

Anestezijski uređaj

Tatjana Šimurina
Nataša Kovač

Moderni anestezijski stroj



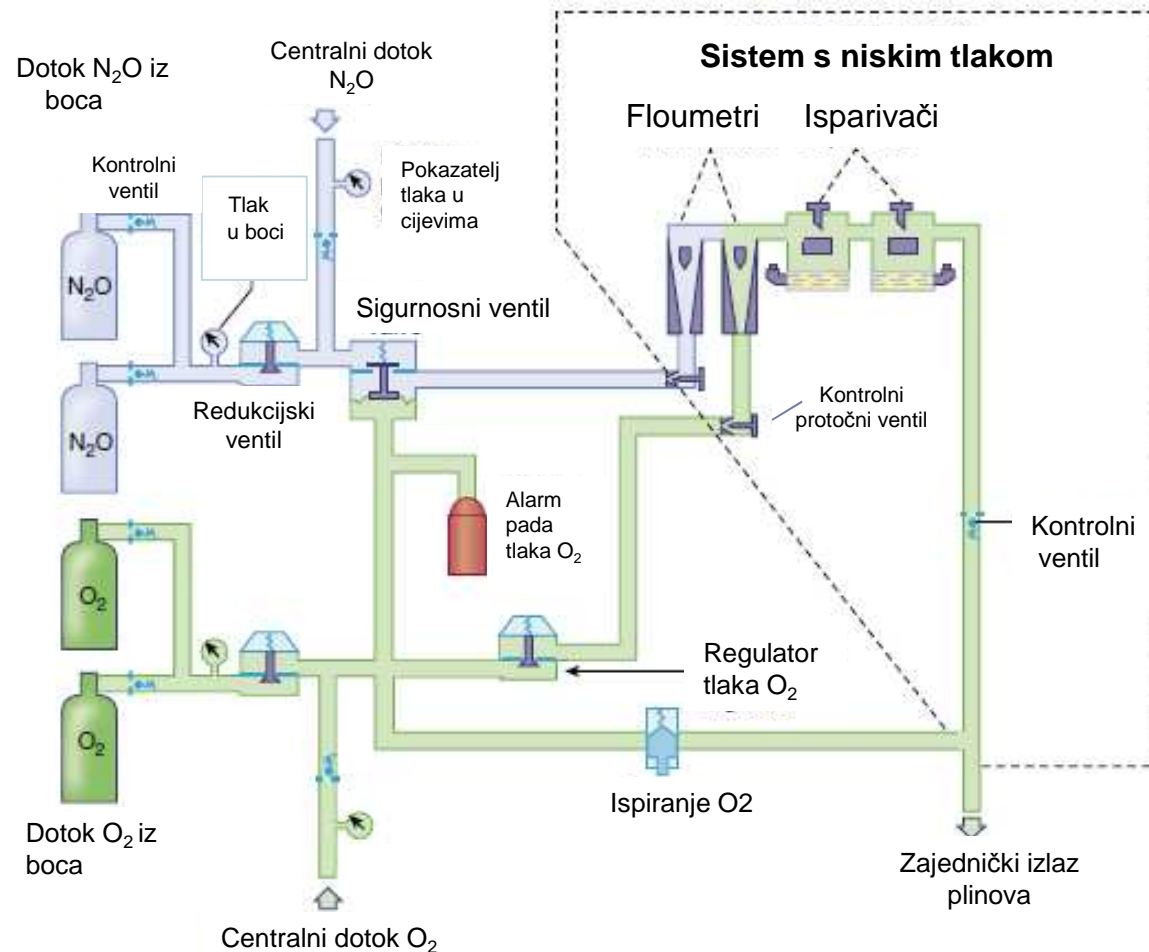
Osnovna funkcija anestezijskog stroja

- ▶ **Sigurna priprema i doprema mješavine anestezijskih plinova i hlapljivih anestetika do dišnog sustava bolesnika**
 - ▶ **Hlapljivi anestetici:**
 - halotan
 - enfluran
 - sevofluran
 - izofluran
 - desfluran
 - ▶ **Anestezijski plinovi, tzv. „plinovi nosači”:**
 - dušikov oksidul, N₂O
 - zrak
 - kisik (najmanje 30 %)
- ▶ **Napomena: anestezijski plinovi u cijevima i bocama označeni su specifičnom bojom (kisik bijelom, dušikov oksidul plavom, zrak crnom/bijelom)**

Anestezijski stroj

- ▶ Sustav za isporuku plinova
- ▶ Dišni krug bolesnika
- ▶ Ventilator

Osnovne komponente anestezijskog stroja



- 5 Prema: Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL, eds. Miller's Anesthesia, 7th Edition. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2009.

Regulator tlaka

- Smanjuje vrlo visok tlak boce na neznatno ispod 5 bara (tek ispod tlaka plinovoda) kako bi se:
 - ujednačio prolazak plina iz visokotlačnih cilindara
 - osiguralo potpuno pražnjenje cilindara
 - omogućio rad stroja
- Ako su i boca i plinovod spojeni i otvoreni istovremeno, plin će teći prioritetno iz plinovoda
- Regulator tlaka dijeli anestezijski uređaj na visokotlačni sustav (prije regulatora) i niskotlačni (nakon regulatora)



Regulacijski ventil s manometrom

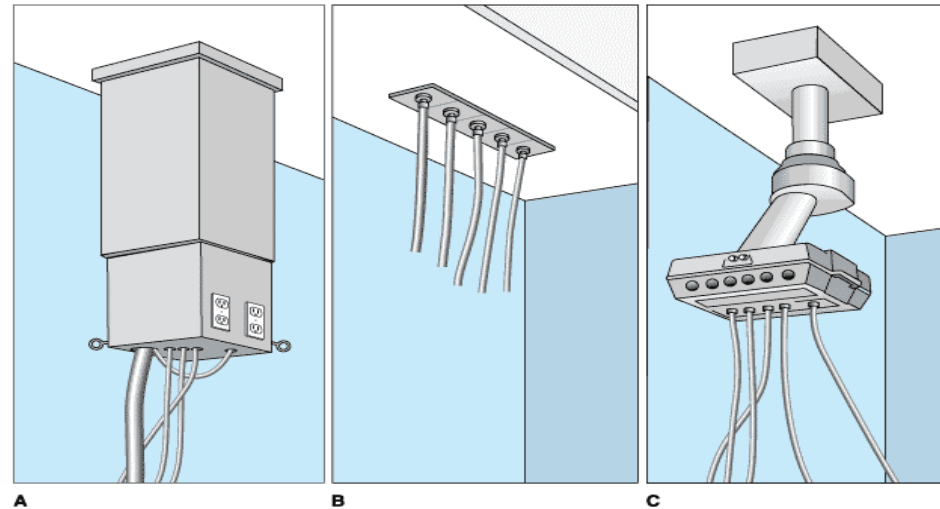
Dostava anestezijskih plinova

- ▶ **Priključci za dotok anestezijskih plinova u anestezijski stroj** – ulazni spojevi specifični su za svaki plin (onemogućena zamjena)
- ▶ **Sigurnosni ventil** – sprječava povratni protok plinova od stroja prema cijevima/atmosferi
- ▶ **Ventil za ispiranje kisikom** – izravna veza visokotlačnog i niskotlačnog dijela sustava čime se povećava dostava kisika nižestrujno od isparivača (opasnost od barotraume!)
- ▶ **Sigurnosni sustav kontrole omjera O_2 i N_2O** omogućava održavanje koncentraciju O_2 u smjesi $> 25\%$ (alarm!)
- ▶ **Senzor kisika** – provjera koncentracije O_2 u dišnom sustavu bolesnika; ispravnost senzora preduvjet je za početak rada
- ▶ **Isparivač** – pretvorba lakohlapljivog anestetika iz tekućeg u plinovito stanje i prilagođavanje koncentracije (volumni %) u smjesi plinova
- ▶ **Izlazni otvor** – mjesto izlaska plinova iz aparata

Sustav za dopremu plinova

▶ Isporuka plina

▶ Plinovod



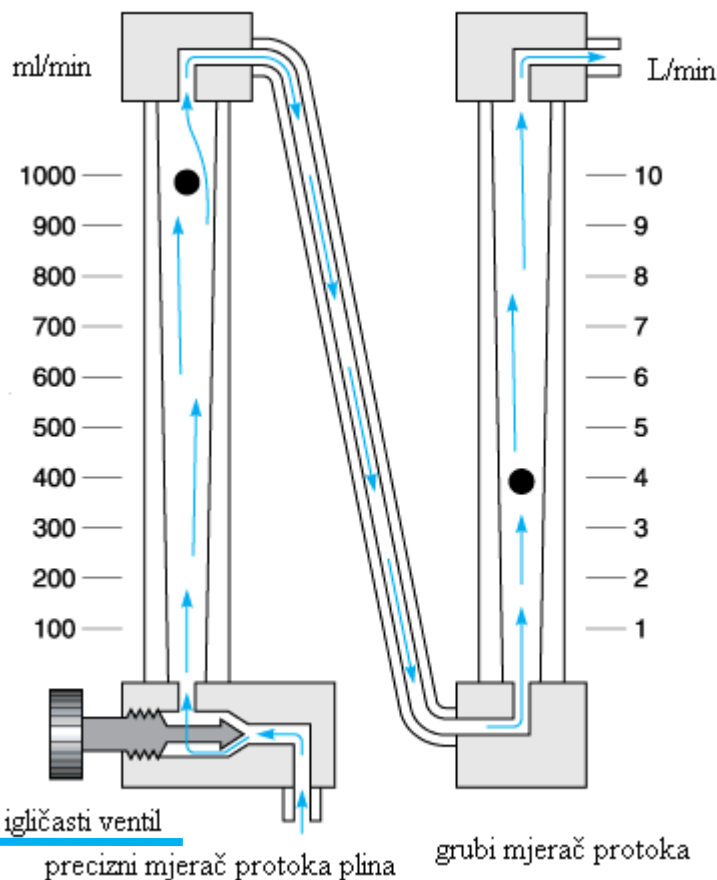
Različiti oblici zidnih priključaka za dopremu kisika, dušikova oksidula i zraka

- ▶ Zidni priključak i cijev za dovod plina do anesteziološkog uređaja odgovaraju dijametrom i bojom kako bi se spriječila uporaba hipoksične smjese plinova

▶ Boce (cilindri)

- Boca s kisikom (O_2), 150 bar
- Boca s dušikovim oksidulom (N_2O), 51 bar
- Boca sa zrakom, 124 bar
- Regulator tlaka (redukcijski ventil)

Kontrolni ventil i mjerac protoka plinova



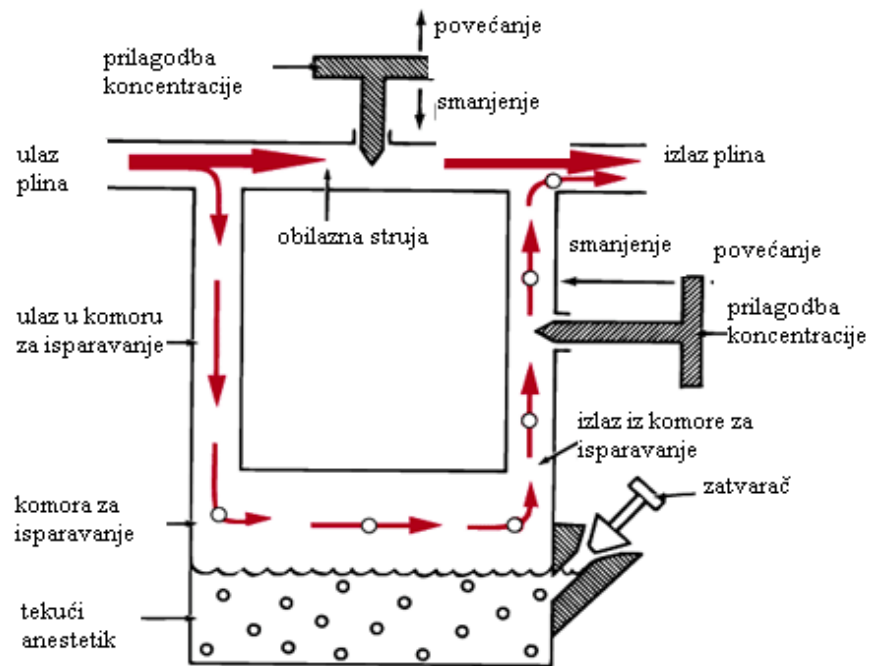
Mjerac protoka kalibrirana je stožasta staklena cjevčica u kojoj indikatorski plovak ili loptica pluta kako bi pokazali protok plina.

Elektronički mjerac protoka omogućuje očitavanje na zaslonu.

Prikaz mjeraca protoka i igličastog ventila

- ▶ 9 Igličasti ventil – smanjuje tlak plina od visokog do približnog atmosferskom

Isparivač (engl. *vaporizer*)

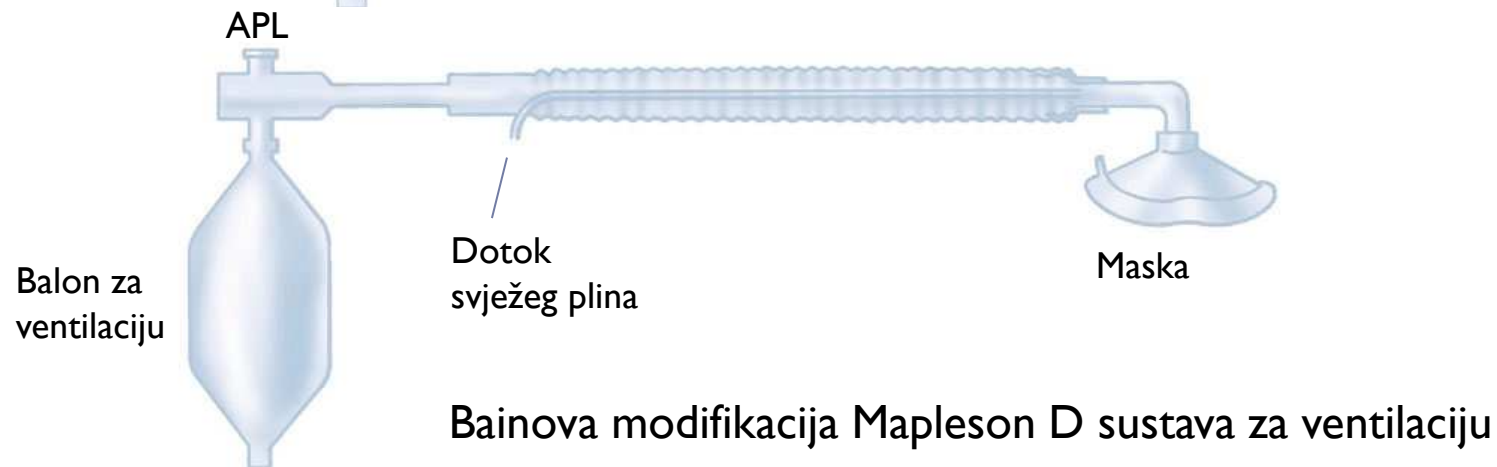


Izgled isparivača za hlapljive anestetike

Anestezijski dišni sustavi

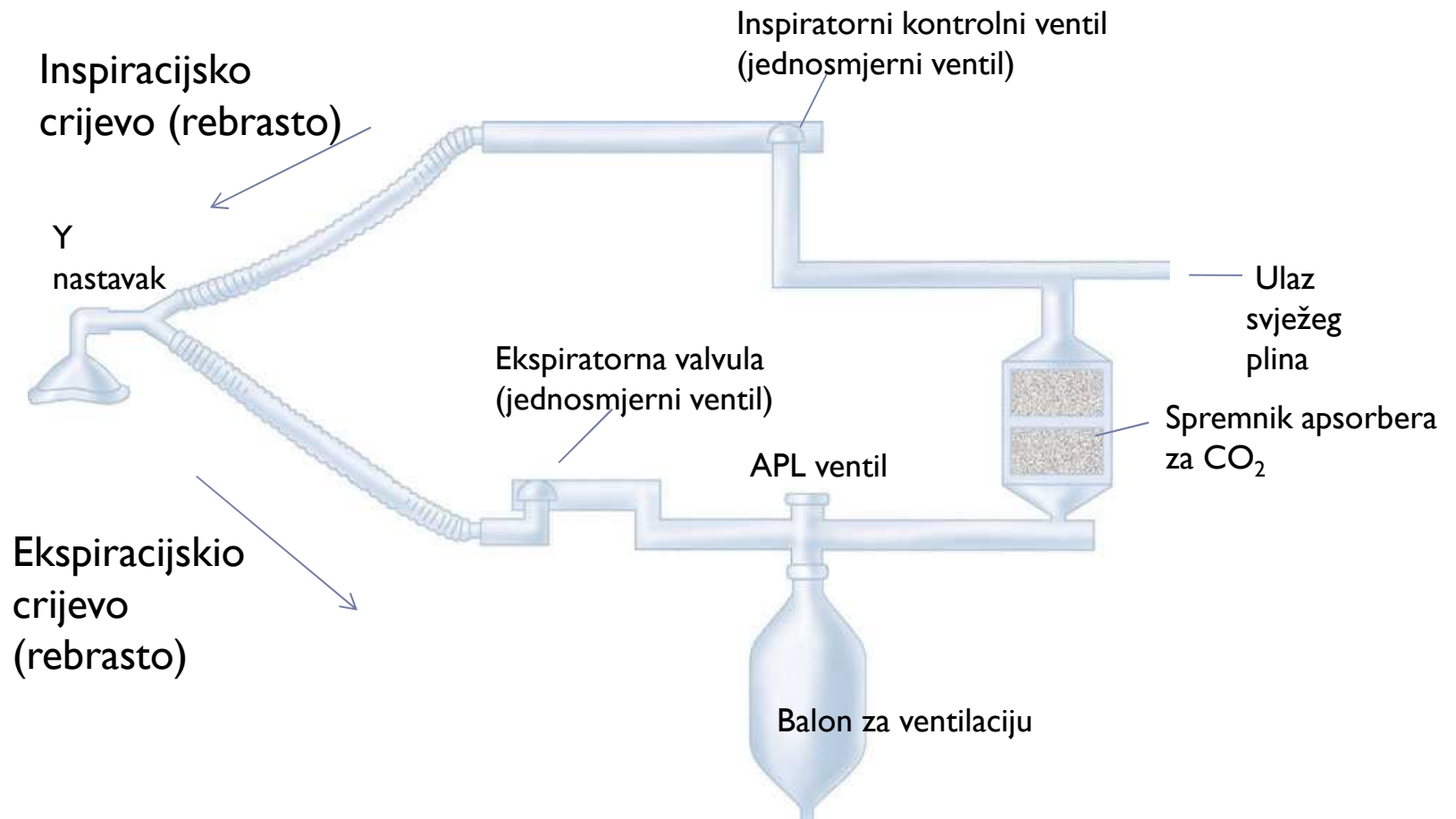
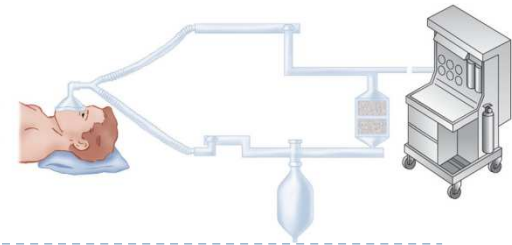
- ▶ Omogućavaju dostavu mješavine plinova odgovarajućeg sastava volumena i tlaka iz anestezijskog uređaja do pluća bolesnika koji diše spontano, asistirano ili kontrolirano
- ▶ Podjela prema obliku i funkciji
 - ▶ Prema funkciji
 - ▶ **nepovratni**
 - ▶ **povratni**
 - ▶ Prema obliku
 - ▶ **linearni** (engl. *T-piece system*) – nepovratni sustav u kojem su bolesnikova pluća povezana s anestezijskim uređajem putem jedne cijevi, inspiracijske
 - ▶ **kružni** – sustav s povratnim disanjem onemogućuje ponovno udisanje plina – absorber CO₂
- ▶ Najčešće korišteni sustav je kružni
- ▶ Linearni se koristio u dojenčadi i male djece zbog niskog otpora i malog mrtvog prostora ali ih zamjenjuju kružni sustavi prilagođeni ventilaciji djece
- ▶ Sastoje se od:
 - ▶ **spremnika plinova**
 - ▶ **cijevi za disanje** (naboranost omogućava turbulentni protok)
 - ▶ **ulaza svježeg plina**
 - ▶ **ventila za prilagodbu tlaka** (APL ventil za prilagodbu tlaka, Adjustable Pressure Limitation)
 - ▶ kružni sustav ima i **absorber za CO₂**

Poluotvoreni sustav



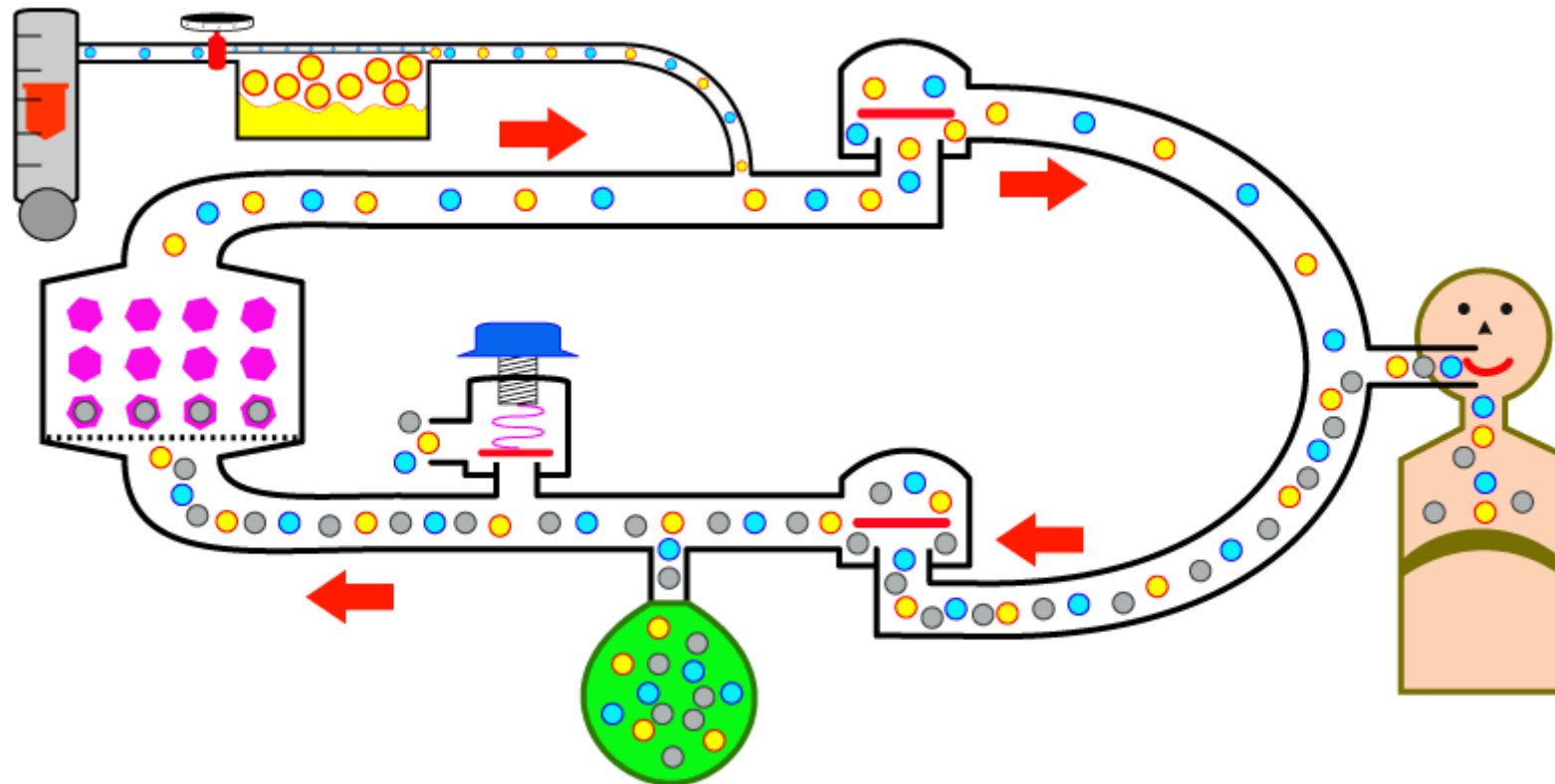
- 12 Koncentracija CO_2 u alveolarnom zraku ovisi o dotoku svježih plinova i minutnoj ventilaciji.

Kružni sustav



- ▶ 13 Anestezijski plinovi kruže od ekspiracijskog prema inspiracijskom kraku kružnog sustava, spajajući se na bolesnikovu kraju (Y nastavak).

Kružni sustav – shematski prikaz



howequipmentworks.com

Absorber CO₂



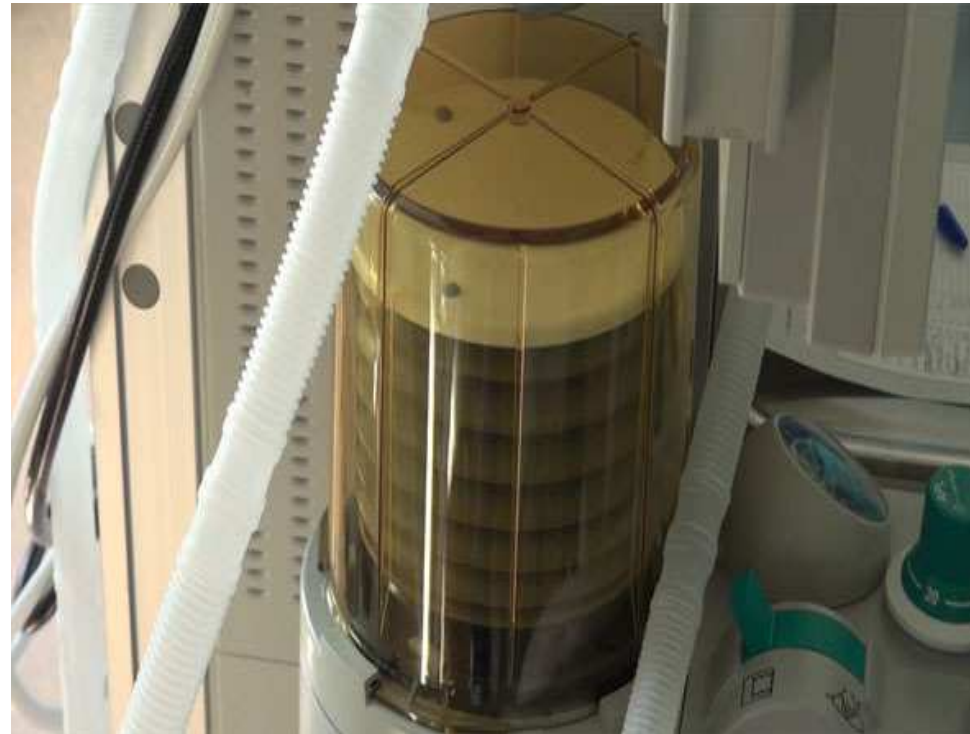
- ▶ Najčešće rabljeni absorberi:
 - ▶ *soda lime* (CaOH₂+ NaOH + KOH + voda)
$$2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$
uz oslobađanje topline
 - ▶ *baralime* (Ba[OH]₂ +Ca[OH]₂)
- ▶ Indikator potrošenosti absorbera: zasićenje s CO₂ dovede do promjene pH i boje indikatora
- ▶ Jedini sigurni pokazatelj je senzor za CO₂, (1 % CO₂ u inspiracijskom plinu znači da je absorber potrošen)

Ventilator



Anestezijski ventilator:

- Mijeh zatvoren u kućištu
- Podesivi regulator tlaka
- Pogon
 - Pneumatski
 - ✓ Kisik
 - ✓ Komprimirani zrak
 - Električni



Mijeh anestezijskog ventilatora je funkcionalna inačica balona za ručnu ventilaciju

Monitori protoka i tlaka u dišnom sustavu

- ▶ **Moderni anestezijski strojevi omogućavaju:**
 - ▶ Monitoring sadržaja kisika u dišnom sustavu
 - ▶ Automatsko mjerenje tlakova u dišnom putu:
 - ▶ vršnog tlaka
 - ▶ tlaka platoa
 - ▶ tlaka na kraju ekspirija
 - ▶ **Automatski alarm:**
 - ▶ Promjena tlaka plinova u dišnom sustavu
 - Porast tlaka:
 - APL valvula zatvorena kod spontanog ili asistiranog disanja
 - Pad tlaka:
 - Raskopčavanje u dišnom sustavu
 - ▶ Gubitak plinova u dišnom sustavu
 - ▶ Razlika zadanih i postavljenih vrijednosti ventilacije

Provjera anestezijskog stroja

- ▶ Obvezna je svaki dan prije upotrebe
- ▶ Najčešće prema preporukama FDA od 1993. god.
- ▶ Provjera obuhvaća:
 - ▶ Opremu za održavanje dišnog puta
 - ▶ Ispravnost pomoćnog sredstva za ventilaciju (Ambu-balon)
 - ▶ Ispravnost i cjelovitost dišnog sustava
 - ▶ Ispravnost i cjelovitost dotoka kisika
- ▶ Većina modernih anestezijskih uređaja ima automatski slijed provjere većeg broja funkcija