

ECHIPAMENTE
PENTRU
EXTRACTIA
LICHID - LICHID
EXTRACTOARE

EXTRACTOARE

- Sunt echipamente care trebuie sa satisfaca in cat mai mare masura, urmatoarele deziderate:
 - eficacitate de separare cat mai mare;
 - productie specifica (pe m^3) cat mai mare;
 - consum minim de energie mecanica si termica (inclusiv caldura pt. recuperarea solventului);
 - cost redus de investitie si exploatare;
 - adaptabilitate la conditii variate de lucru.

EXTRACTOARE

- Eficacitatea mare a extractoarelor se realizeaza prin:
 - a) intensificarea transferului de masa intr-o unitate de extractie;
 - b) repetarea de un nr. mare de ori a acestei unitati.
- Intensificarea transferului se obtine prin marirea celor trei factori ai ecuatiei:

$$N_B = K \cdot A \cdot \Delta C$$

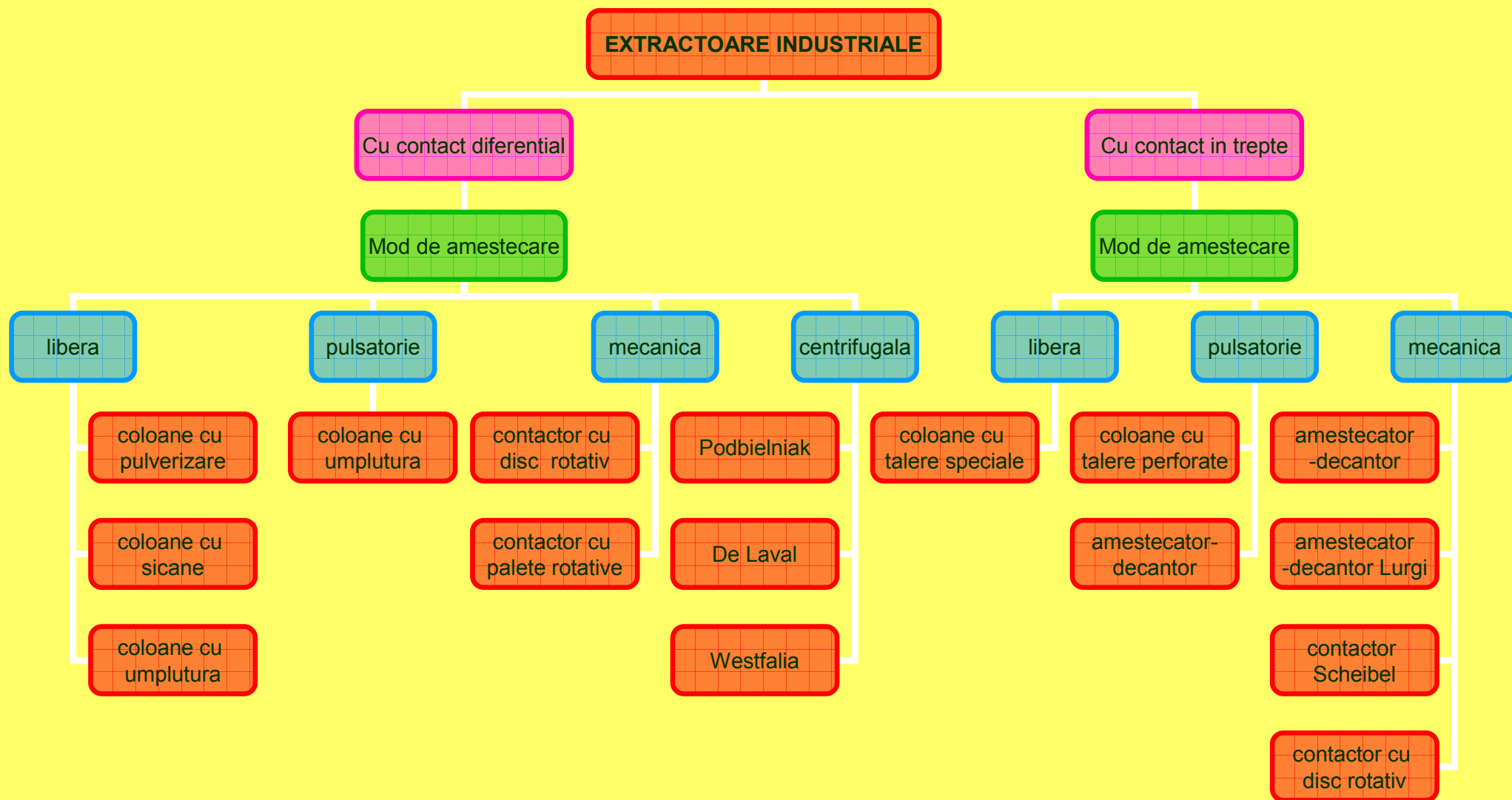
EXTRACTOARE

- marirea coeficientului K :
 - fiind functie de grosimea straturilor limita, necesita o buna agitare (turbulenta) a lichidelor
- marirea ariei de contact A :
 - prin agitare intensa (in extractoarele cu unitati distincte)
 - prin formare de picaturi mici si numeroase (dispersie fina)
 - prin umpluturi eficiente
- marirea diferentei concentratiilor, ΔC :
 - folosirea refluxului

CLASIFICAREA EXTRACTOARELOR

- Dupa modul de contactare a celor doua faze:
 - extractoare cu contact in trepte
 - extractoare cu contactare diferentiala
- Dupa criteriul unitatilor de extractie:
 - extractoare cu unitati de extractie distincte
 - extractoare continue in contracurent
- Dupa modul de amestecare:
 - extractoare fara agitare
 - extractoare cu agitare mecanica
 - extractoare pulsate
 - extractoare centrifugale

CLASIFICAREA EXTRACTOARELOR DUPA LADDHA SI DAGALEESAN (1974)



Clasificarea extractoarelor dupa Hanson (1972)

Curgere indusa:	Dispersia fazelor:	Contactare diferentiala	Cu contact in trepte
gravi-tational	gravi-tatie	Grupa A Coloana cu pulverizare Coloana cu umplutura	Grupa B Coloana cu talere perforate
	pulsare	Grupa C Coloana cu umplutura pulsata Coloana cu talere pulsata	Grupa D Coloana cu talere sita pulsata
	agitare mecanica	Grupa E Contactor cu discuri rotative Coloana Oldshue-Rushton Coloana Zeihl Contactor Graesser	Grupa F Coloana Scheibel Amestecator-decantor
centri-fugal	forta centri-fuga	Grupa G Podbielniak Quadronic De Laval	Grupa H Westfalia Robatel

Domenii tipice de aplicare

Tip de sistem		Capacitate redusa	Capacitate mare
Numar redus de trepte de separare necesar	Stabil chimic Separare usoara a fazelor Valoare redusa	A, B, amestecator- decantor	E sau F
	Stabil chimic Valoare apreciabila	C sau D	E sau F (nu amestecator- decantor)
	Instabil chimic Separare lenta a fazelor	G sau H	G sau H
Numar apreciabil de trepte de separare necesar	Stabil chimic Separare usoara a fazelor Valoare redusa	B, C, D sau amestecator- decantor	E sau F
	Stabil chimic Valoare apreciabila	C sau D	E sau F (nu amestecator- decantor)
	Instabil chimic Separare lenta a fazelor	G sau H	G sau H

Extractoare cu unitati de extractie distincte

- Pot functiona:
 - in sarje
 - continuu (pt. productii mari)
- Fiecare unitate de extractie este formata din doua aparate distincte:
 - amestecator
 - decantor

Extractoare cu unitati de extractie distincte

- Functionare discontinua:
 - amestecatorul si decantorul sunt obisnuite
 - **Amestecatoare:**
 - agitator cu elice sau cu turbina
 - intensitatea agitarii: $\sim 0,2 \text{ kW/m}^3$
 - trebuie evitata formarea emulsiilor stabile (filtrare, pp. electrostatica, tratare cu US sau subst. ch.)
 - **Decantoare:**
 - obisnuite, discontinue
 - prevazute cu disp. ptr. separarea celor 2 faze, rafinat si extract

Extractoare cu unitati de extractie distincte

- Instalatii de mica productivitate:
 - amestecatorul poate servi ca decantor, dupa oprirea agitatorului
- Functionare continua:
 - amestecatoarele si decantoarele de volum mare nu sunt convenabile, mai ales cand nr. unitatilor de extractie este mare

Extractoare cu unitati de extractie distincte

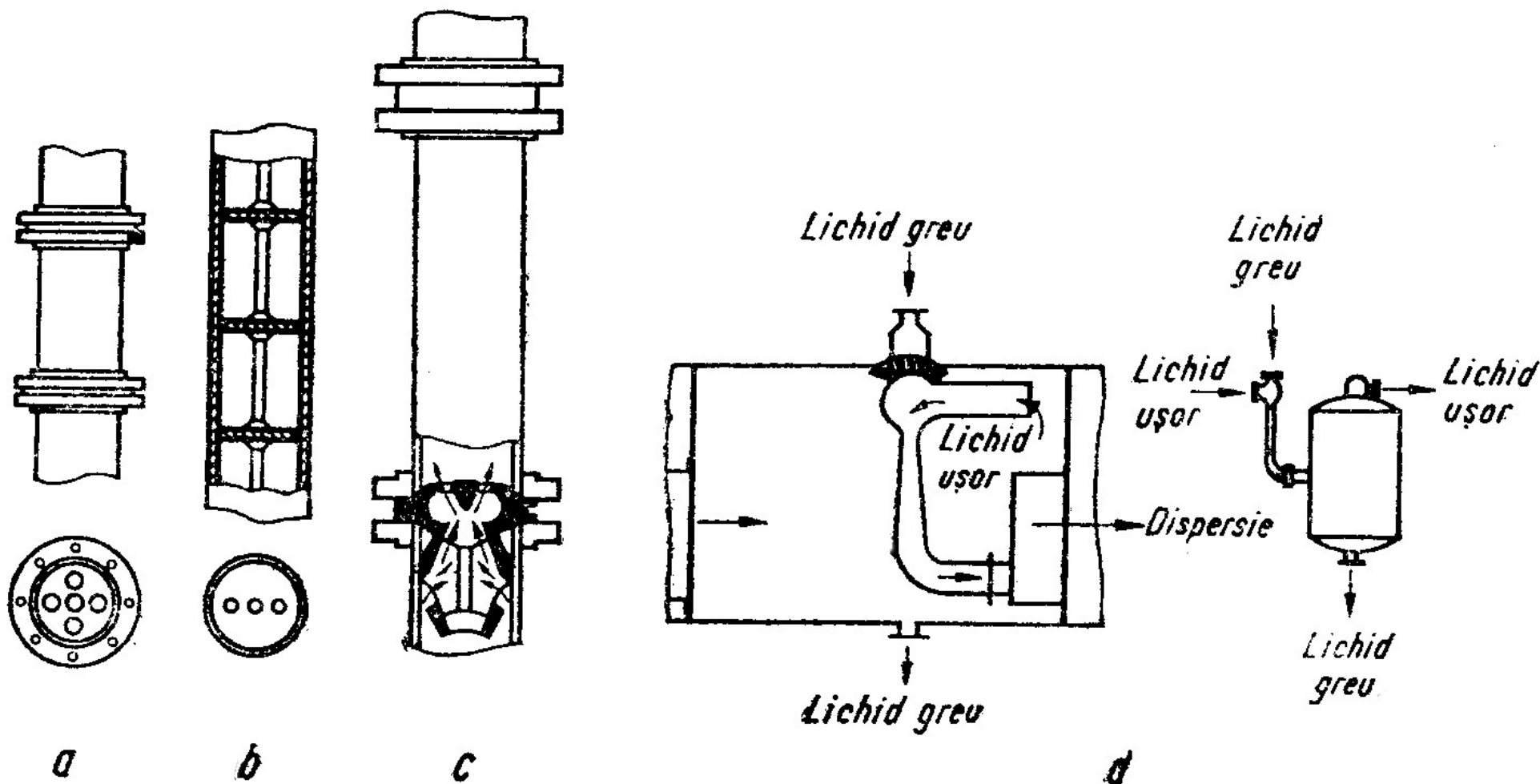


Fig. 30.19. Extractoare cu unități de extracție separate:

a, b — coloane cu șicane găurite; c — coloane cu duze speciale; d — unități de extracție cu injector și decantor.

Extractoare cu unitati de extractie distincte

- Se folosesc:
 - disp. de amestecare cu sicane perforate sau nu (**a**, **b**)
 - duze montate in conducte sau coloane (**c**)
 - injectoare actionate cu unul din lichide (**d**)
- Decantoarele:
 - spatiile dintre 2 dispozitive de amestecare
 - sifoane cu decantare continua
- Eficienta este mare (75-100%) daca durata agitarii si sedimentarii este suficienta

Extractoare cu unitati de extractie distincte

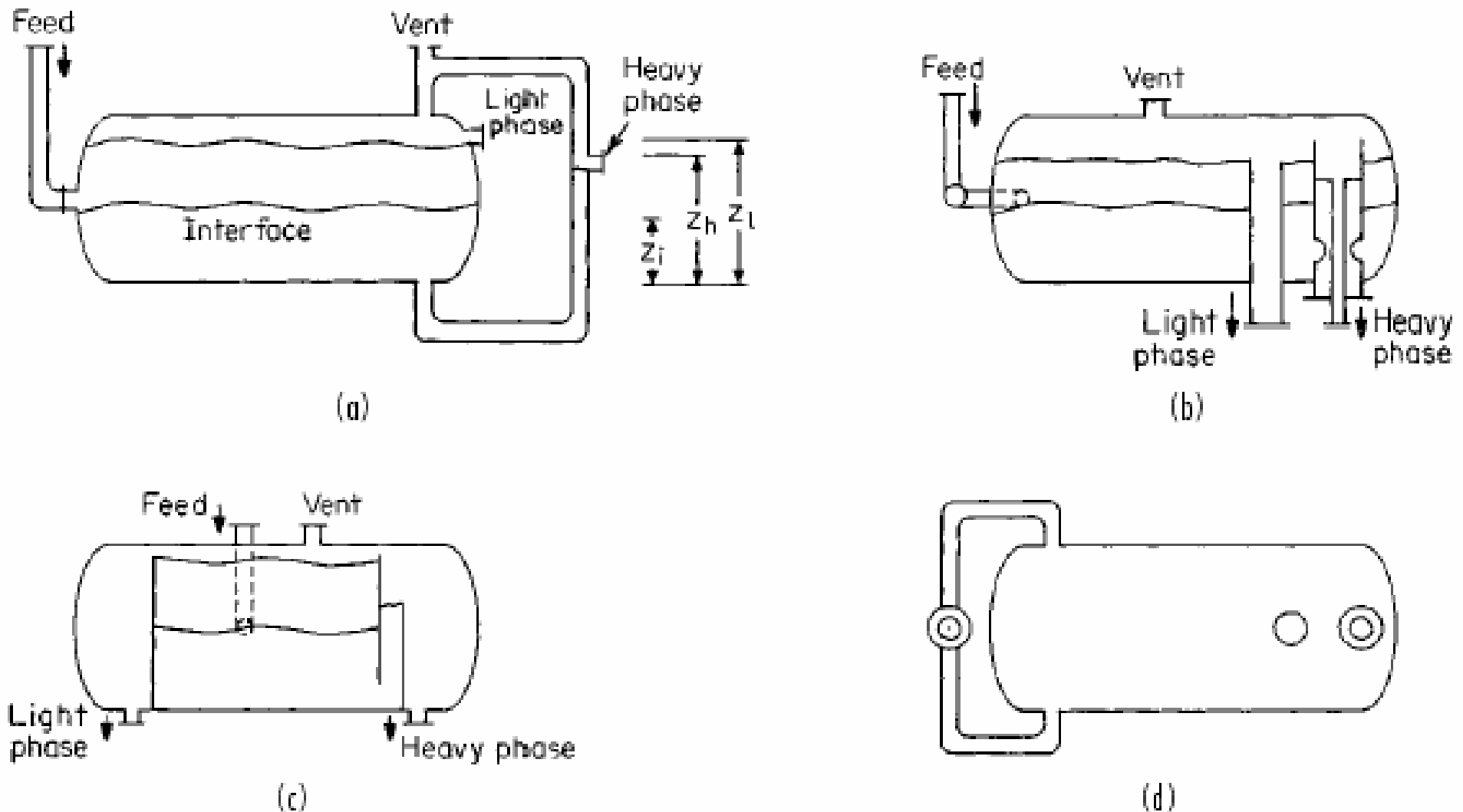
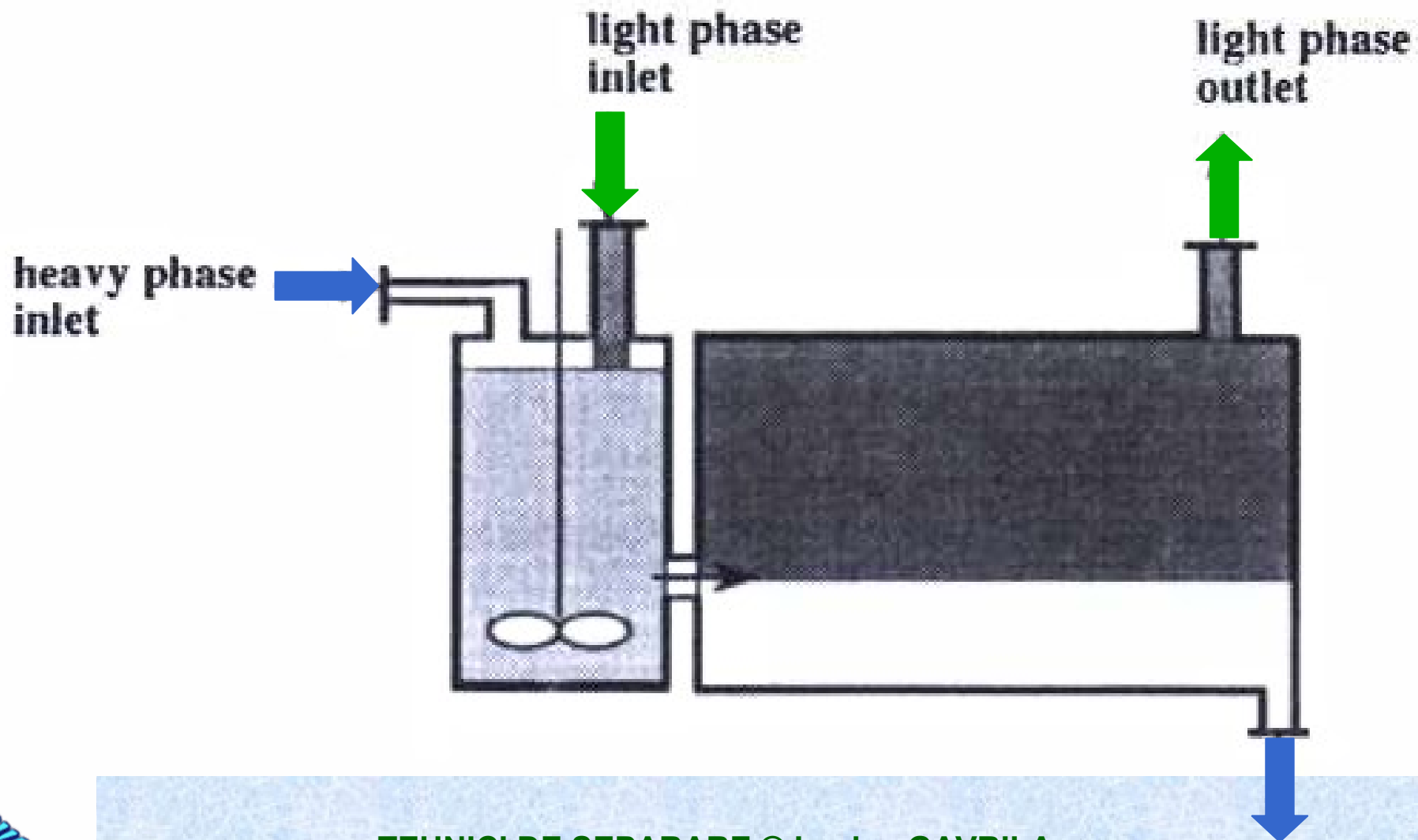


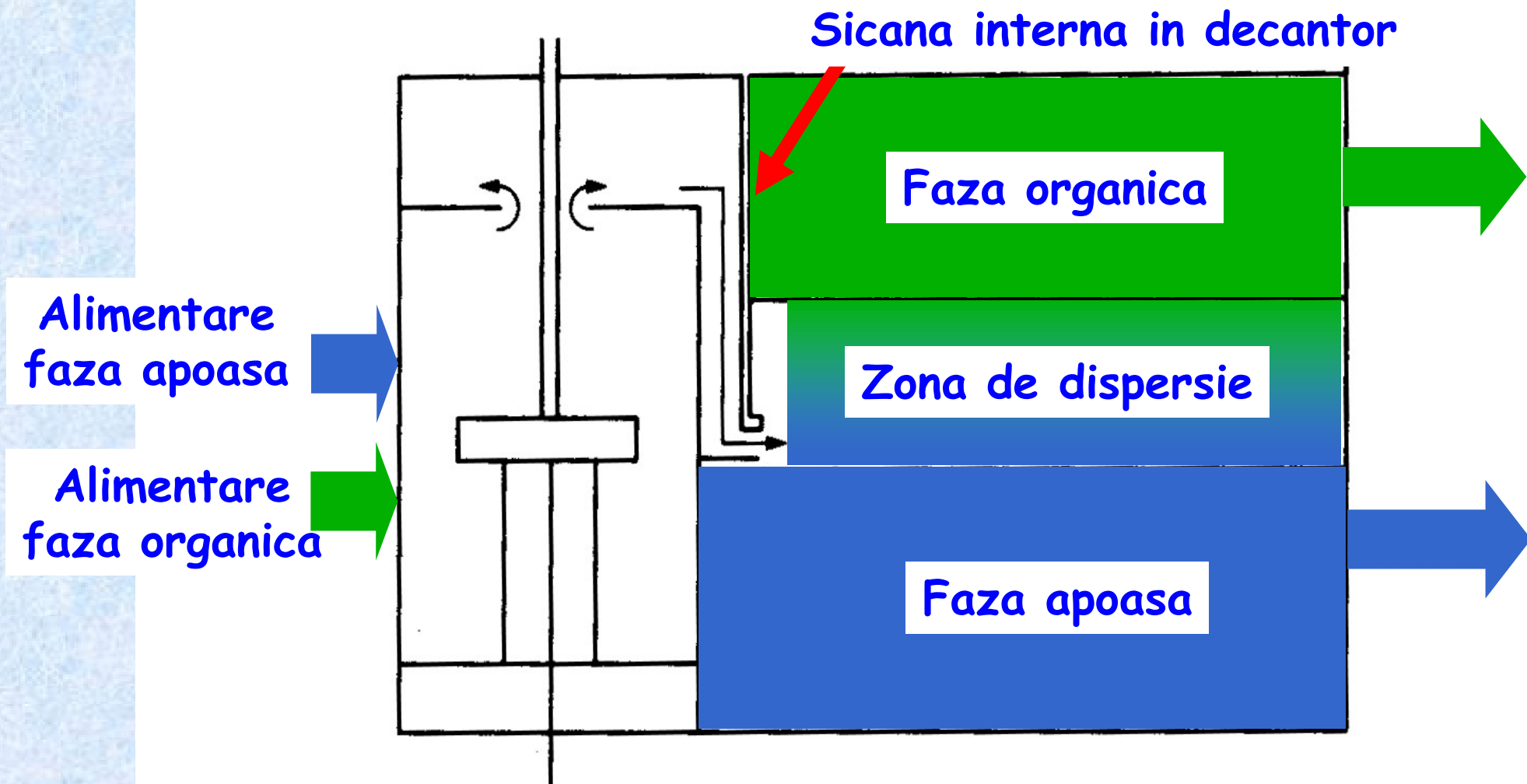
FIG. 15-24 Gravity decanters. (a) External jackleg, side view. (b) Straight weirs, side view. (c) Circular weirs, side view. (d) Circular weirs, top view.

Extractoare cu unitati de extractie distincte

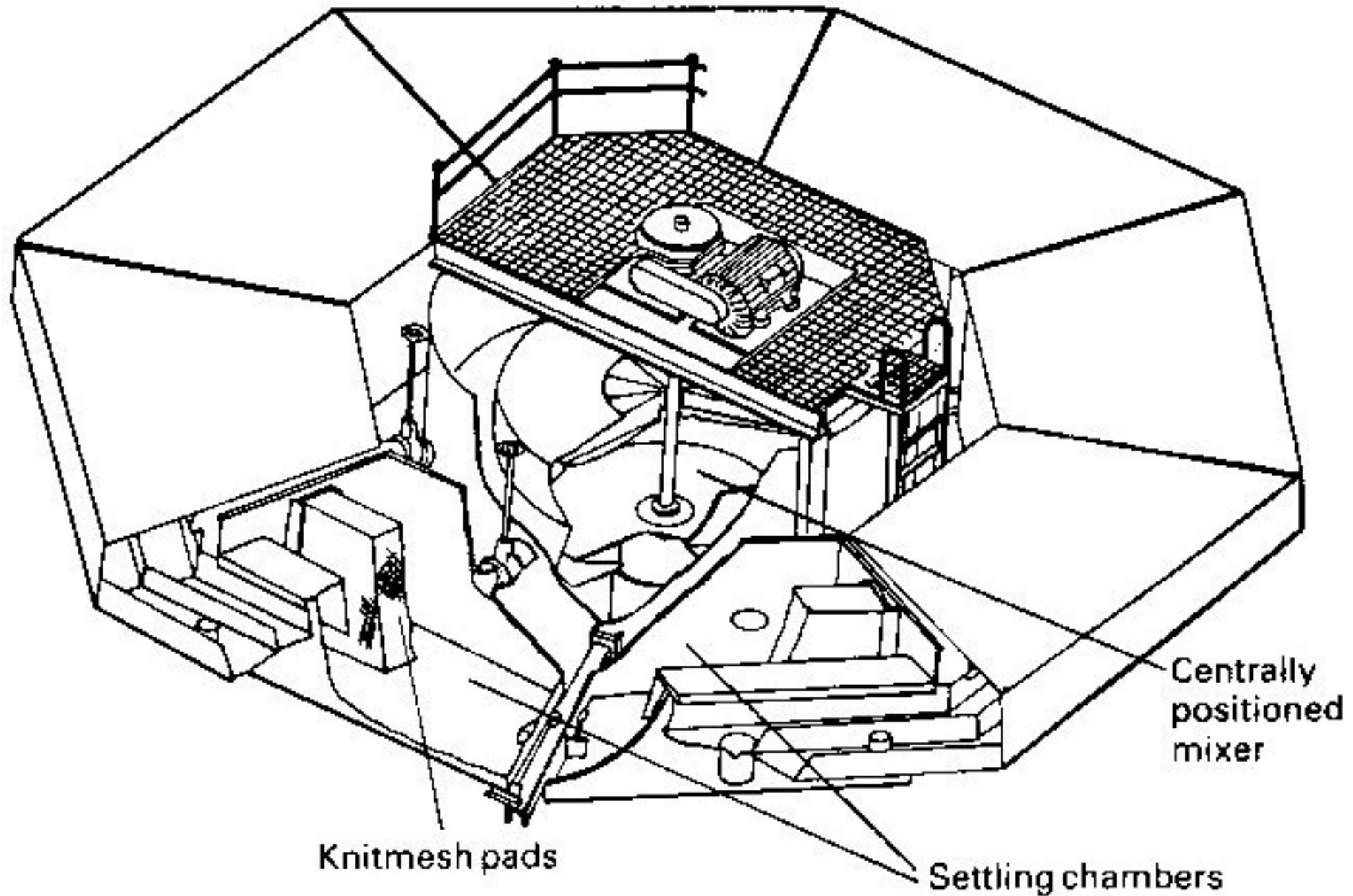
- Unitate de extractie clasica:



Extractoare cu unitati de extractie distincte

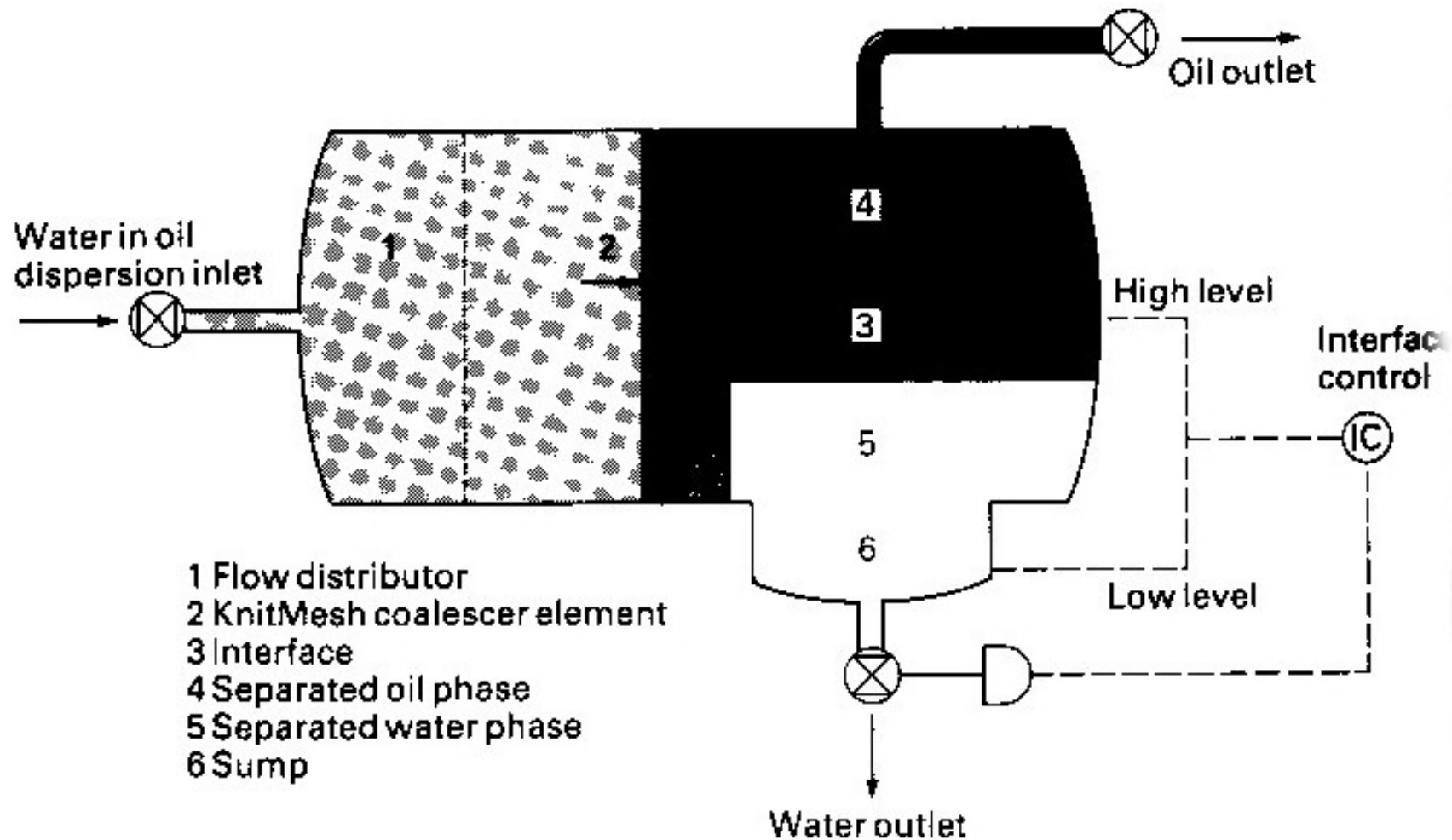


Extractoare cu unitati de extractie distincte



Unitate amestecator-decantor din segmente

Extractoare cu unitati de extractie distincte



Flow in a KnitMesh separator

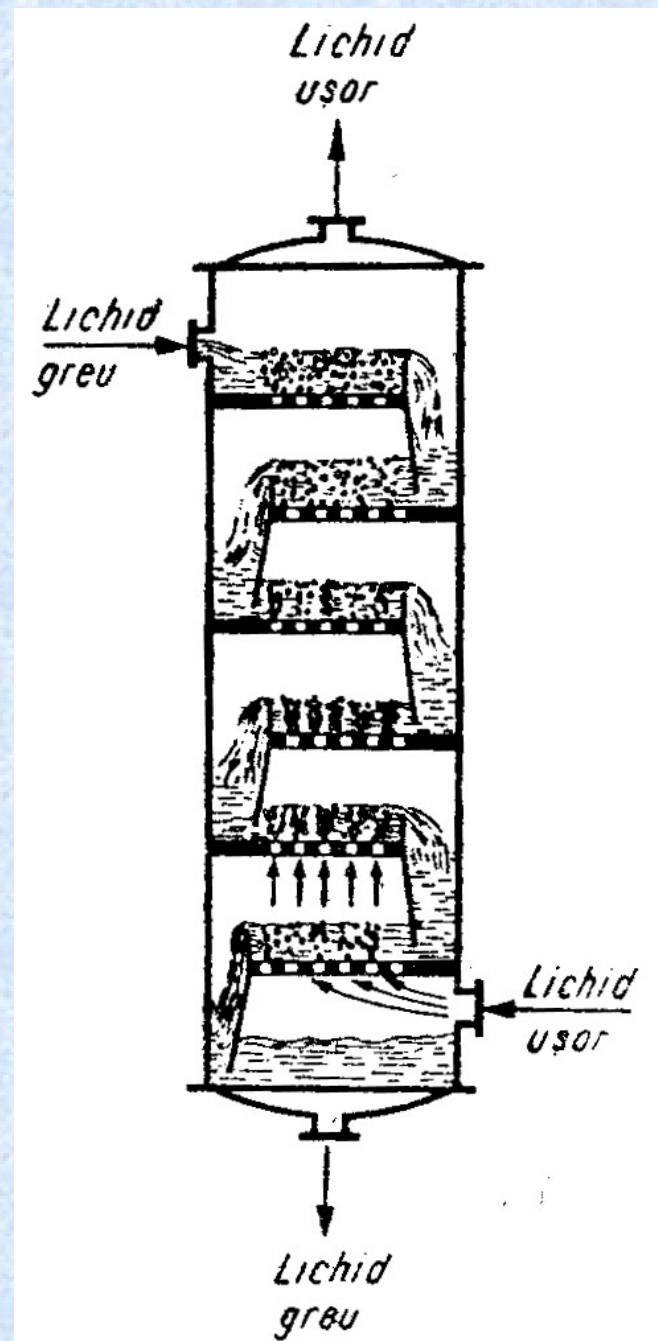
- Separator KnitMesh – principiu de functionare

Extractoare continue in contracurent

- Sunt aparate:
 - compacte
 - de mare eficacitate
 - au productivitate ridicata
- Fazele circula in contracurent prin extractor, viteza relativa rezultand din diferentele de densitate
- Cele doua faze:
 - o faza continua
 - o faza dispersa:
 - picaturi dispersate in faza continua
 - film de lichid pe suprafetele din interiorul extractorului

Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte

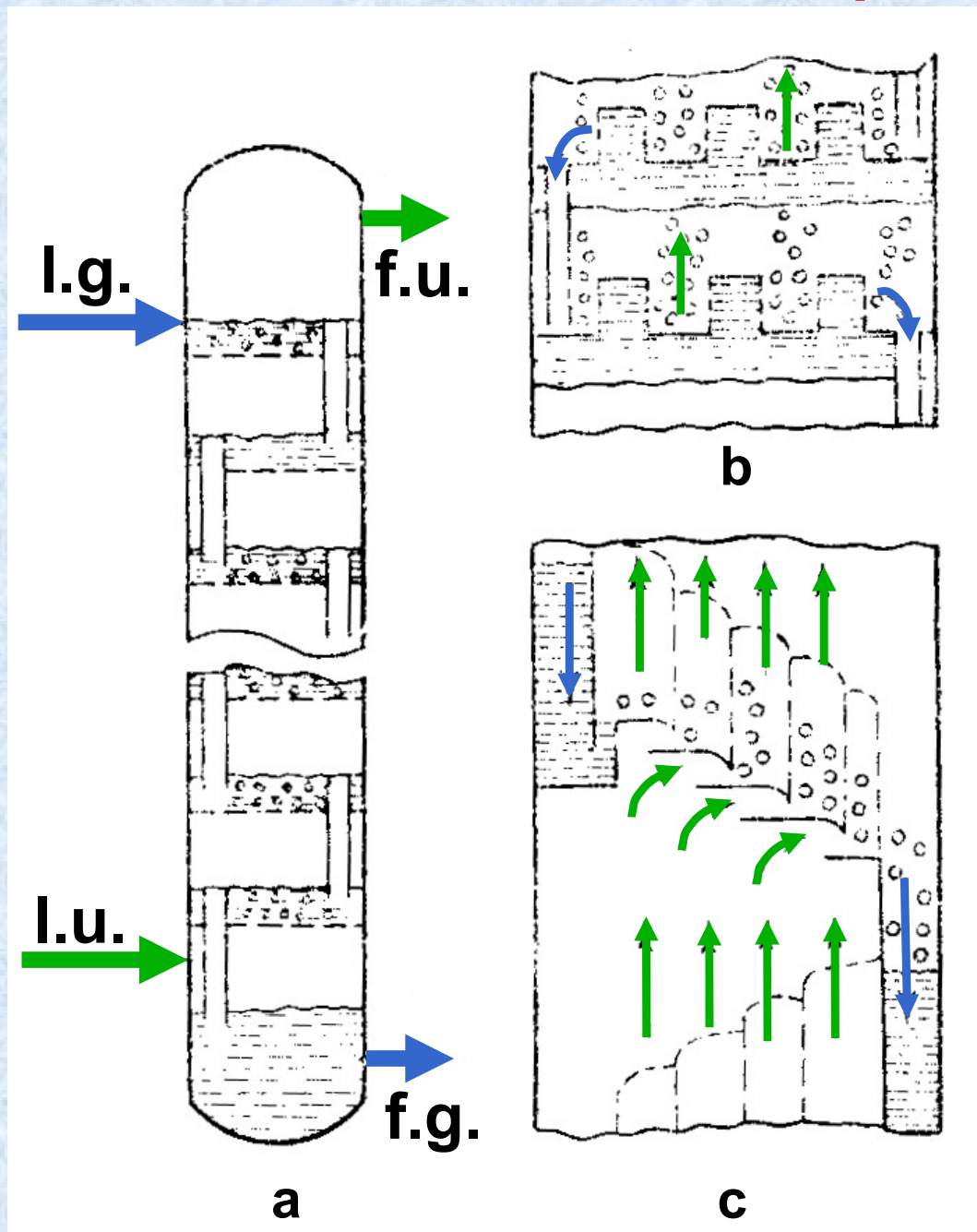
- Coloana de extractie cu talere perforate:
- Faza dispersa - faza usoara
- Eficacitatea unui taler: 2-30% din eficacitatea unui taler teoretic (valori mici - daca tensiunea interfaciala este mare)



Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte

- Coloana de extractie cu talere perforate:

- b) taler cu tuburi perforate lateral;
- c) taler cu sicane orizontale in cascada si cu jgheaburi perforate - poate atinge eficacitati pana la 75%;



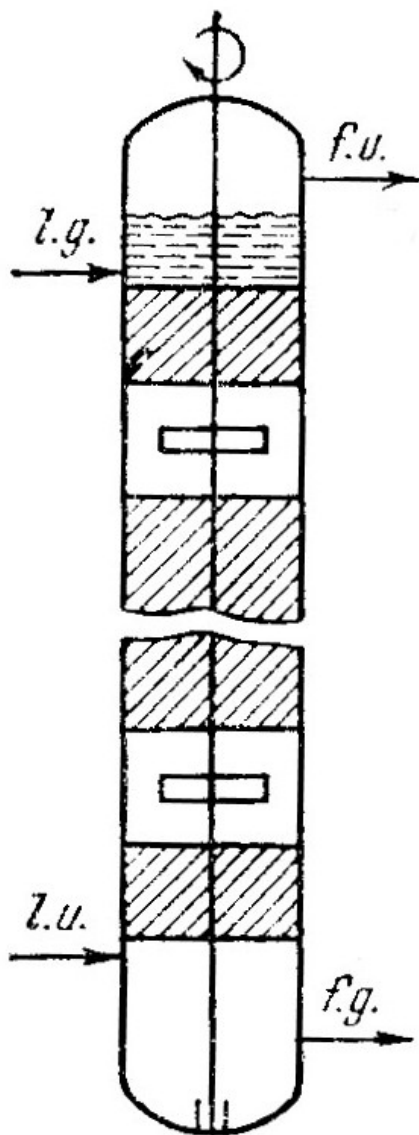
Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte

- Coloane de extractie cu amestecare mecanica:

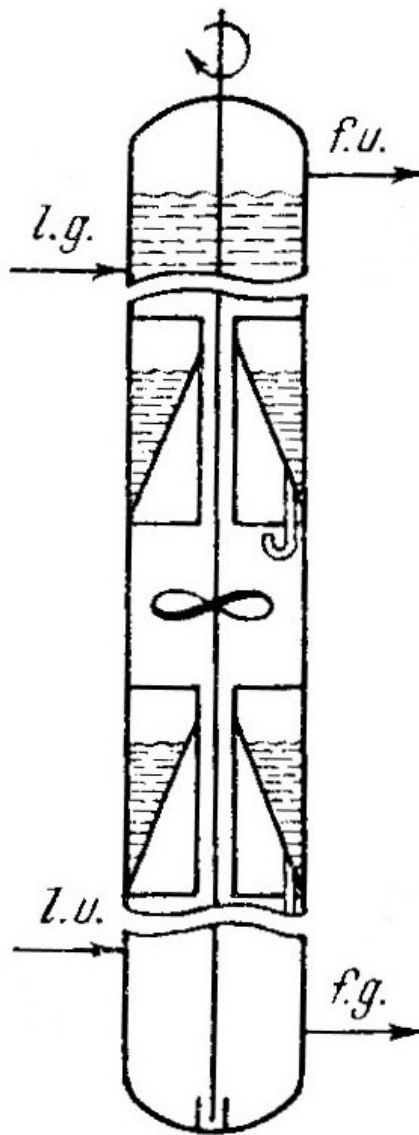
- fiecare treapta de contact este formata dintr-o zona de amestecare si o zona de separare;
- zonele sunt dispuse alternativ in interiorul aparatului;

1. Extractorul **SCHEIBEL** (cu agitare si umplutura)
2. Extractorul **OTHMER** (cu agitare si talere conice)
3. Extractorul cu pompe de amestecare si umplutura

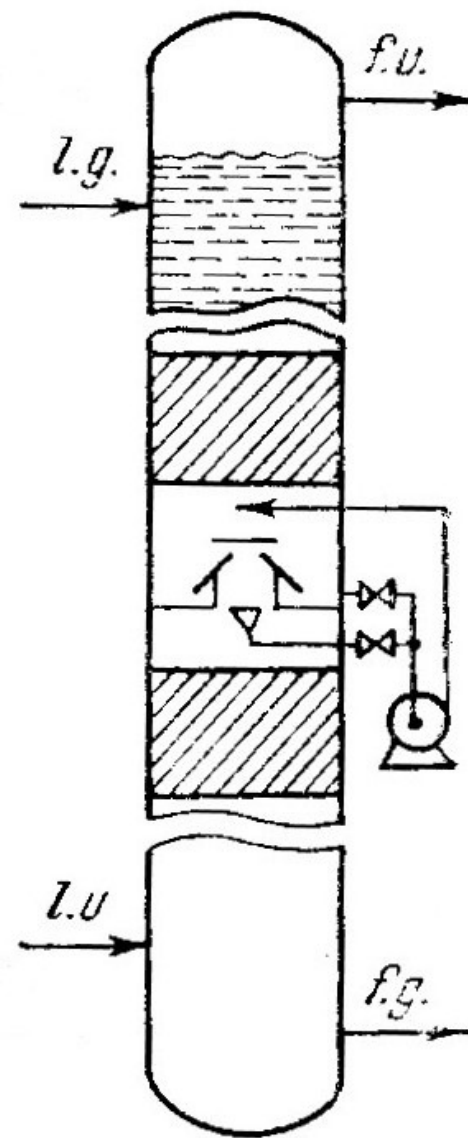
Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte



1

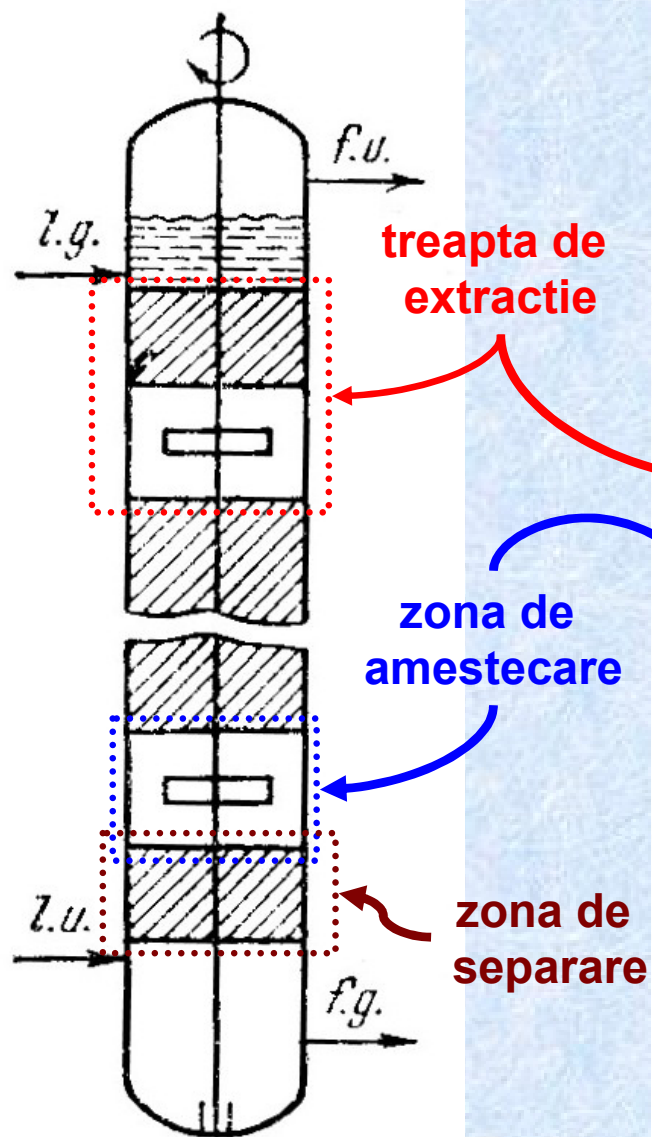


2

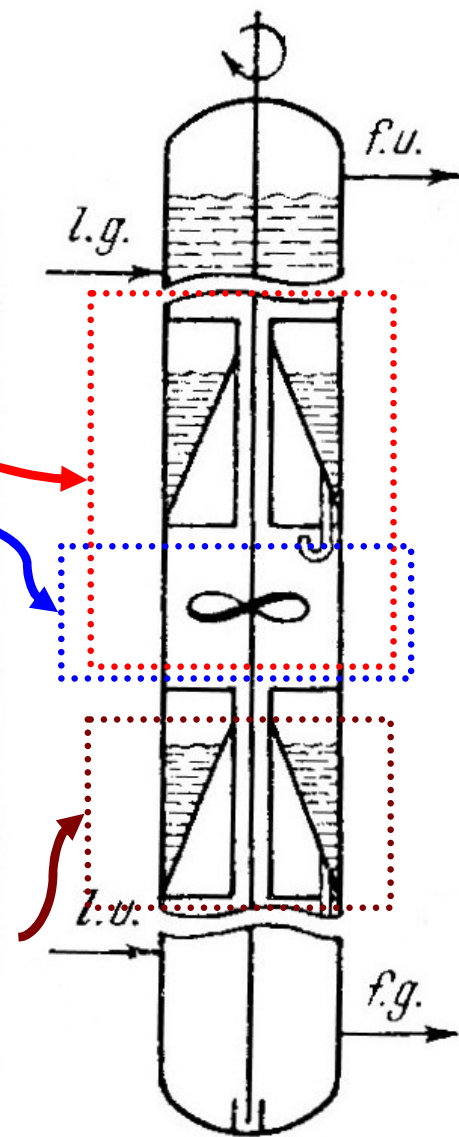


3

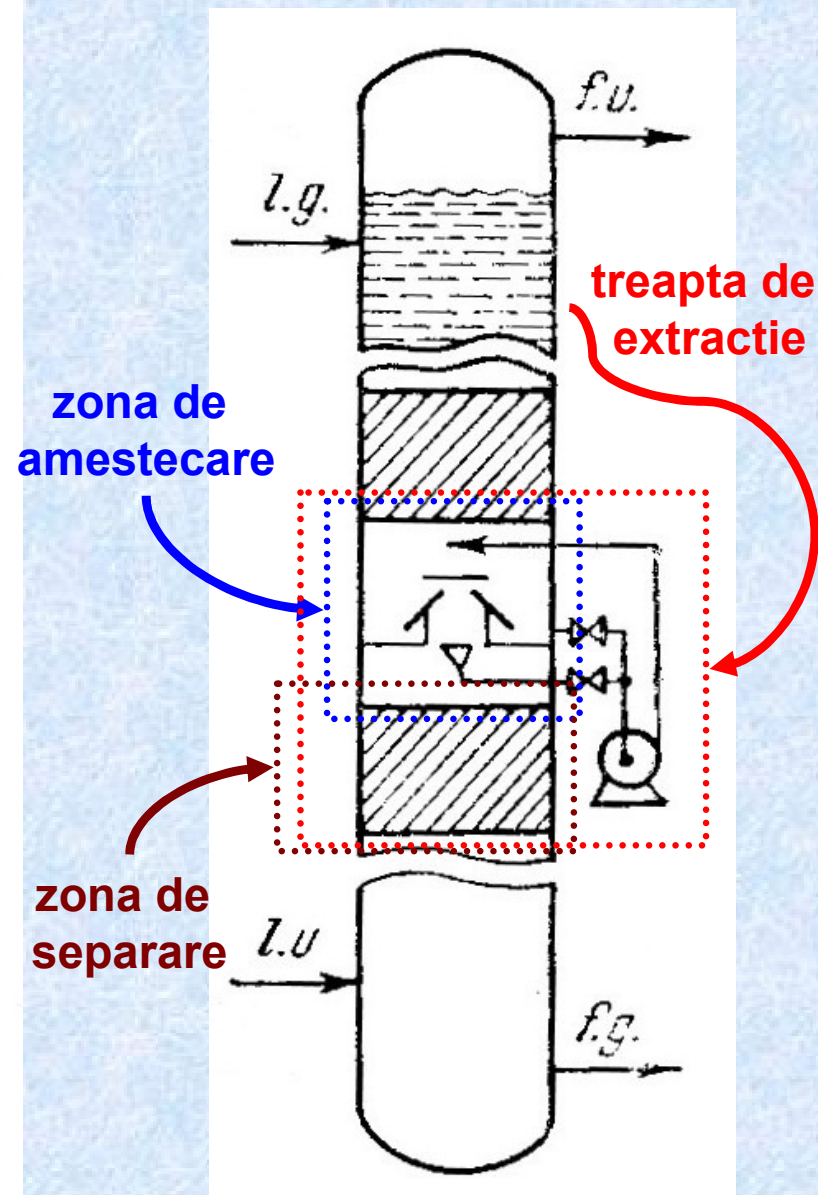
Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte



1

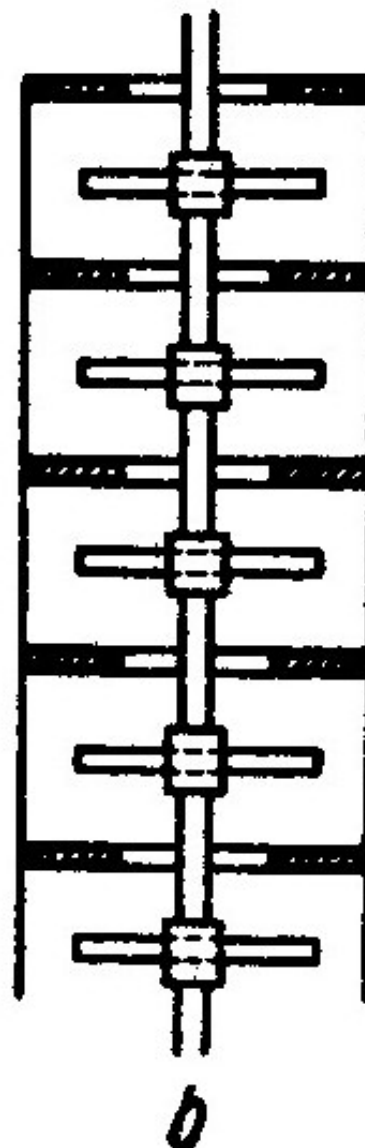
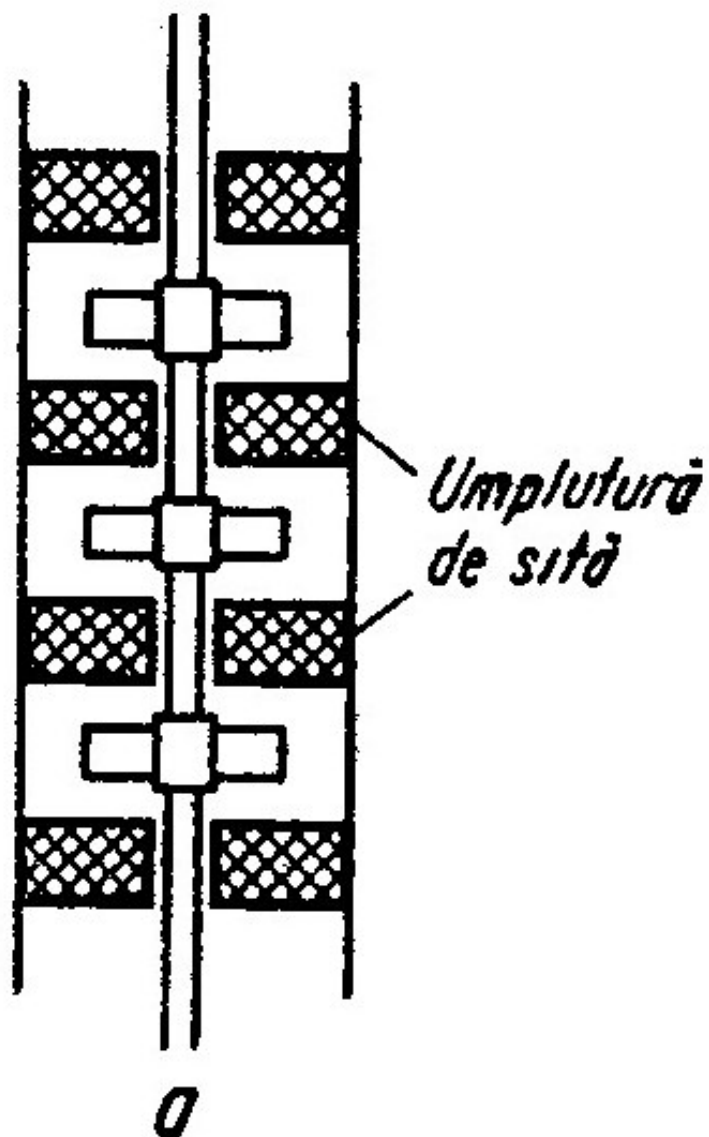


2



3

Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte

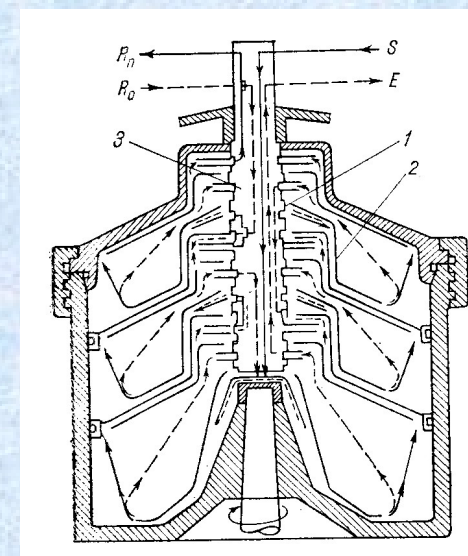


Coloana Scheibel

Coloana Reman

Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte

- Extractorul centrifugal **LUWESTA**:
 - util in operatiile de extractie in care:
 - este necesar un nr. mic de trepte de contact
 - diferenta intre densitatile fazelor este mica
 - se impune un timp scurt de contactare a fazelor
 - utilizat in:
 - industria alimentara
 - industria antibioticelor
 - se construiesc cu 2 sau 3 trepte;
 - fiecare treapta este prevazuta cu:
 - discuri de amestecare (1)
 - conuri de separare (2)
 - fazele intra si ies prin axul central (3);
 - amestecul de lichide se separa sub actiunea F centrifuge



Extractoare continue in contracurent cu contact in trepte

Extractorul centrifugal LUWESTA:

1 - disc de amestecare;

2 - con de separare;

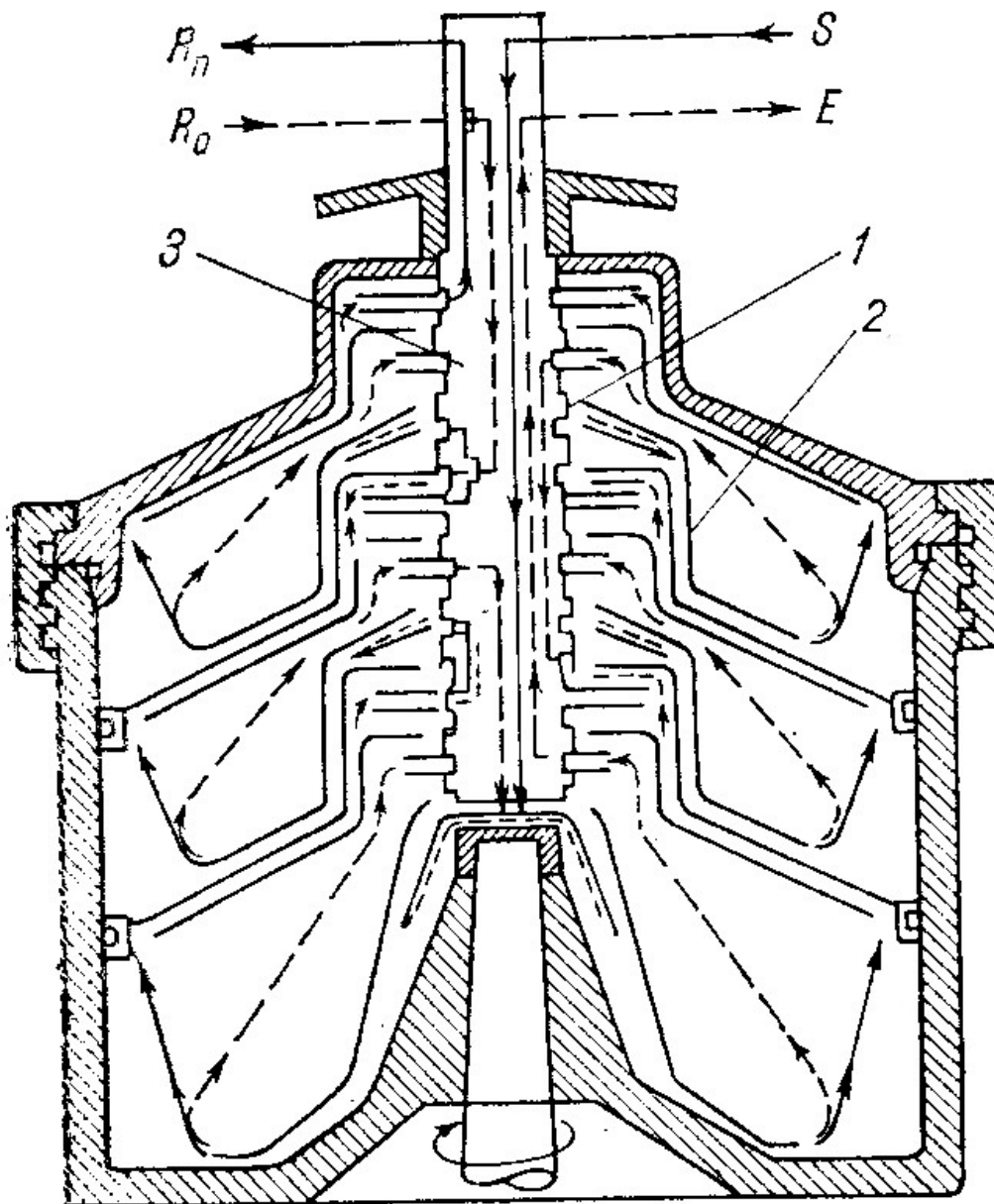
3 - ax central;

R_0 - lichid initial;

R_n - rafinat final

S - solvent

E - extract



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

- In aceasta categorie intra un numar foarte mare de utilaje:
 - cu eficacitate redusa;
 - de constructie simpla si eficacitate ridicata;
- Pot fi:
 - fara amestecare mecanica;
 - cu amestecare mecanica.
- Extractoare continue in contracurent fara amestecare mecanica:
 - coloana cu pulverizare (a);
 - coloana cu umplutura (b);
 - coloana cu sicane (c).

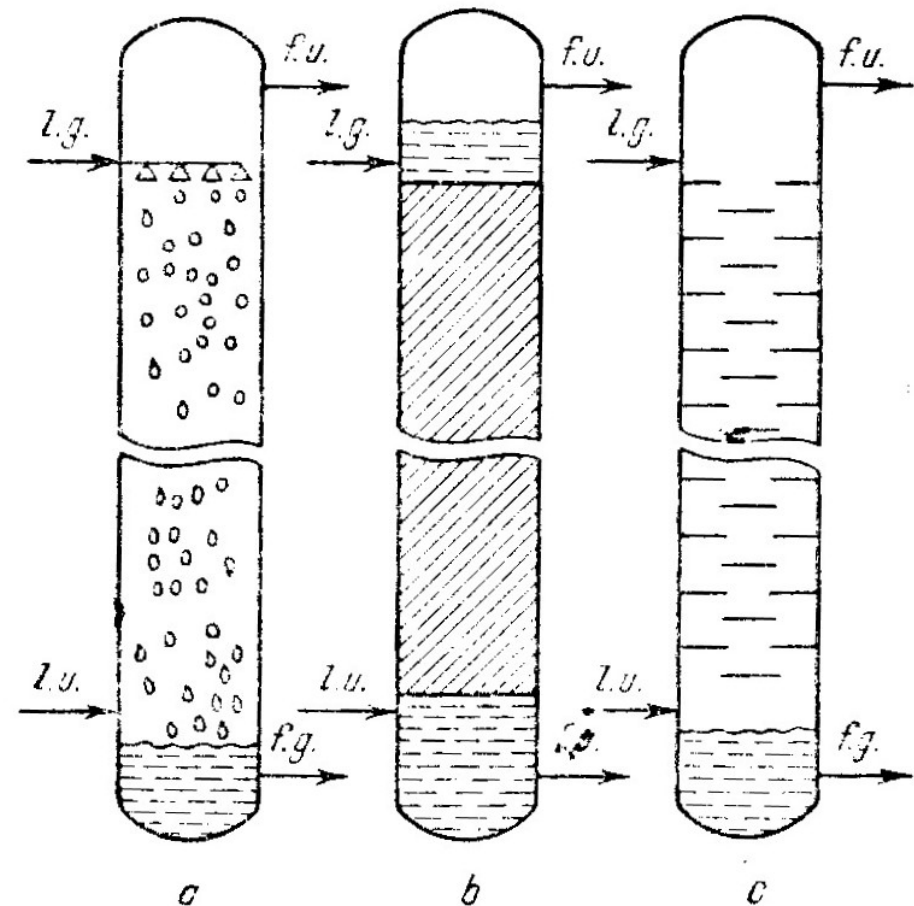
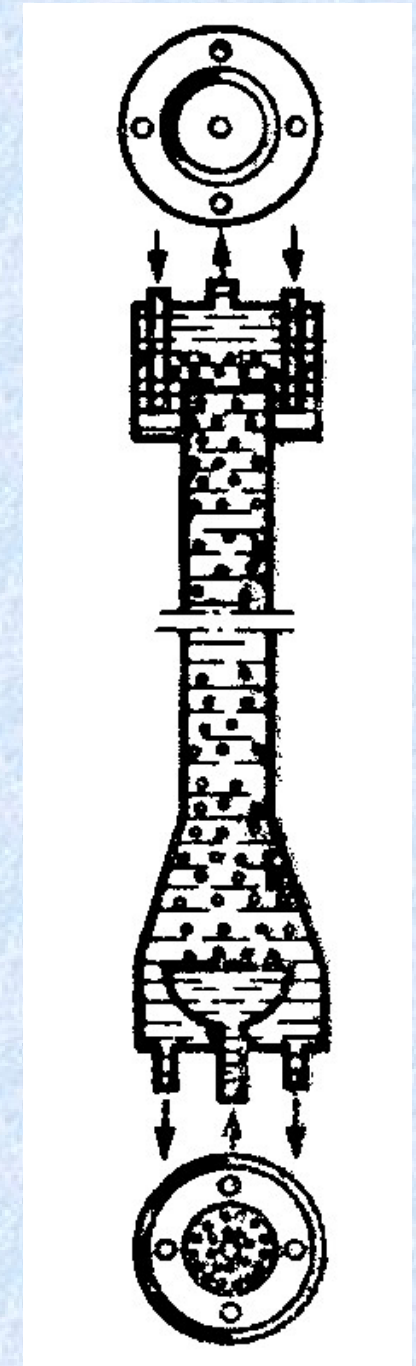
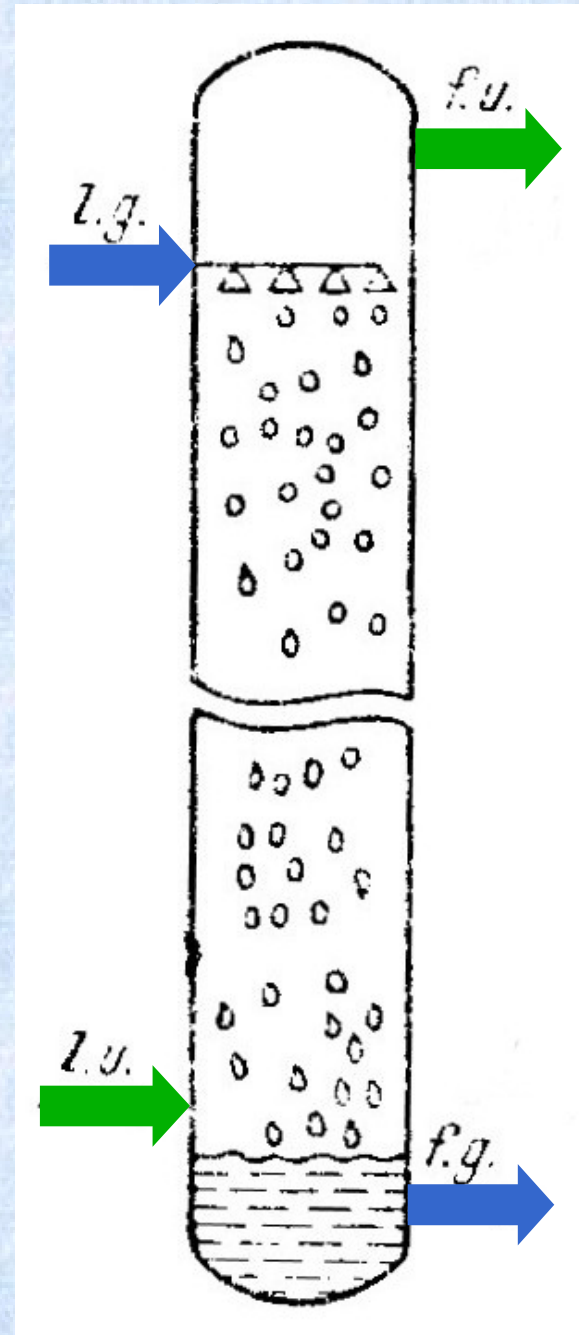


Fig. 16.26. Extractoare cu contact diferențial fără amestecare mecanică.

Extractoare continue in contracurent cu contact diferential

Coloana cu pulverizare:

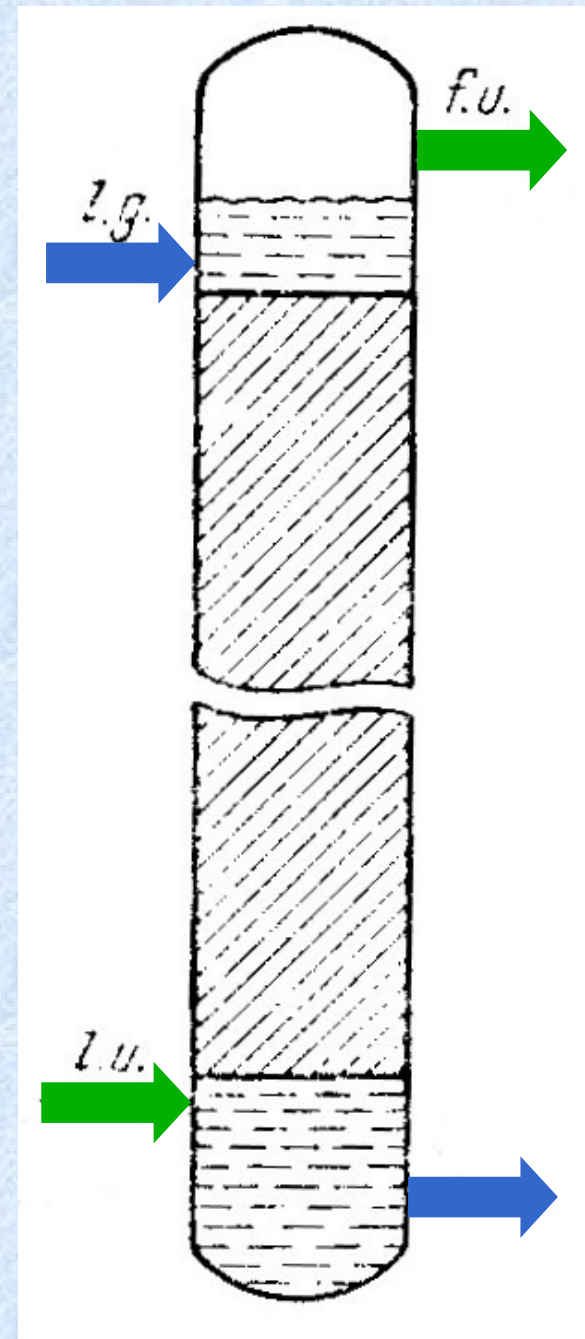
- lichidul greu: faza dispersa;
- lichidul usor - faza continua.
- Costuri reduse de:
 - investitii
 - exploatare
- Se utilizeaza doar daca sunt necesare putine trepte de contact;
- Are eficacitate scazuta, datorita amestecarii axiale.



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Coloana cu umplutura:

- umplutura:
 - diminueaza amestecarea axiala;
 - favorizeaza dispersia si coalescenta fazei discontinue
- la debite (diametre) mari, se formeaza in umplutura canale preferentiale de curgere;
- formarea de canale se evita fractionand umplutura in straturi cu $h = 2 - 2,5$ m;
- umpluturi tipice: inele **Raschig**, sei **Berl**;
- IETT = 0,3 - 6 m.



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

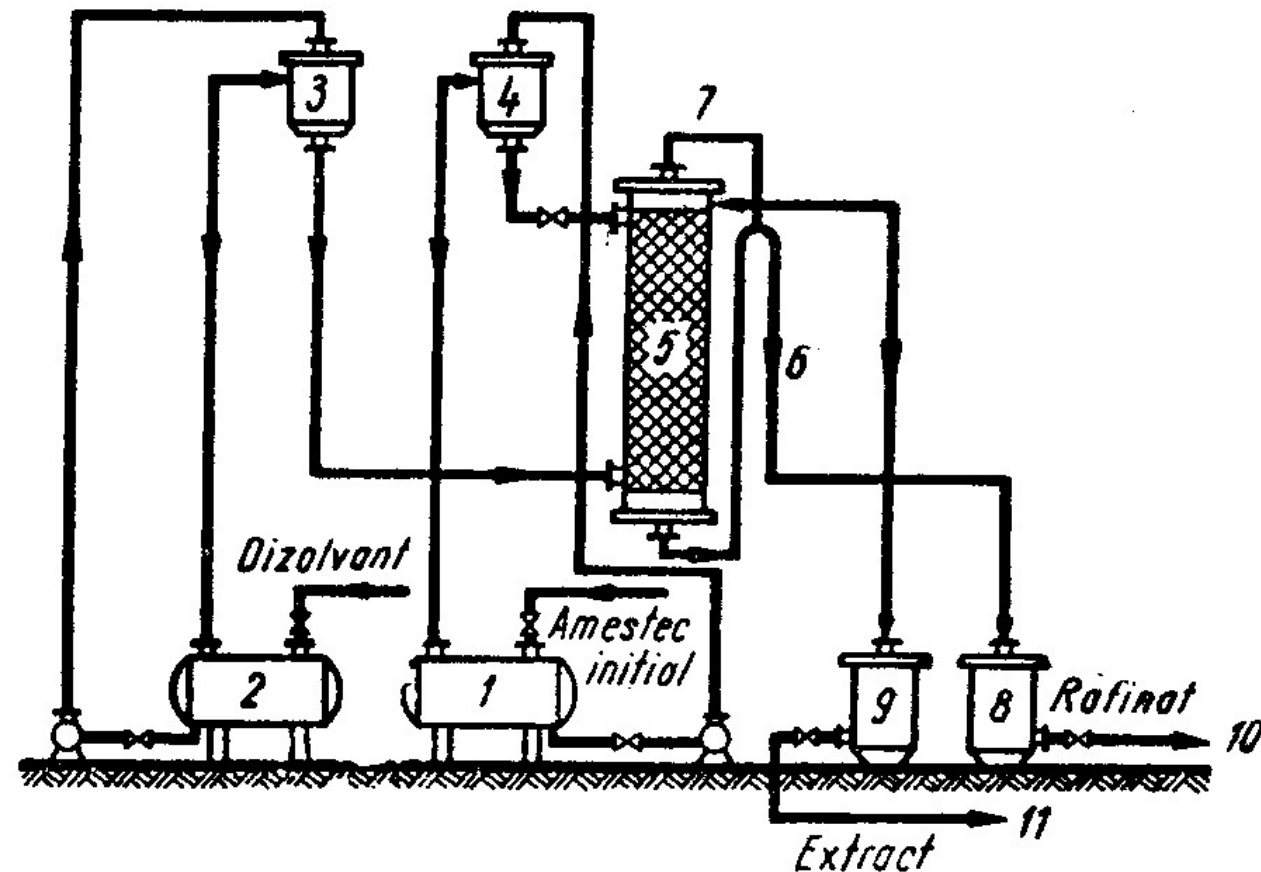


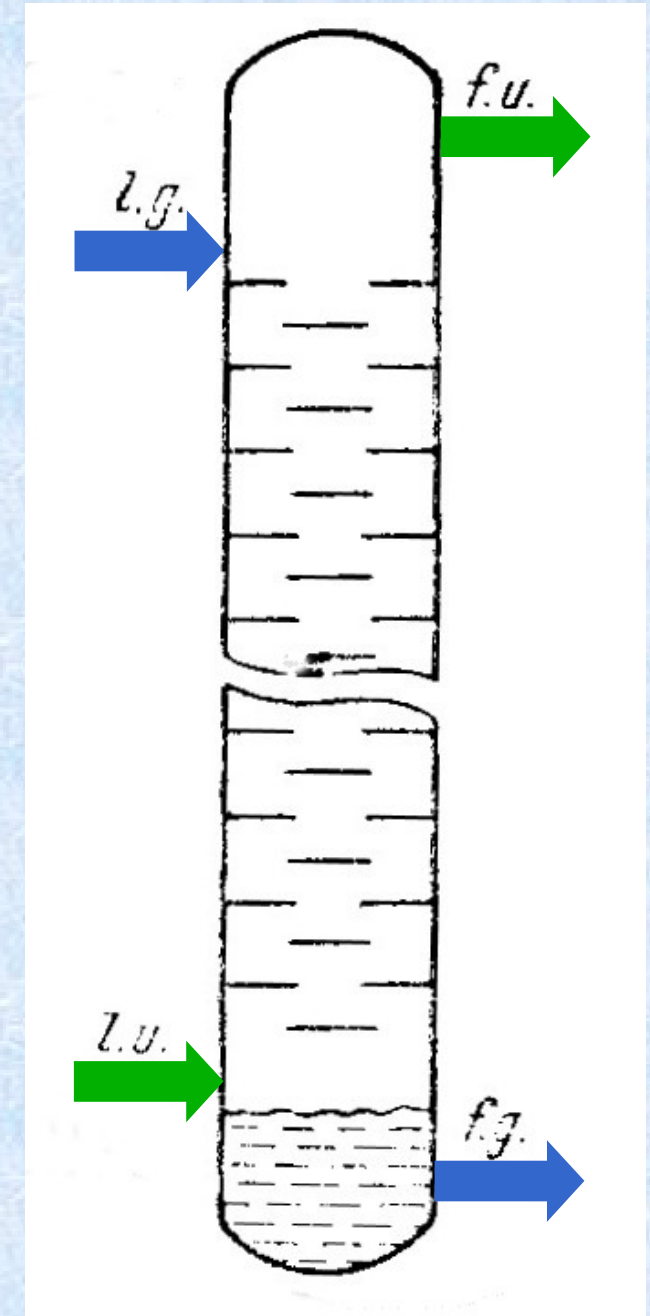
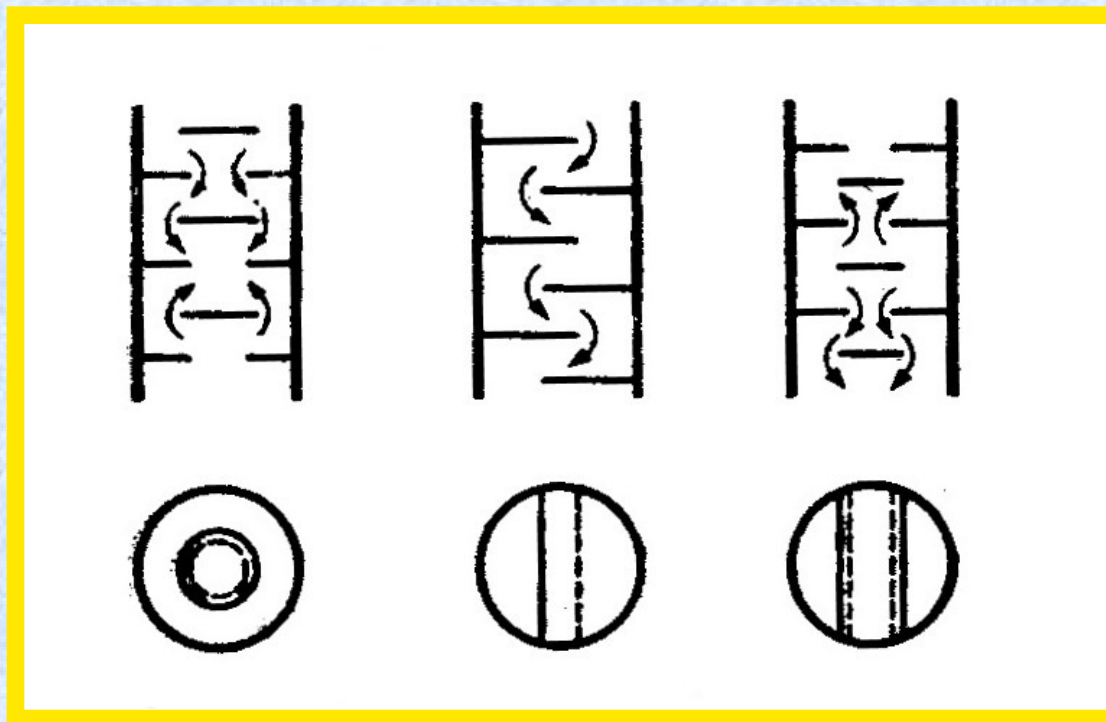
Fig. 30.23. Schema unei instalații de extracție cu coloană cu umplutură:

1 — rezervor de amestec inițial; 2 — rezervor de solvent;
3, 4 — rezervoare cu nivel constant; 5 — extractor cu umplutură; 6 — sifon pentru ieșirea rafinatului; 7 — conductă pentru egalizarea presiunii (evitarea sifonării);
8 — rezervor de rafinat; 9 — rezervor de extract; 10 — conductă către instalația pentru recuperarea solventului din rafinat; 11 — conductă către instalația pentru recuperarea solventului din extract.

Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Coloana cu sicane:

- constructie simpla;
- sicane montate transversal la distante de 100 - 150 mm;
- o pereche de sicane are o eficienta de 10-15% dintr-o unitate teoretica;
- sicanele nu servesc la dispersia fazelor ci la micsorarea vitezei de curgere.



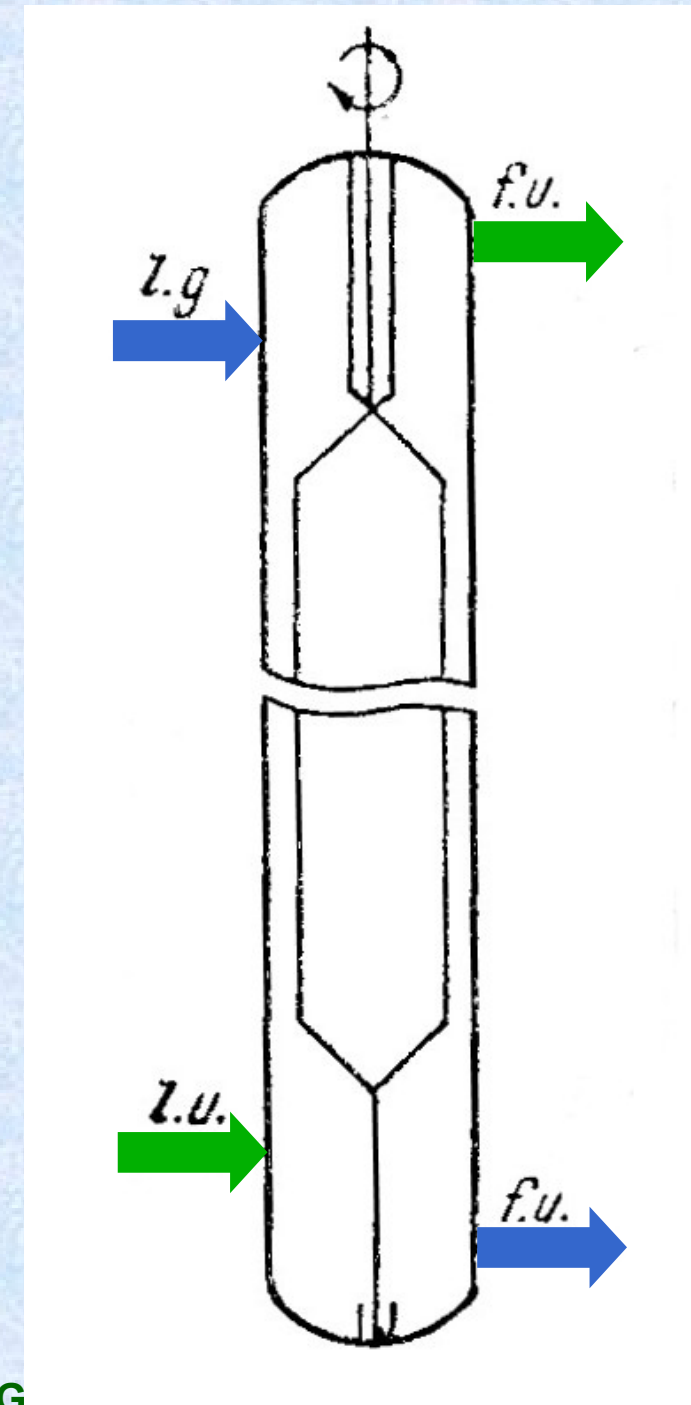
Extractoare continue in contracurent cu contact differential

- Extractoare cu amestecare mecanica:
 - au gradul de dispersie a fazelor (eficacitatea) mult mai mare;
 - gradul de dispersie creste ca urmare a actiunii unor dispozitive actionate printr-un consum suplimentar de energie.
- Extractoare cu amestecare mecanica:
 - extractoare cu cilindru rotativ;
 - extractoare cu discuri rotative;
 - extractoare cu pulsatii;
 - extractoare centrifugale.

Extractoare continue in contracurent cu contact differential

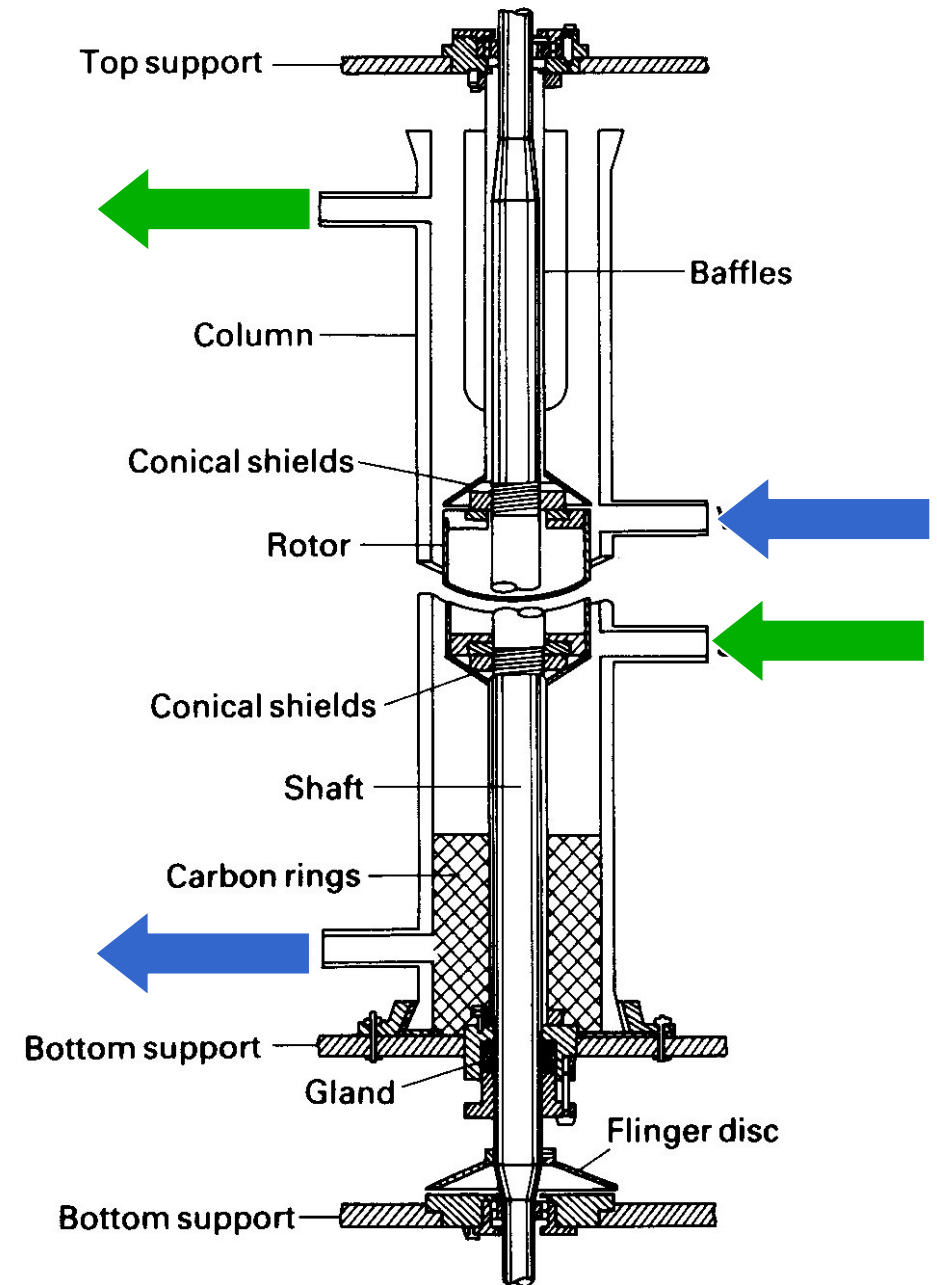
Extractoare cu cilindru rotativ:

- in interiorul coloanei, un cilindru se roteste cu turatie mare;
- fazele circula in contracurent prin spatiul inelar dintre cilindru si coloana;
- rotirea cilindrului induce forte de forfecare mari, care disperseaza una din faze sub forma de picaturi mici;
- eficacitate mare → dimensiuni reduse;
- utilizabile pt. debite relativ scazute.



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

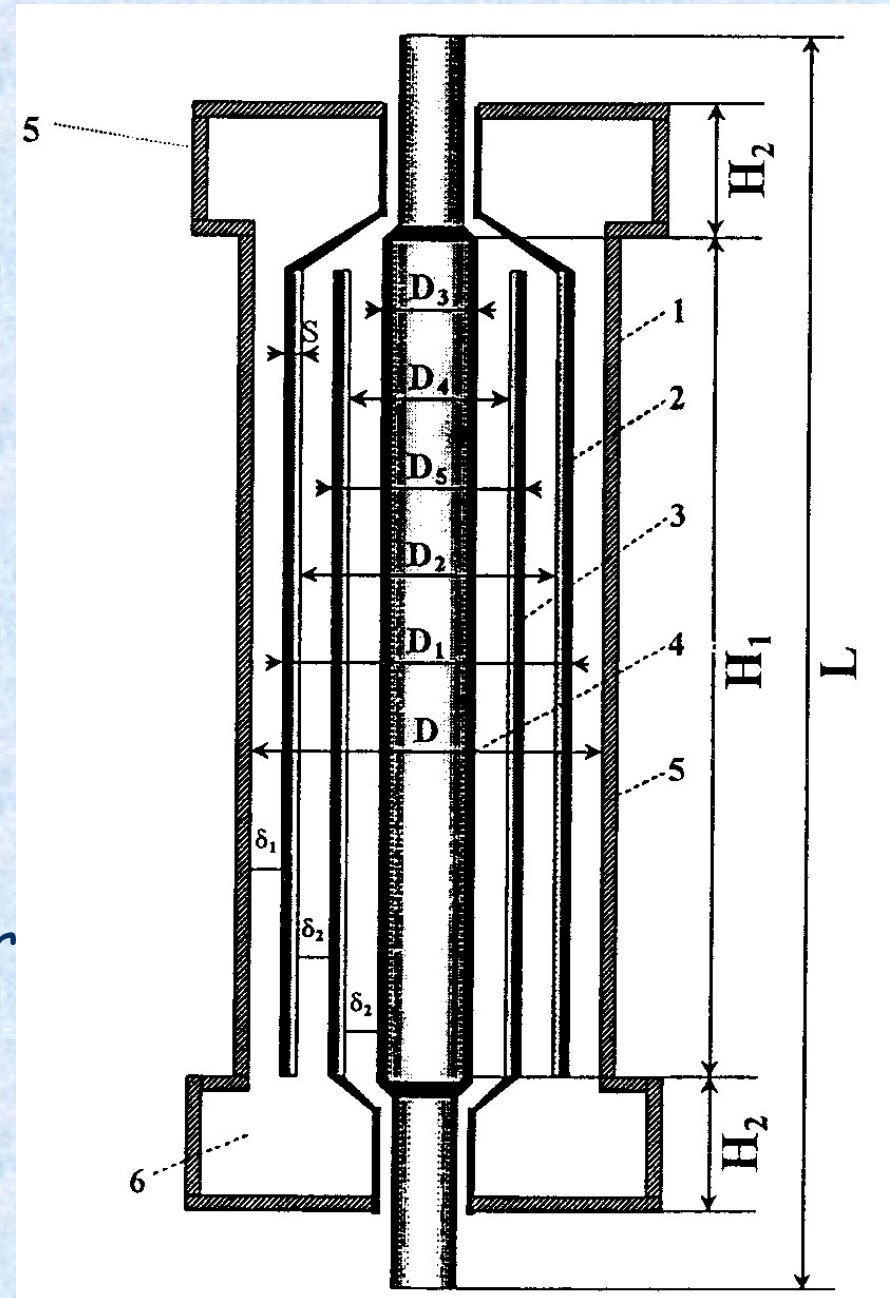
- Extractor cu un rotor cilindric:



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Extractor cu 2 rotoare cilindrice:

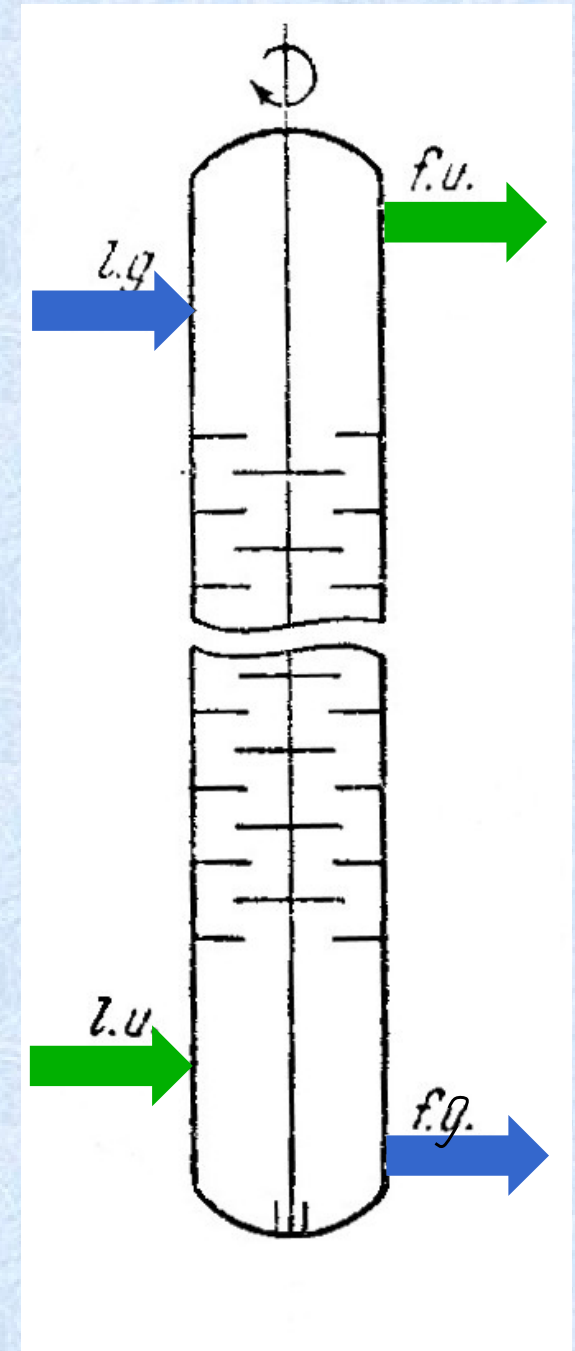
- D - diametrul interior al statorului = 38 mm
- D_1, D_2 - diametrul (ext./int.) al rotorului periferic = 32/30 mm
- D_3 - diametrul rotorului interior = 19 mm
- D_4, D_5 - diametrul (int./ext.) al statorului interior = 22,4/24,4 mm
- H_1 - inaltimea zonei active a rotoarelor = 400 mm
- H_2 - inaltimea spatiilor de separare = 45 mm
- L - lungimea totala a rotorului interior = 700 mm
- $\delta_1 = 3$ mm
- $\delta_2 = 2,8$ mm
- $\delta_3 = 1,7$ mm



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Extractorul cu discuri rotative:

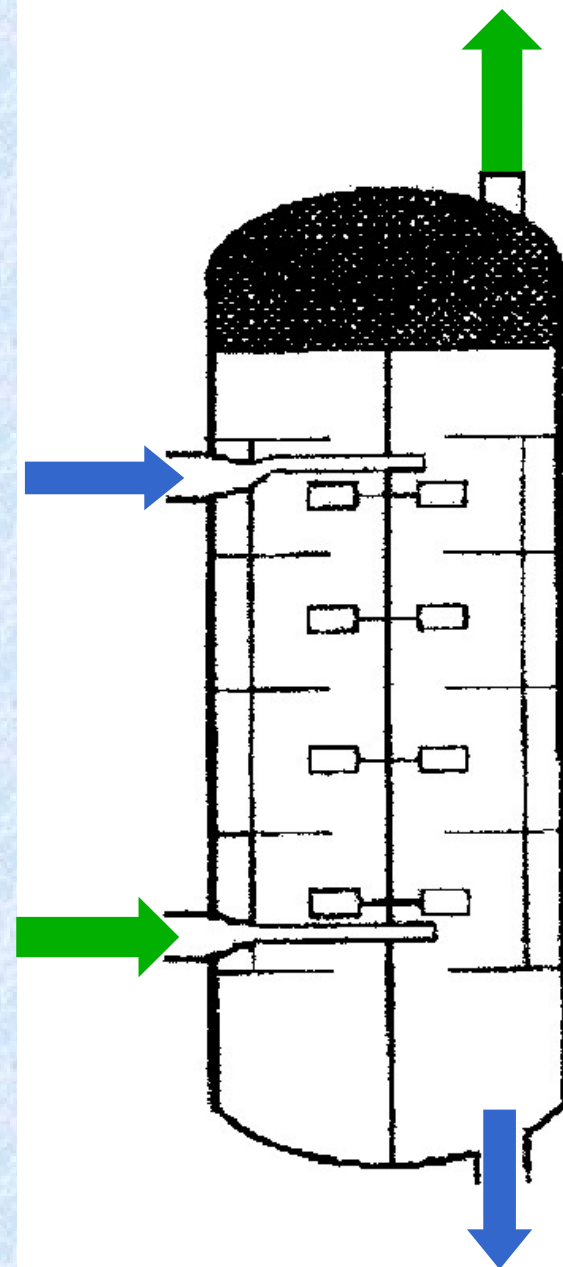
- asemanator coloanelor cu sicane
- discurile centrale sunt montate pe un ax rotativ
- rotirea discurilor provoaca curenti radiali inelari
- amestecarea longitudinala este limitata de sicanele inelare de la perete
- ➔ eficienta nu se modifica cu cresterea diametrului coloanei
- se utilizeaza pentru productivitati mari



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Extractorul Oldshue-Rushton:

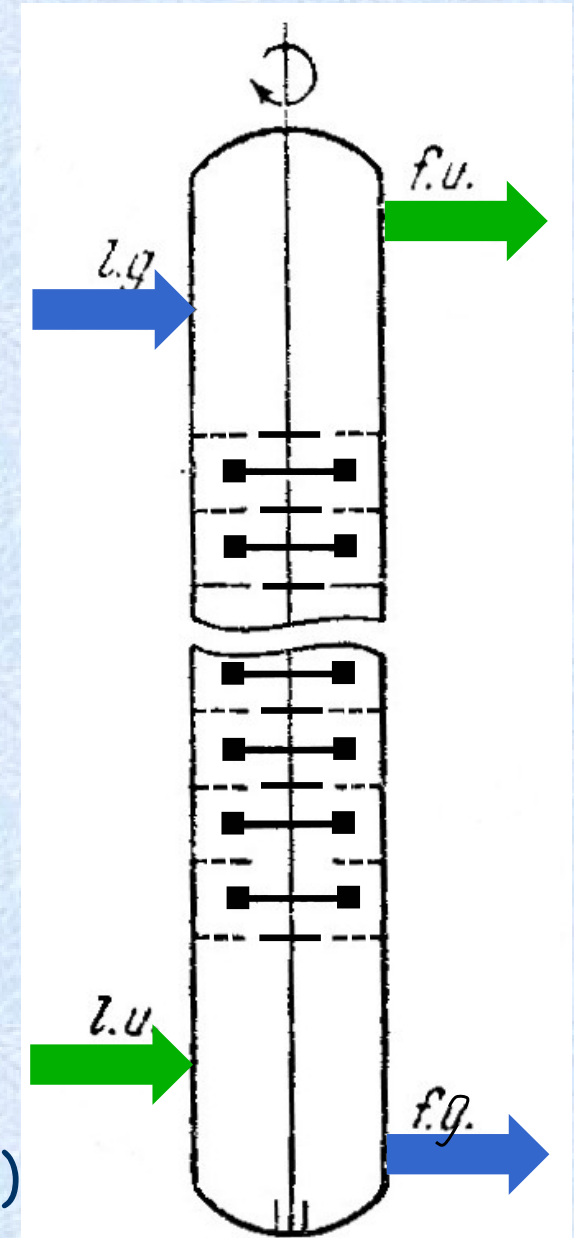
- similara extractorului cu discuri rotative;
- in locul discurilor - agitatoare tip turbina



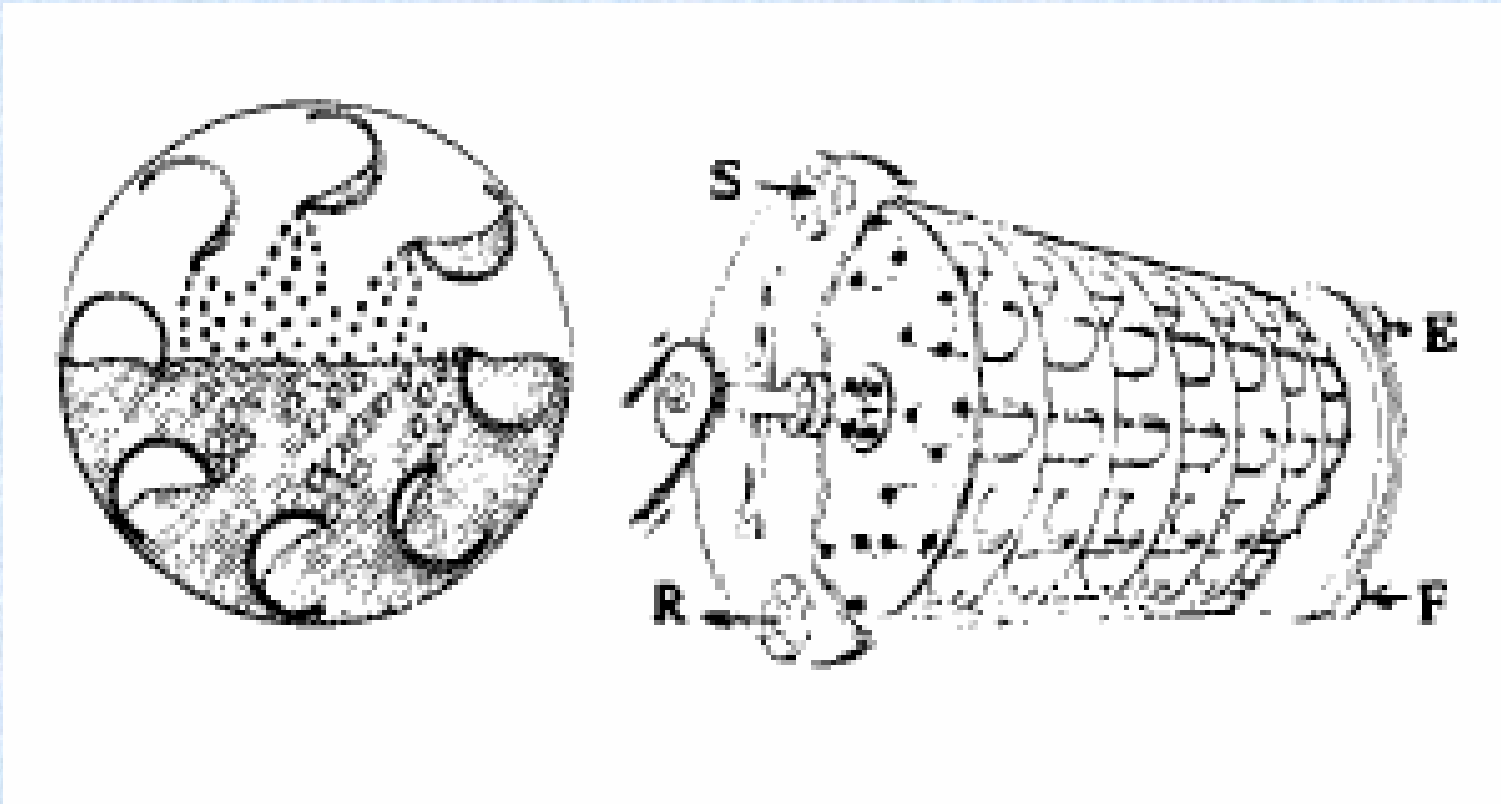
Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Extractorul Kühni:

- axul central prevazut cu turbine;
- turbinele sunt separate intre ele prin discuri plane perforate (statoare);
- curgerile axiale se suprapun celor radiale $\rightarrow$ curgere de tip vortex (vartej);
- performantele coloanelor pot fi optimizate modificand diametrul turbinelor si aria libera a discurilor perforate;
- diametrul coloanelor: 100 mm $\div$ 3 m;
- viteze de rotatie:
 - 5 $\div$ 20 rpm ($\emptyset$ mari); 80 $\div$ 200 rpm ($\emptyset$ mari)
- Eficienta: 4 $\div$ 10 talere teoretice/m



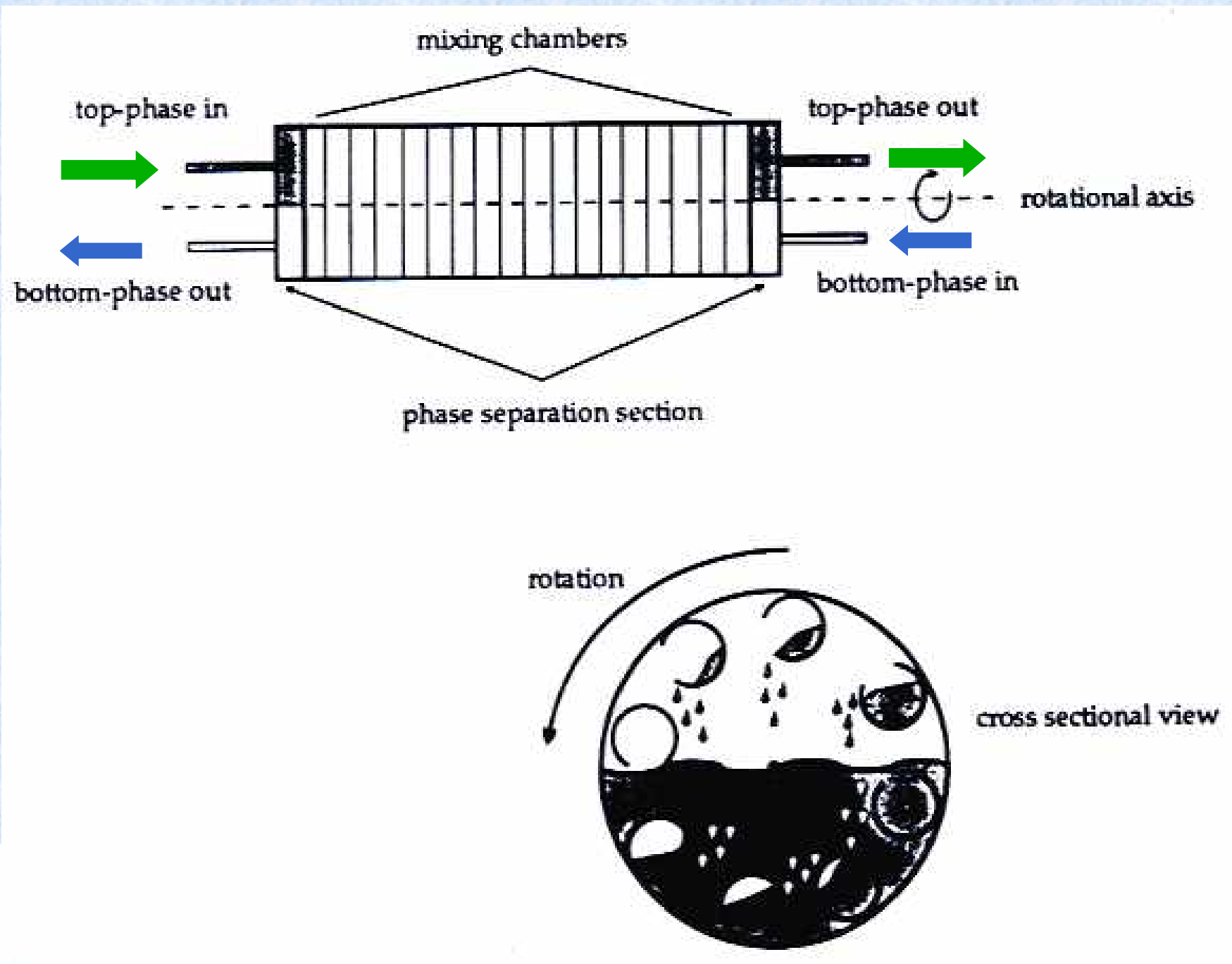
Extractoare continue in contracurent cu contact differential



Extractorul orizontal cu cupe (Graesser):

- un rotor prevazut cu cupe se rotește lent într-o toba cilindrică orizontală;
- cupele preiau amestecul, stropindu-l și provocând amestecarea fazelor;
- singurul aparat care dispersează ambele faze una în cealaltă.

Extractoare continue in contracurent cu contact diferencial



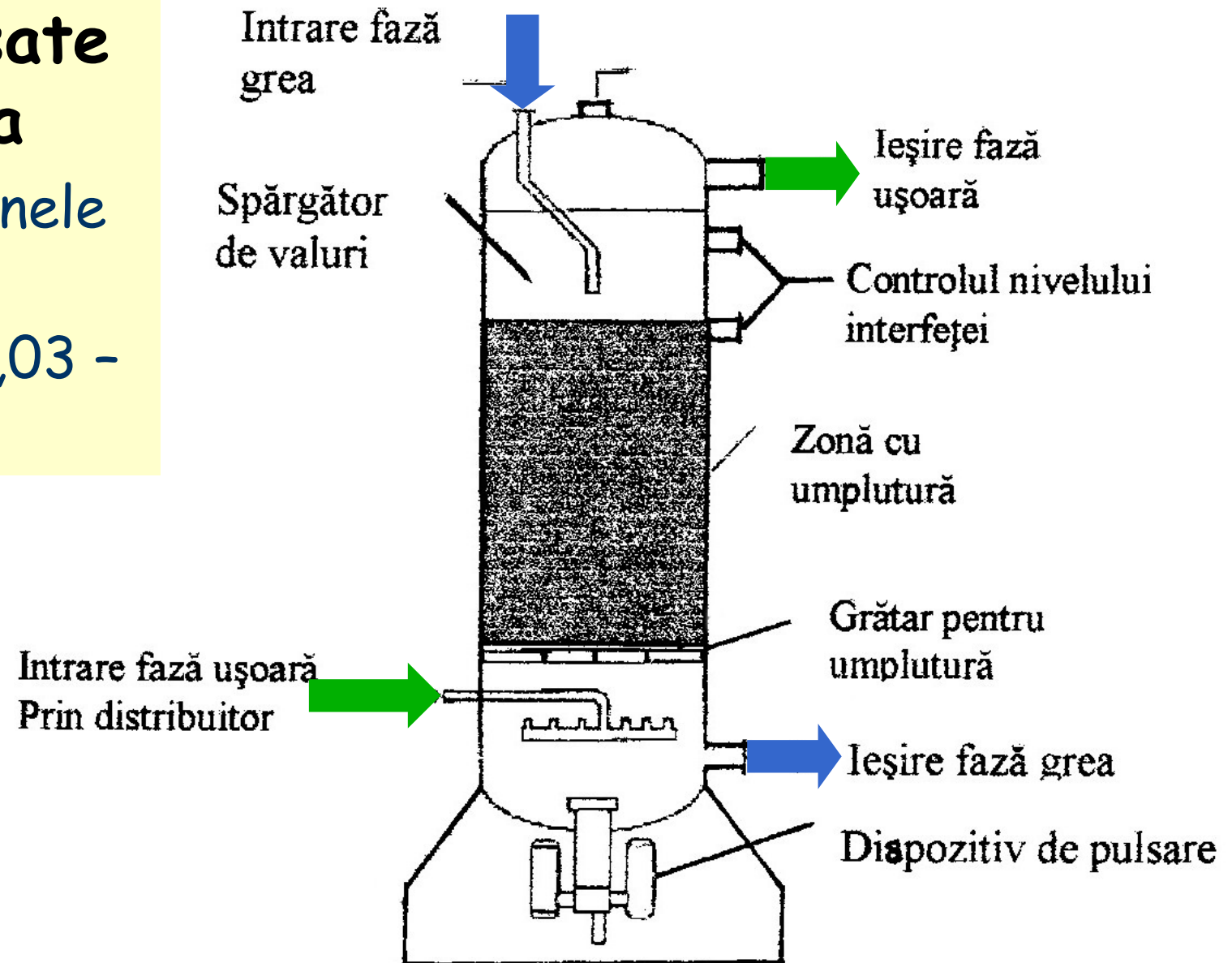
Extractoare continue in contracurent cu contact differential

- Extractoare cu pulsatii:
 - poseda un sistem de pulsare:
 - mecanic (motor)
 - pneumatic
 - pulsatii 1 - 3 Hz, amplitudini: pana la 20 mm;
 - in coloanele cu talere sita, discuri, inele, pulsarea creste ruperea picaturilor si mareste aria interfaciala;
 - au avantajul ca in interiorul coloanei nu exista piese in miscare.

Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Coloane pulsate cu umplutura

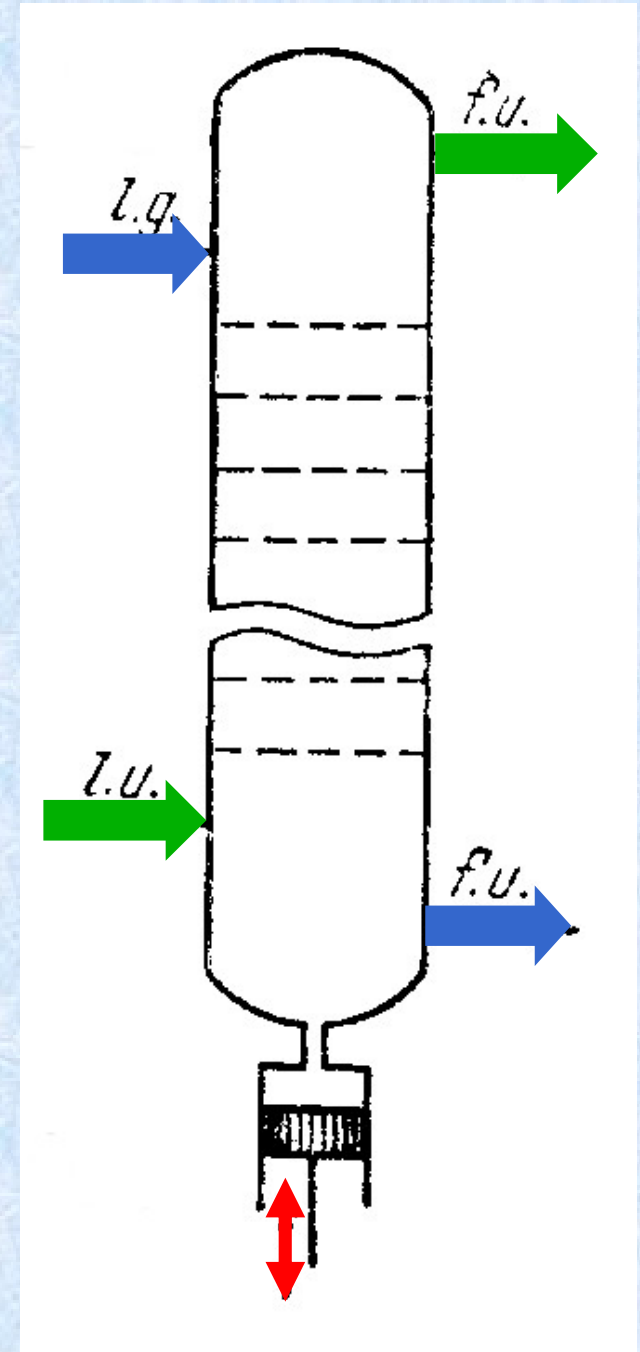
- umplutura: inele Raschig;
- diametru: 0,03 - 3 m;



Extractoare continue in contracurent cu contact diferential

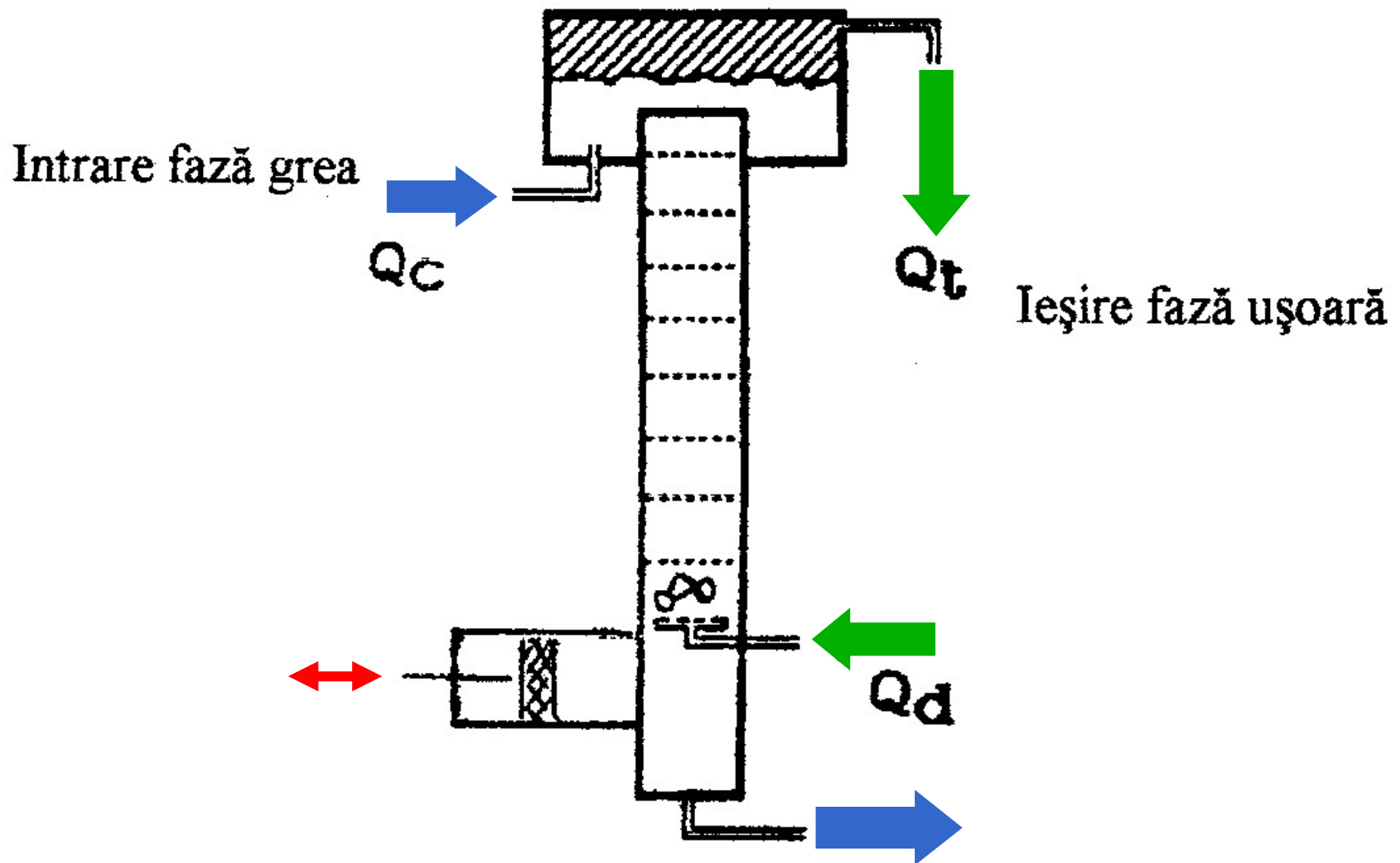
Coloane pulsate cu talere

- urcarea pistonului:
 - faza usoara de sub taler este dispersata sub forma de picaturi in faza grea de pe taler
- coborarea pistonului:
 - faza grea de pe taler este dispersat in faza usoara de sub taler
- la un ciclu complet al pompei, fazele sunt dispersate alternativ una in alta;
- au eficienta foarte ridicata, fiind recomandate in separarile care necesita un numar mare de trepte de contact.

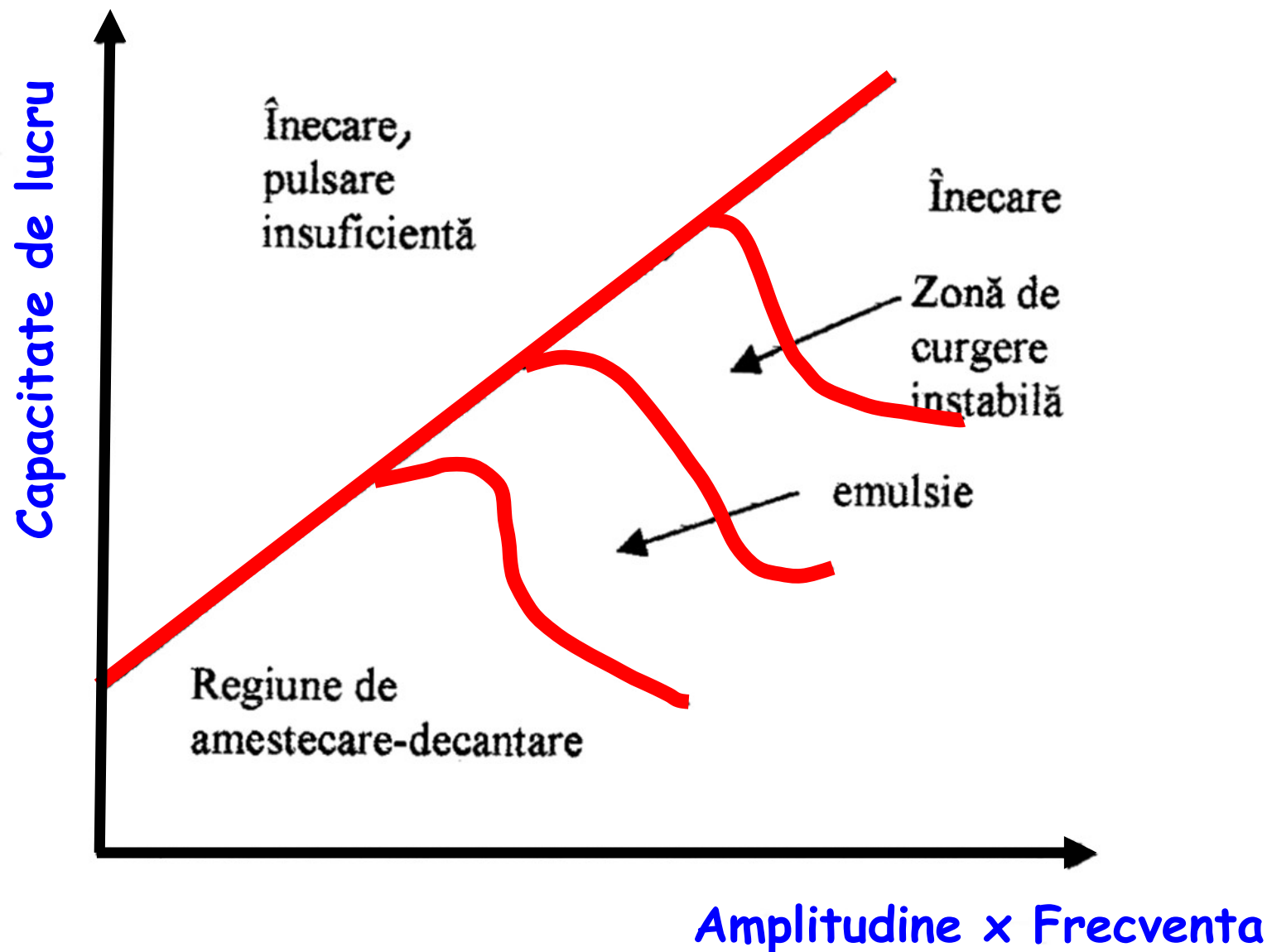


Extractoare continue in contracurent cu contact diferential

Coloane pulsate cu talere



Extractoare continue in contracurent cu contact differential

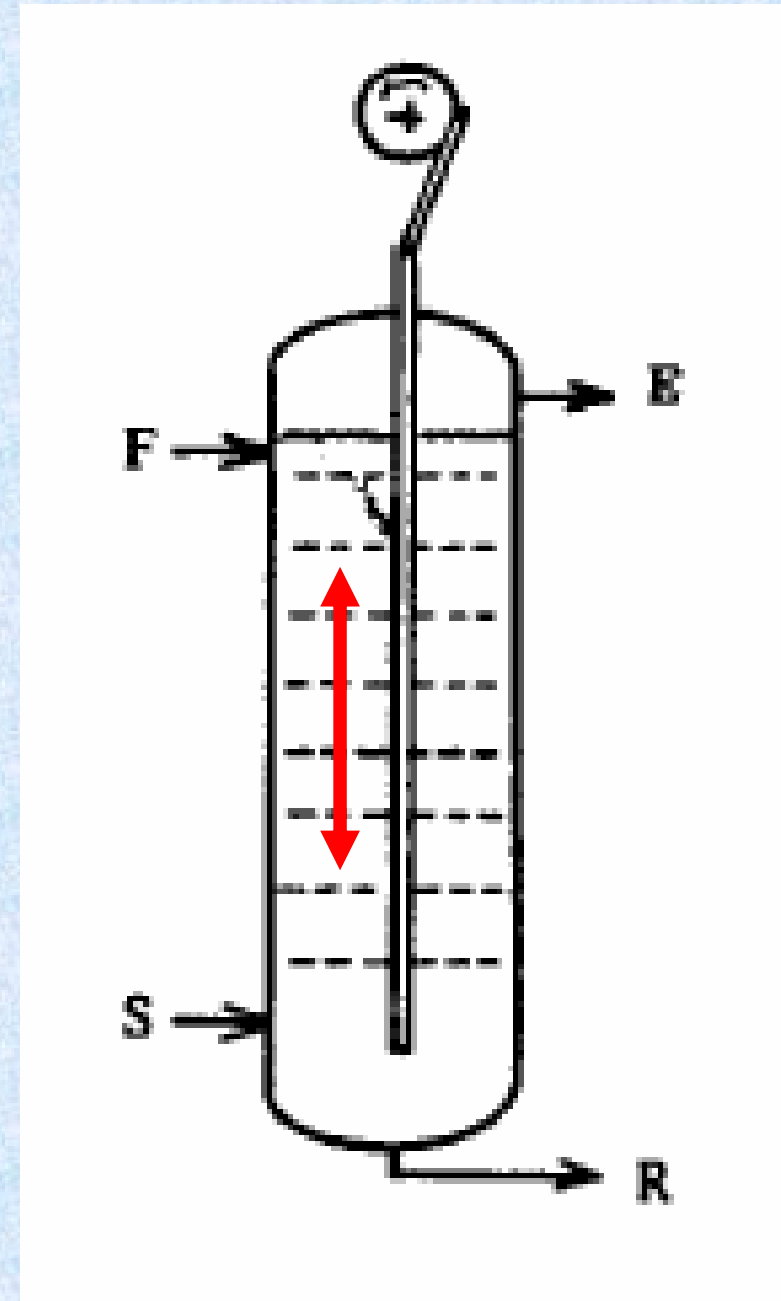


Regiuni de operare pentru coloane pulsate cu talere

Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Extractorul Karr:

- pulsarea se face mecanic;
- coloana cu discuri perforate montate pe un ax actionat de un motor cu excentric;
- perforatiile si aria libera a discurilor >> coloane cu talere sita

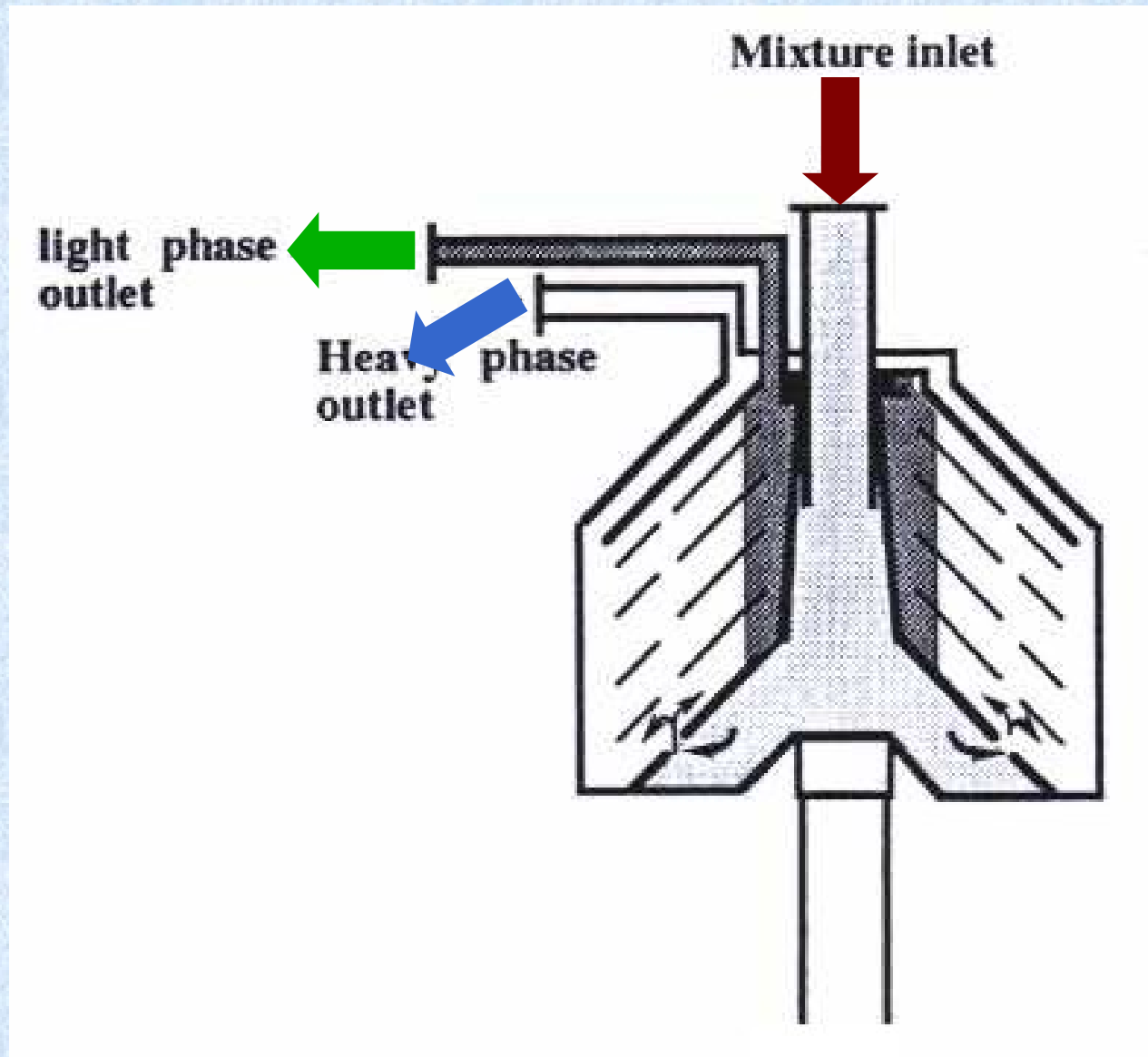


Extractoare continue in contracurent cu contact differential

- **Extractoare centrifugale**
- Sub actiunea fortei centrifuge se intensifica:
 - circulatia,
 - contactarea,
 - separarea (sedimentarea).
- **Exemple tipice:**
 - extractorul Podbielniak
 - extractorul Alfa Laval

Extractoare continue in contracurent cu contact diferential

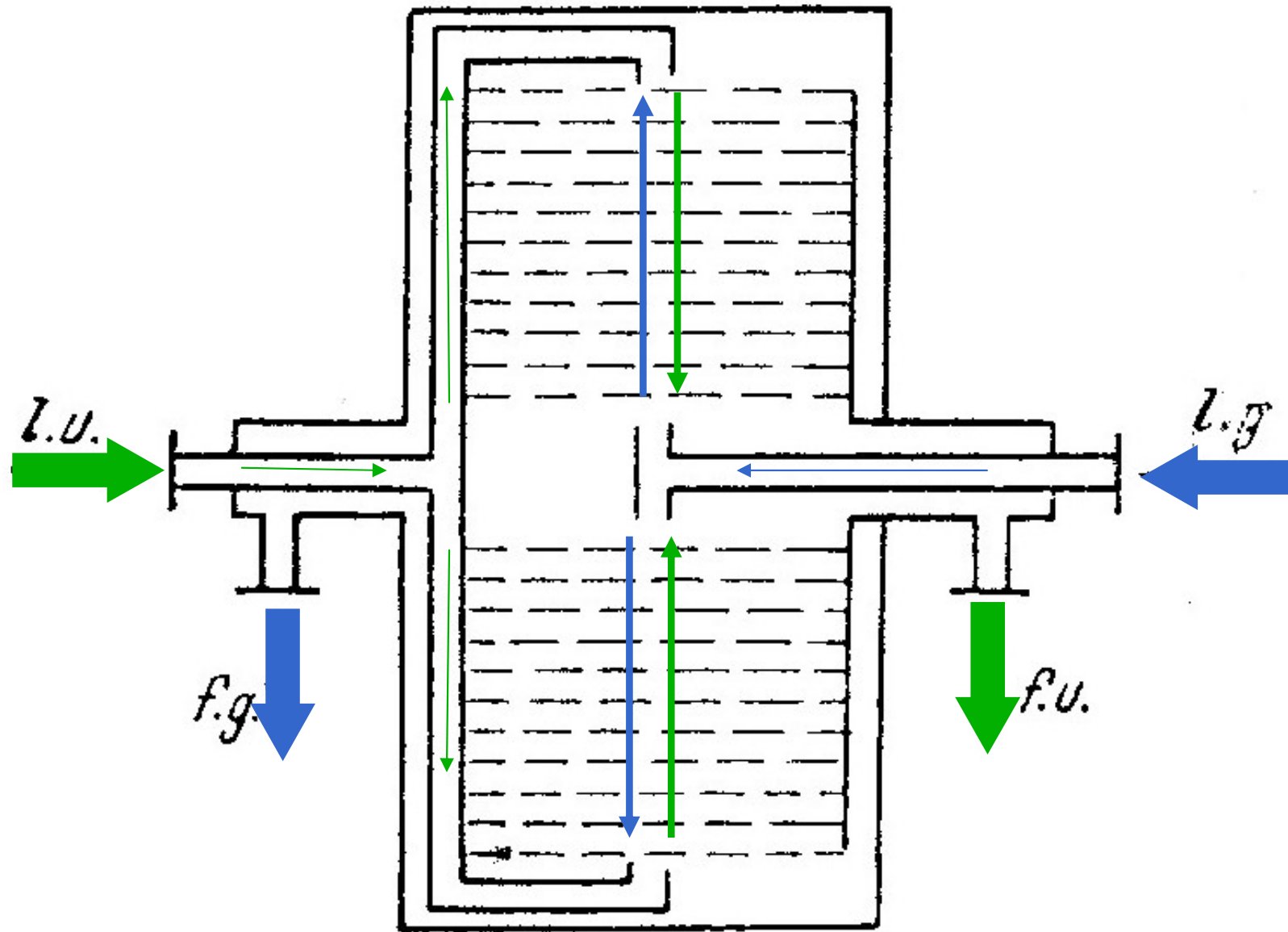
- Schema unui extractor centrifugal tipic:



Extractorul Podbielniak:

- utilizat cand:
 - densitatile fazelor difera f. putin;
 - se manifesta tendinta de formare a unor emulsii stabile;
 - timpul de retinere trebuie sa fie f. mic;

Extractoare continue in contracurent cu contact differential

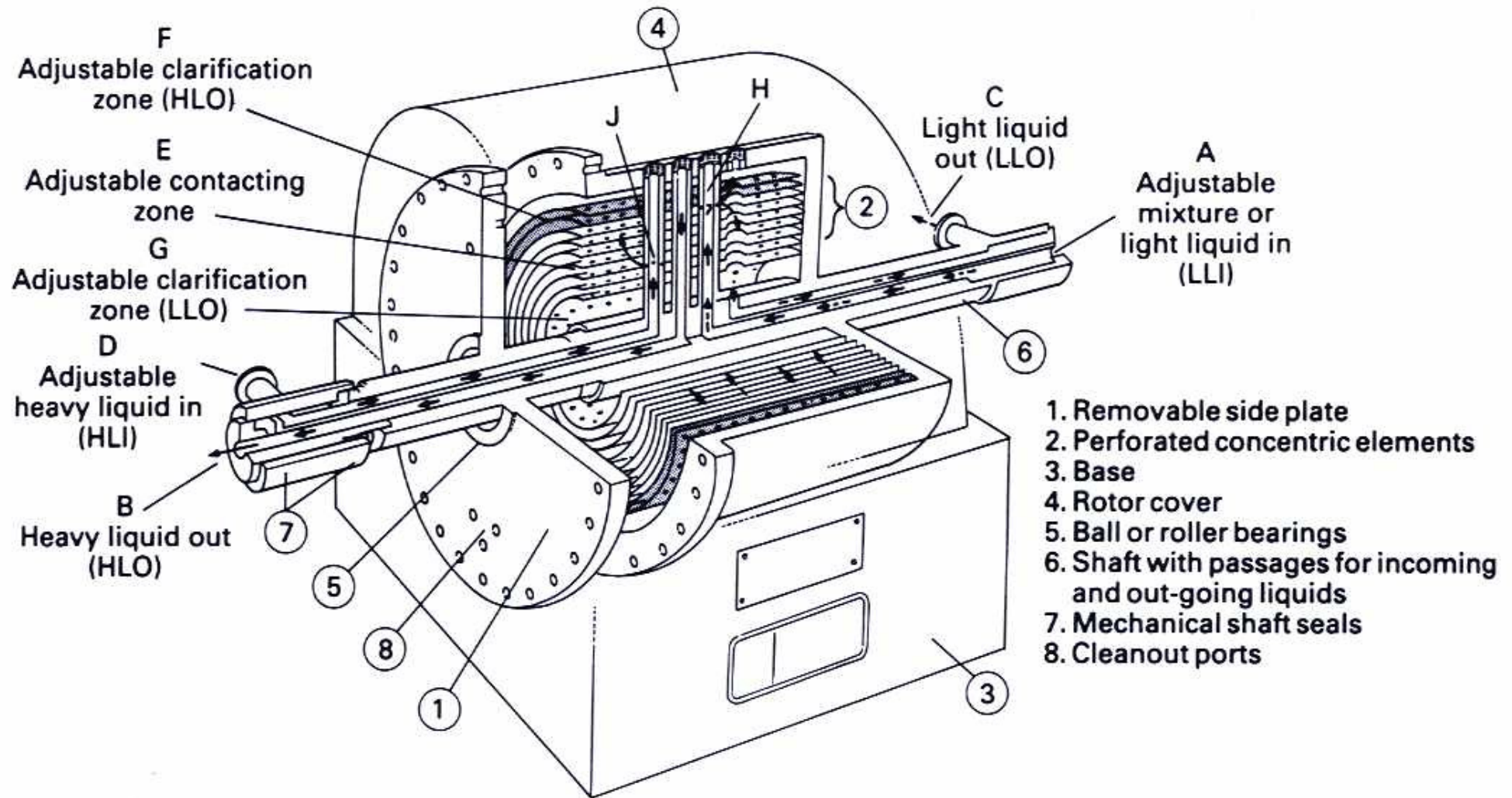


Extractorul Podbielniak - schema de principiu

Extractorul Podbielniak:

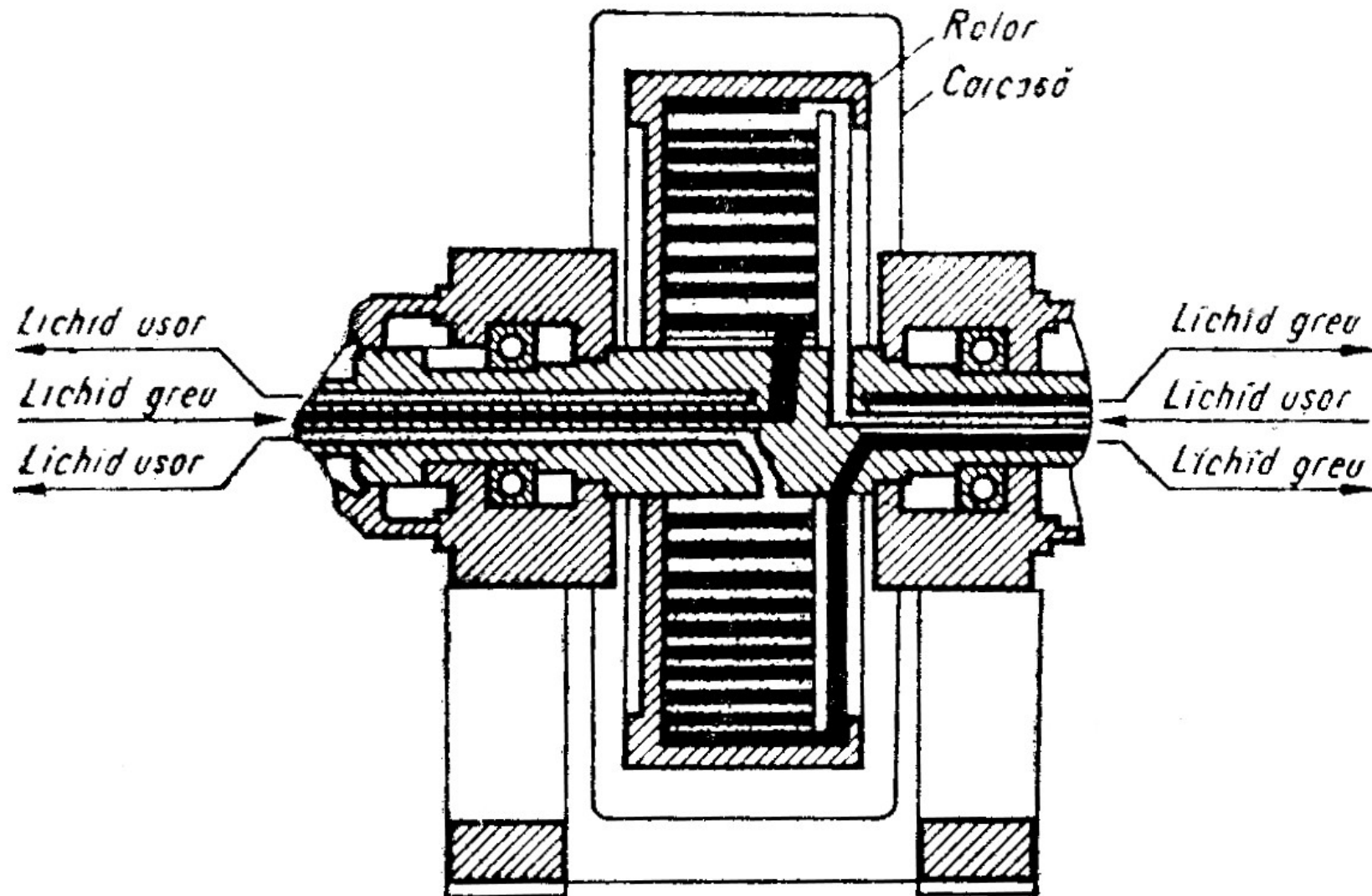
- foaie metalica perforat infasurata in spirala pe un ax;
- turatia axului: 2000 - 5000 rpm;
- lichidele se introduc/evacueaza prin ax;
- campul centrifug si dif. de ρ provoaca o curgere radiala, in contracurent, a celor doua faze;
- pot ajunge pana la $100 \text{ m}^3/\text{h}$;
- timpul de retinere: cateva secunde;
- se utilizeaza in industria antibioticelor.

Extractoare continue in contracurent cu contact diferential



Extractorul Podbielniak

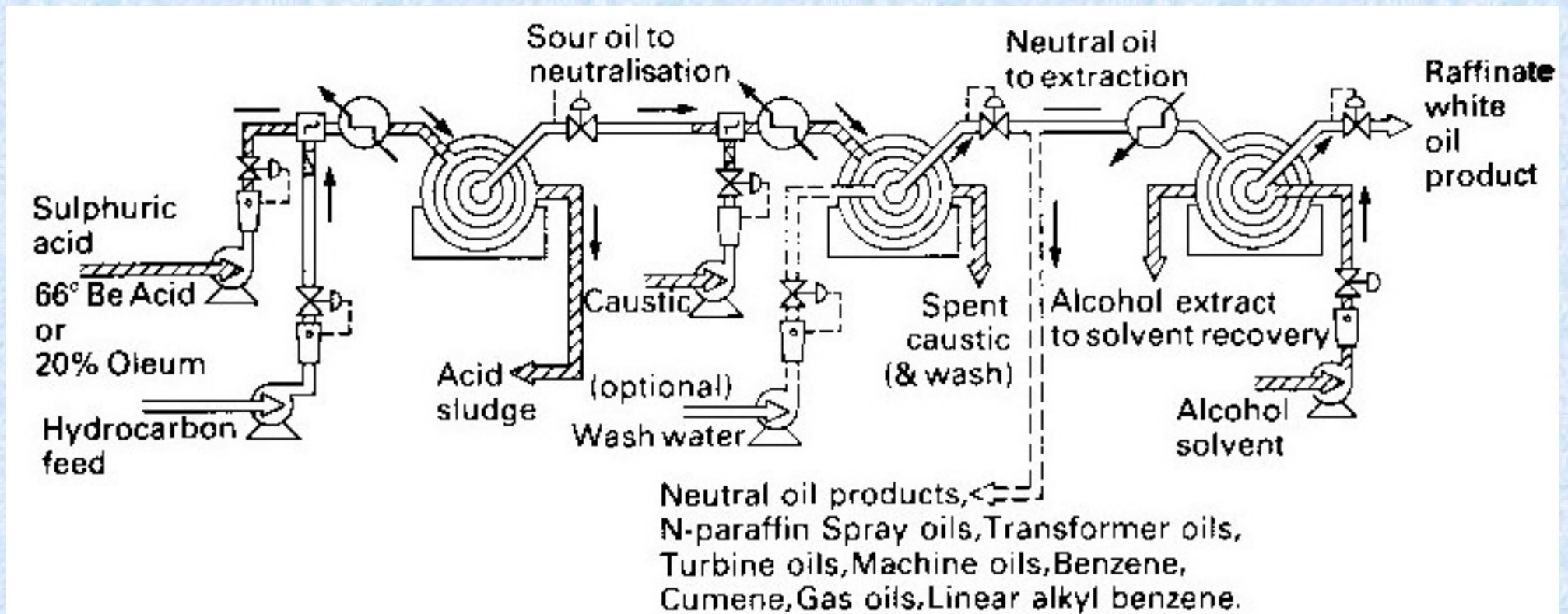
Extractoare continue in contracurent cu contact differential



Extractorul Podbielniak

TEHNICI DE SEPARARE © Lucian GAVRILA

Extractoare continue in contracurent cu contact differential



Aplicatie cu extractoare Podbielniak:
rafinarea produselor petroliere cu acid sulfuric

Extractoare continue in contracurent cu contact differential

Extractorul Alfa Laval

- format din mai multi cilindri perforati rotativi;
- lichidul parcurge un traseu in spirala lung de cca. 25 m, in contracurent, radial;
- amestecare fazelor se produce la trecerea prin perforatii;

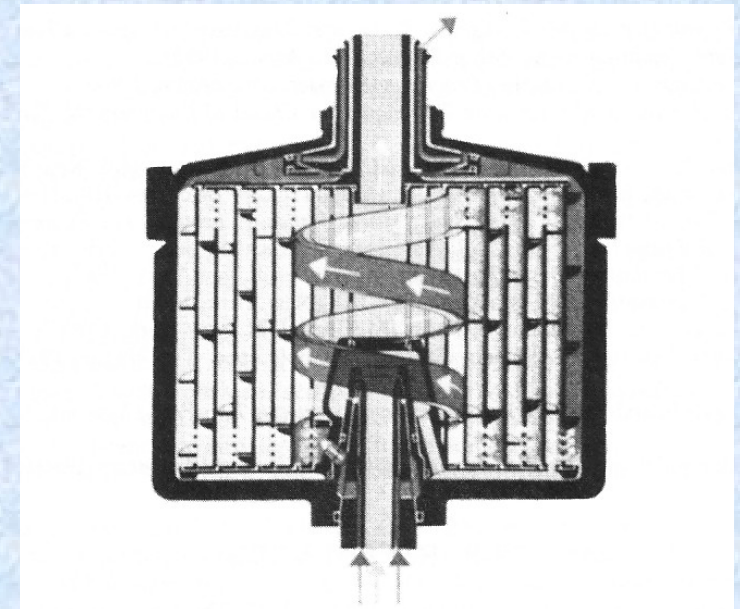
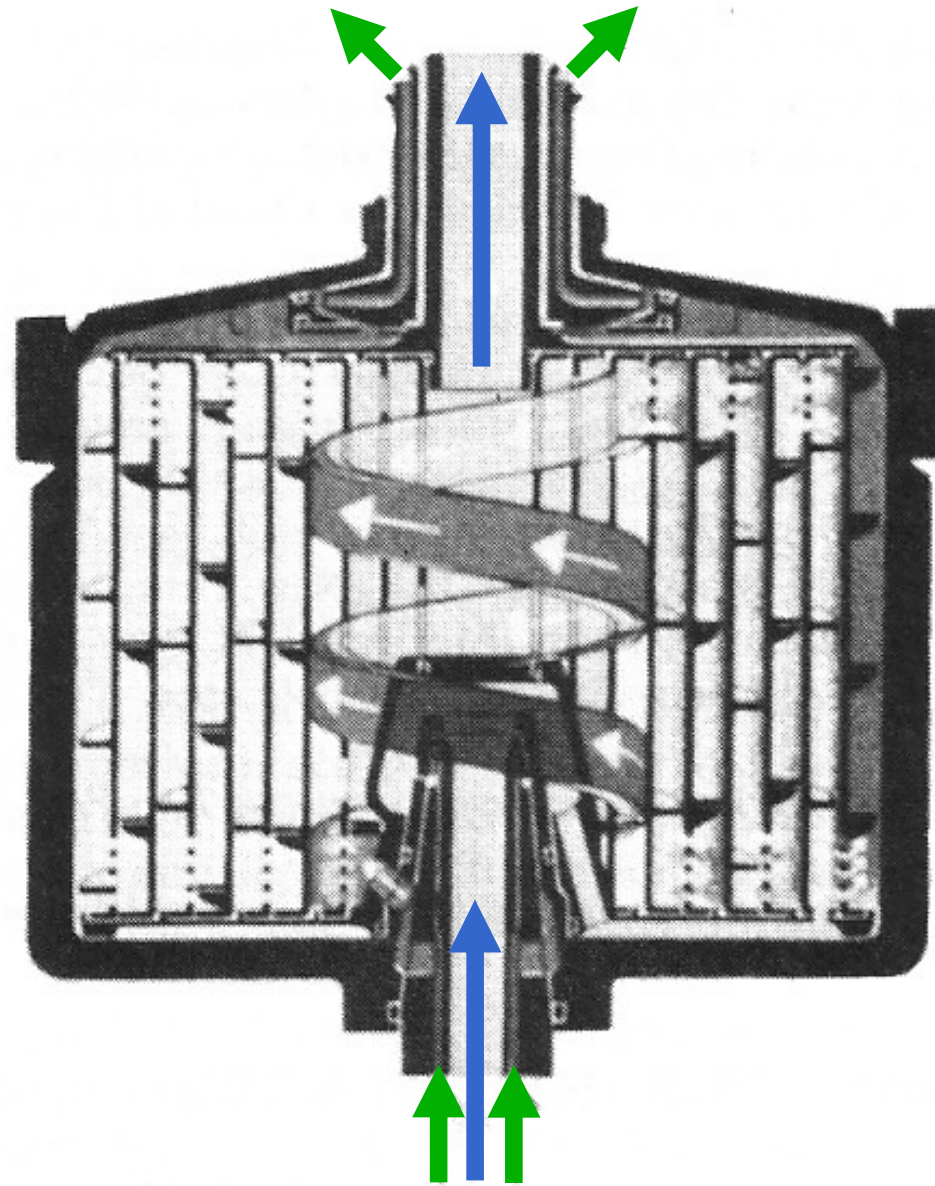


FIG. 13.37. Working principle of Alfa-Laval centrifugal extractor .

Extractoare continue in contracurent cu contact differential



Extractorul Alfa Laval

TEHNICI DE SEPARARE © Lucian GAVRILA

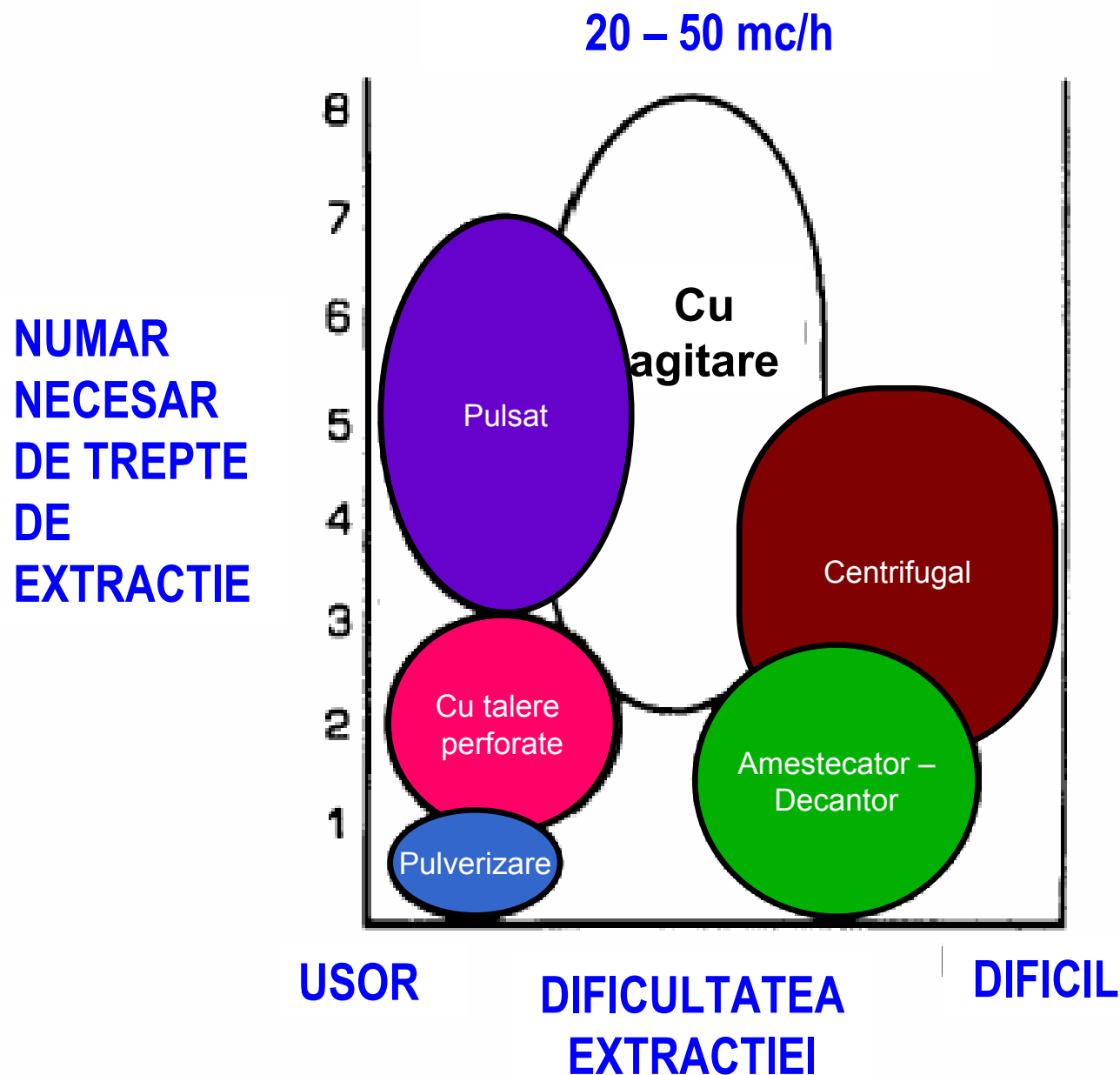
Tabel pentru alegerea extractoarelor

	Cost scazut		Eficien- ta ridi- cata	Capa- citate mare	Flexi- bili- tate	Eficien- ta volu- metrica mare	Spatiu redus		Capabilitate de a prelucra sisteme	
	inves- titii	ex- ploa- tare					Vert.	Oriz.	care emul- sioneaza	cu soli- de
Amestecator-Decantor	3	2	4	4	4	2	5	1	1	3
Cu pulverizare	4	5	1	3	2	1	1	5	2	4
Cu talere perforate	4	5	2	2	2	2	1	4	3	2
Cu umplutura	4	4	2	2	2	2	1	4	3	1
Pulsat	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3
Cu agitare	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3
Centrifugal	2	3	4	3	4	5	5	5	5	2

5 – excelent;
4 – bun;
3 – adecvat;

2 – slab;
1 – foarte slab;
0 – nepotrivit;

Grafic pentru alegerea extractoarelor



Criterii pentru alegerea extractoarelor

