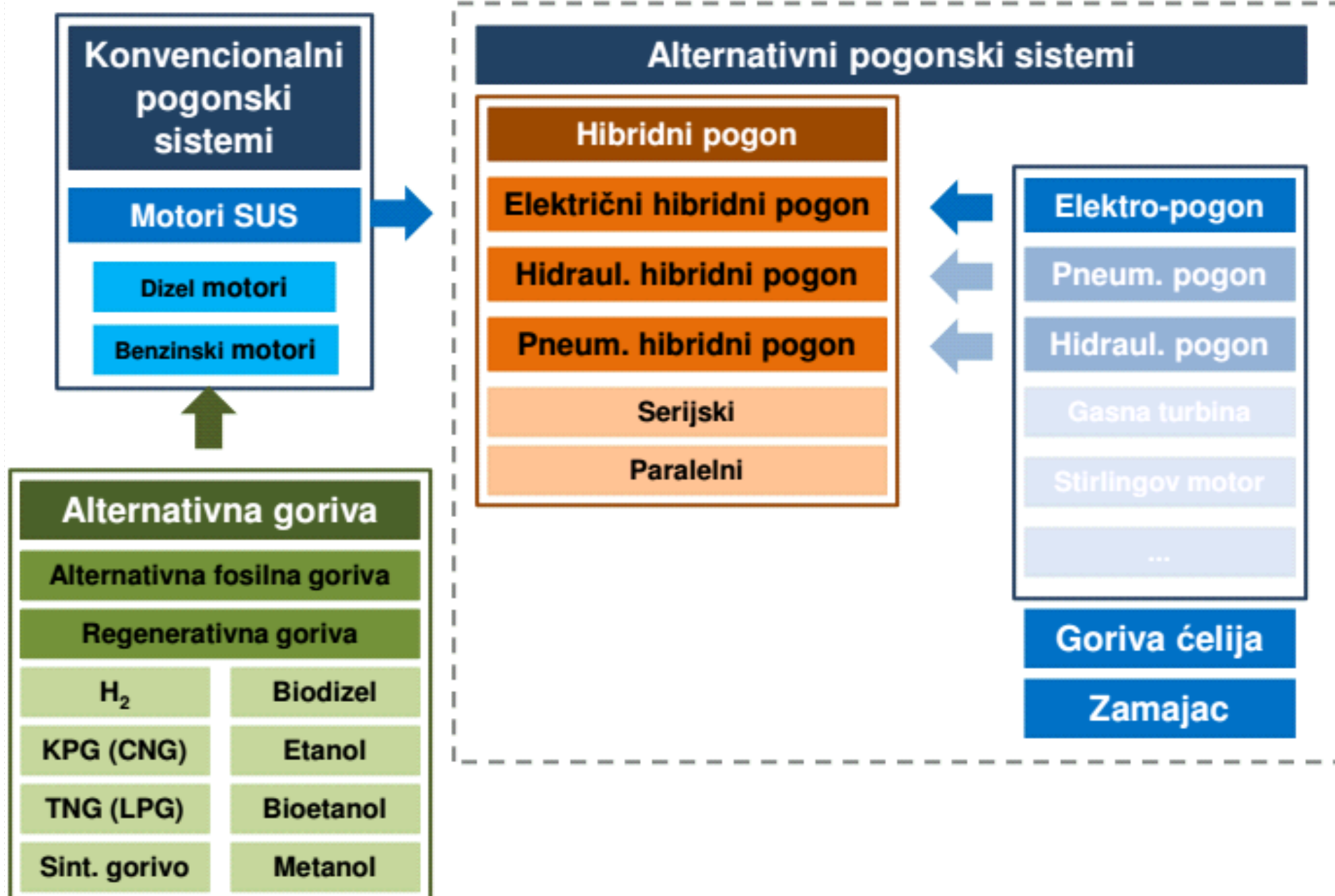
- алтернативна фосилна горива добијена прерадом сирове нафте, природног гаса и угља
- алтернативна регенеративна горива добијена из обновљивих извора (биомаса, енергија сунца, ветра, воде)

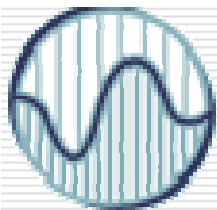


Postupak proizvodnje regenerativnih goriva



Погонски системи за примену код возила и механизације





Будућност мотора СУС

	Benzinski natpunjeni motor sa DU	Brzohodi dizel motor sa DU, hvatačem čestica i NOx katalizatorom	Hibridni pogon sa benzinskom motorom	Vozilo sa gorivom ćelijom i rezervoarom za vodonik
Vozilo konkurentno na tržištu	~ 3 god.	~ 3 god.	~ 3 god.	~ 10–15 god.
Primena na novoprodučenim vozilima	~ 10 god.	~ 10–15 god.	~ 15 god.	~ 25 god.
Primena u floti	~ 10 god.	~ 10–15 god.	~ 10–15 god.	~ 20 god.
Ukupno vreme za primenu tehnologije	~ 20 god.	~ 25 god.	~ 30 god.	~ 50 god.
Značajan tržišni uticaj	2025	2030	2035	2050