

MIGRO-NANO-FLUIDIGS



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI

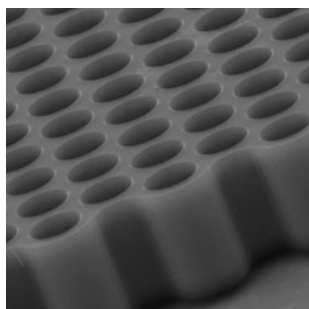
Programul Operațional Sectorial
"Creșterea Competitivității Economice"
"Investiții pentru viitorul dumneavoastră"



INSTRUMENTE STRUCTURALE
2007-2013

Procese de incapsulare în sistemul - Wafer Bonding -

Dr. Ing. Catălin Mihai BĂLAN



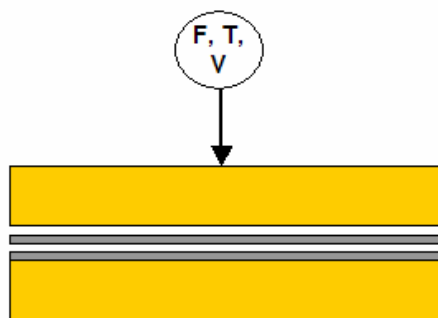
Laboratorul L10 *Micro- și Nano-Fluidică*
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru
Microtehnologie (IMT-București)
Erou Iancu Nicolae, 126A
București, România

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Ce reprezintă procesul de sudare al plachetelor (wafer bonding):

- Crearea de conexiuni permanente sau temporare între două sau mai multe substraturi/plachete (wafers).
- Necesită aplicarea unei forțe, a unui gradient de căldură sau curent electric în funcție de procesul utilizat.
- Plachetele sunt în general aliniate una față de cealaltă, dar nu întotdeauna această procedură este necesară.
- Plachetele adesea prezintă structuri pe suprafețele de contact ce trebuie sudate și de care trebuie să se țină seama încă de la faza de proiectare și design.

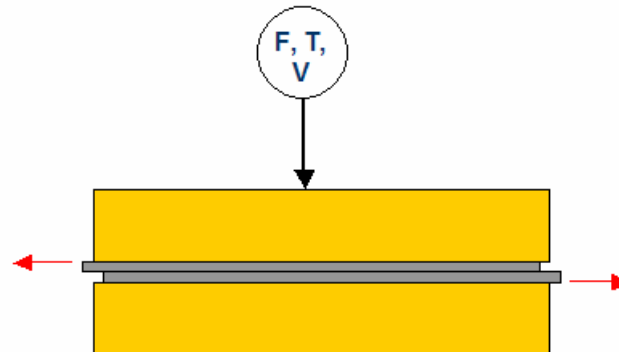


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

De ce această procedură este una problematică?

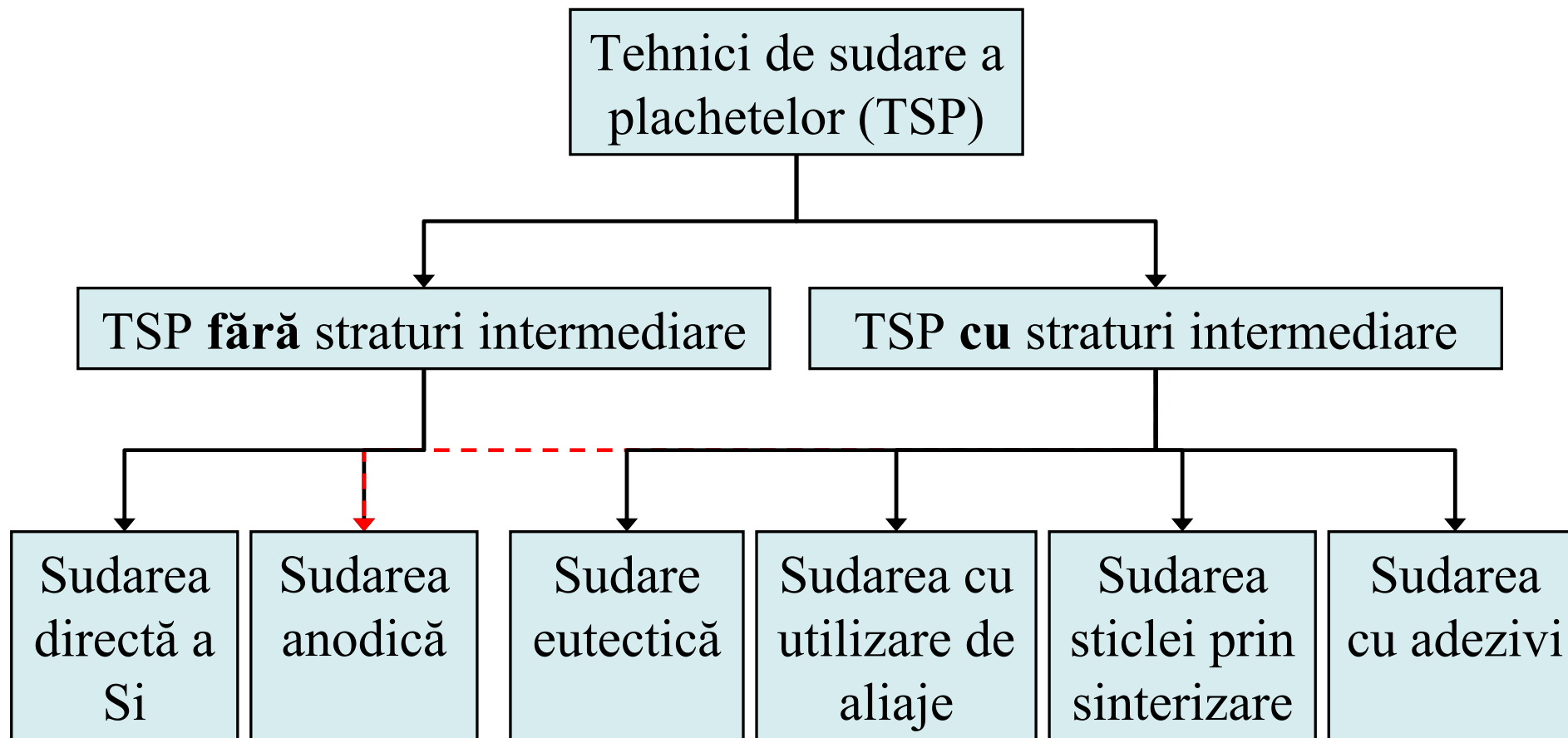
- Dilatarea termică a plachetelor – problema alinierii.
- Realizarea unei suduri uniforme pe toată suprafața utilă.
- Formarea unei suduri puternice, sudură realizată în urma unui proces de difuzie (sudarea plachetelor prin difuzie) sau de topire (sudarea eutectică).
- Realizarea sudării pe suprafețe curate – prezența impurităților ducând la formarea de goluri între suprafețele sudate.
- Utilizarea de materiale care prezintă coeficienți de temperatură diferiți.
- Prepararea plachetelor - procesele precedente. Aceasta variază de la un proces la altul.



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Tehnici de sudare a plachetelor



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Procese de sudare a substraturilor

- Procese de sudare directă (fuziune)

Cunoscută ca sudarea apărută în urma fuziunii moleculare – adeziunea este generată de lipituri chimice apărute între moleculele suprafețelor aflate în contact ([Maszara WP, J. Electrochem. Soc., 138 \(1\), 1991 , pp:341](#))

- **Procese de sudare anodică**

Folosite pentru sudare Si de o plachetă de sticlă – sudură ce apare datorită unui strat de oxid termic la interfață ([Wallis G, Pommerantz D, J. Appl. Phys., 40, pp: 3946, 1969](#)).

- Procese de sudare cu termocompresie

Sudarea eutectică – sudarea apare datorită unui strat de aliaj sub formă topită format la interfața plachetelor ([Wolffenbuttel RF, Wise KD, Sensors & Actuators A, 43 pp: 223, 1994](#))

Sudare prin adeziune

Prin folosirea de straturi intermediare – de obicei polimeri ([Niklaus F, Stemme G, Lu JQ, Gutmann RJ, J. of Appl. Phys., 99, pp: 031101-1, 2006](#); [O'brien J, Hughes PJ, Brunet M, O'neill B, Alderman J, Lane B, O'riordan A, O'driscoll C, J. Micromech. Microeng., 11 pp: 353, 2001](#)).

- Procese de sudare prin difuzie

SOI (Siliciu pe izolator)

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Evaluarea tehnicilor de incapsulare la nivelul plachetelor

Tipul de sudare	Proprietăți	Materiale	Procesul de incapsulare	Observații
Sudarea cu adezivi	• Ne-ermetică • Proces desfășurat la temperatură joasă (150° C).	Adezii cu proprietăți selectate funcție de: dimensiunea și tipul spațiului de umplere, coeficient termic de expansiune, gradul de absorbție a apei, tensiunea de sudare, etc.	• Depunerea adezivului pe fața plachetei • Alinierea plachetelor pe o masina de aliniere • Indepărtarea surplusului de adeziv	• Se poate aplica și pentru plachete cu metalizări • Procesul de depunere prezintă o rezoluție limitată
Sudarea sticlei prin sinterizare	• Ermetic • Proces desfășurat la temperatură ridicată (400-450° C).	Plachetă de sticlă cu expansiune termică scăzută și temperatură de sinterizare scăzută	• Depunerea pastei pentru sudarea sticlei pe fața plachetei • Uscarea și sinterizarea pastei • Alinierea și sudarea prin utilizarea unui <i>wafer bonder</i>	• Este un proces mai puțin <i>curat</i>.
Incapsulare prin topire metalică	• Ermetic • Proces desfășurat la temperatură medie (200-350°C).	Metalizări: Ex: Ni, Au Aliaje de sudare: Ex: SnPb, SnAg, AuSn	• Depunerea și crearea structurilor metalice pe suprafața plachetei • Aplicarea aliajului pentru sudare pe fața plachetei • Alinierea plachetelor	Ambele plachete trebuie să aibă o depunere metalică care să permită sudarea prin topitură

Sudarea Anodică

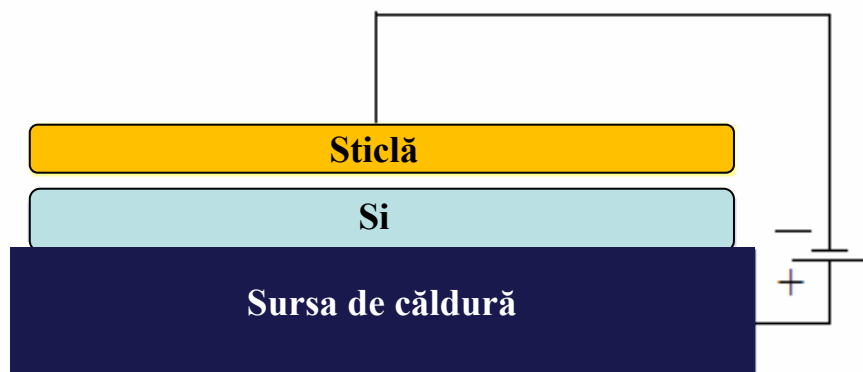
- Reprezintă cea mai utilizată metodă de lipire a plachetelor de siliciu cu cele de sticlă Pyrex.
- La temperaturi ridicate 400°C și prin aplicarea unor diferențe de potențial de până la 2000V se crează lipirea permanentă dintre siliciu și sticlă - în urma unui proces chimic ce apare la interfața plachetelor.
- Se realizează o legătură puternică datorită forțelor covalente
- Parametrii necesari: *temperatură, diferențe mari de potențial*
- Proces: anodic
- Materialul plachetelor: Si și sticlă (PYREX)

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

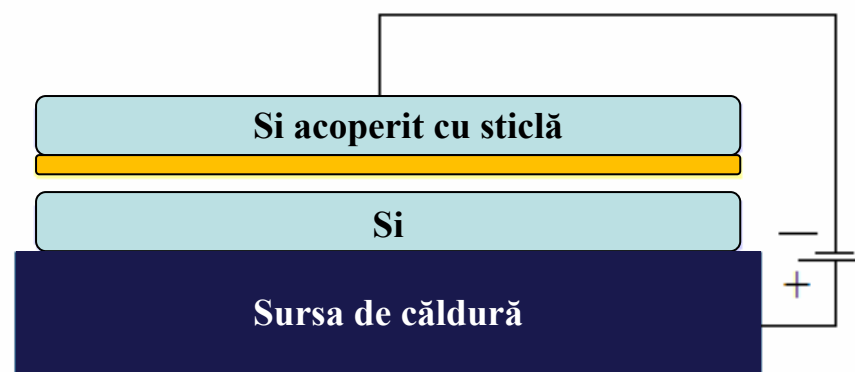
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea Anodică

Sudare sticlă Py / Si



Sudare Si-Py / Si



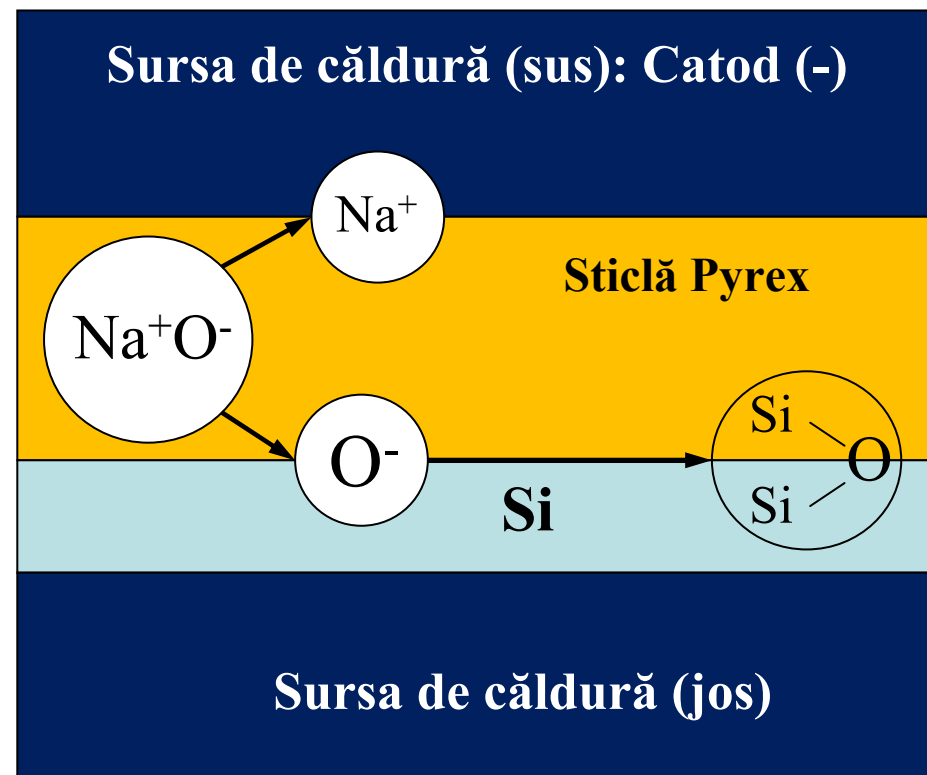
"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea Anodică

Temperatura
Puterea electrică
Forța aplicată
Mediul de lucru

350 ... 450°C
800 V, 15 mA
500 N
Crearea de *vacuum*
sau presiune



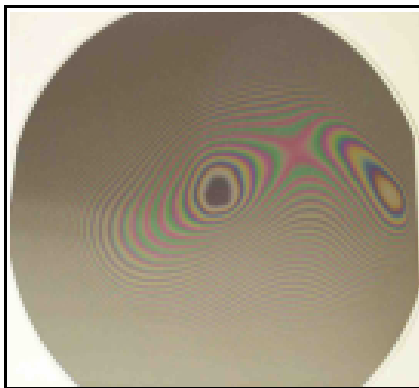
"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

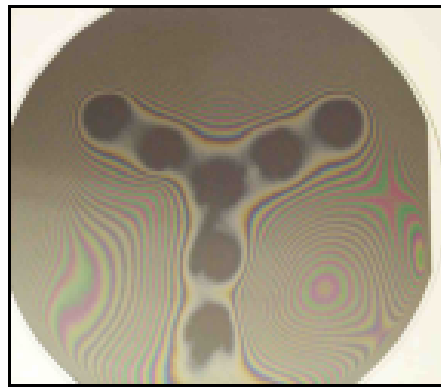
Sudarea Anodică

- Proces utilizat în cazul suprafețelor mari de contact.
- Proces caracterizat de forțe mari de atracție
- Nu necesită straturi intermediare
- Folosirea materialelor cu coeficienți de dilatare termică similari
- Deteriorarea în timp a electrozilor datorită sodiului

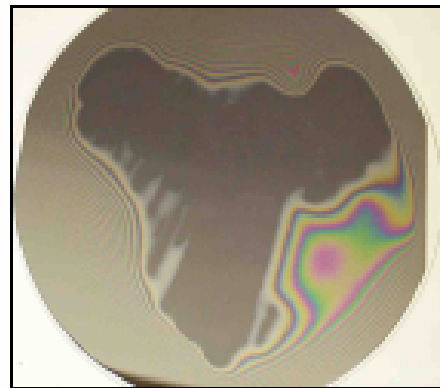
Exemplu pentru sudarea anodică: s-a folosit un electrod stea (SUSS) și plachete de 100 mm ne-prelucrate



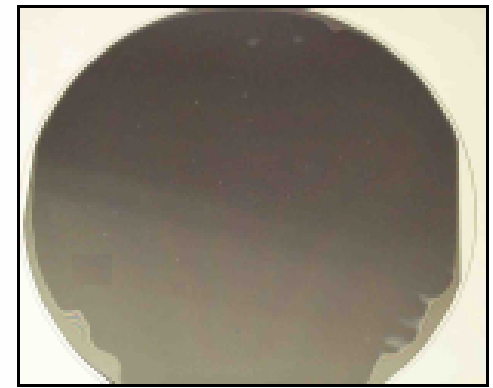
După 5 s



După 20 s



După 2,50 min



După 8 min

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea Anodică

- Condiții de material:
 - Sticla trebuie să fie termo-conductivă.
 - Plachetele să prezinte suprafețe cu rugozitate mică (de preferat sub un 1 μm) și să nu fie contaminate.
 - Stratul de oxid de siliciu să fie mai mic de 500 nm.
 - Coeficienții de dilatare termică ai siliciu și ai sticlei să fie asemănători – sticle Pyrex
- Sticle folosite în sudura anodică:
 - Schott: Borofloat
 - Schott: Tempax
 - Corning: Pyrex (305°C – temperatură optimă)
 - Hoya: SD2, SD4
 - Si acoperit cu sticlă

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudura Anodică: Avantaje și Restricții



- Cel mai aplicat proces de sudură.
- Randament mai mare de 95%.
- Proces ce se aplică pe suprafețe mari.
- Crearea de legături puternice datorită forțelor covalente apărute.
- Aplicabilitate extinsă în domeniul MST/MEMS.



- Materialele limitate: Si/Sticlă (Si-acoperit cu sticlă/Si).
- Apar striatii datorită tensiunilor interne.

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010



Sudarea prin termocompresie

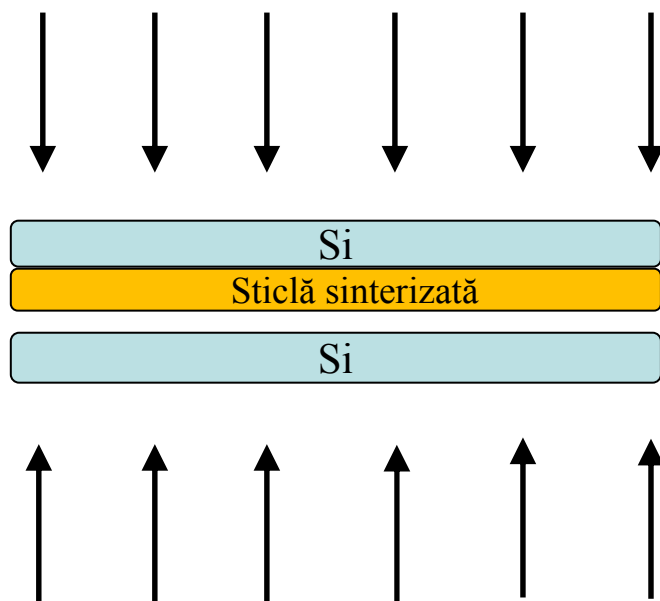
- Pentru aplicații unde sudarea plachetelor de siliciu sau alte substraturi (cu straturi intermediare) necesită aplicarea unor forțe de compresie.
- Materialele tipice folosite în incapsularea senzorilor: sticla sinterizată, material eutectic, aur, sau mai recent - cupru
- Parametrii: *temperatură, presiune aplicată pe plachete*
- Procese: eutectic, de sinterizare, adeziune
- Plachete folosite: de orice natură

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

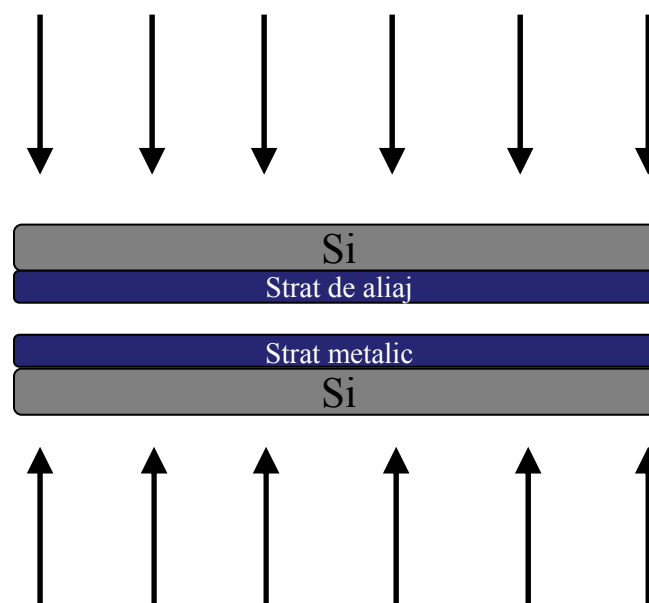
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea prin termo-compresie

Sudare cu sticlă sinterizată



Sudare eutectică

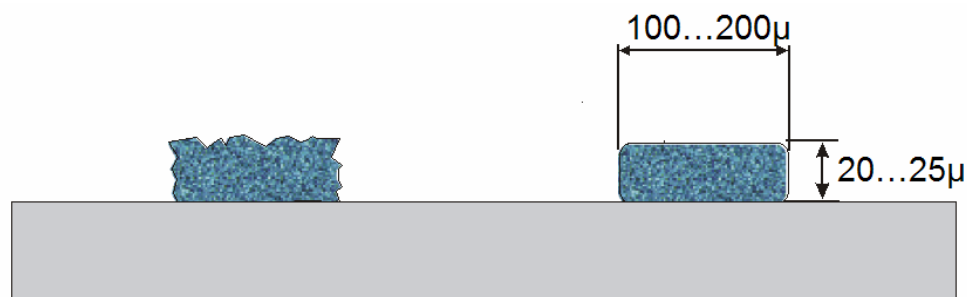
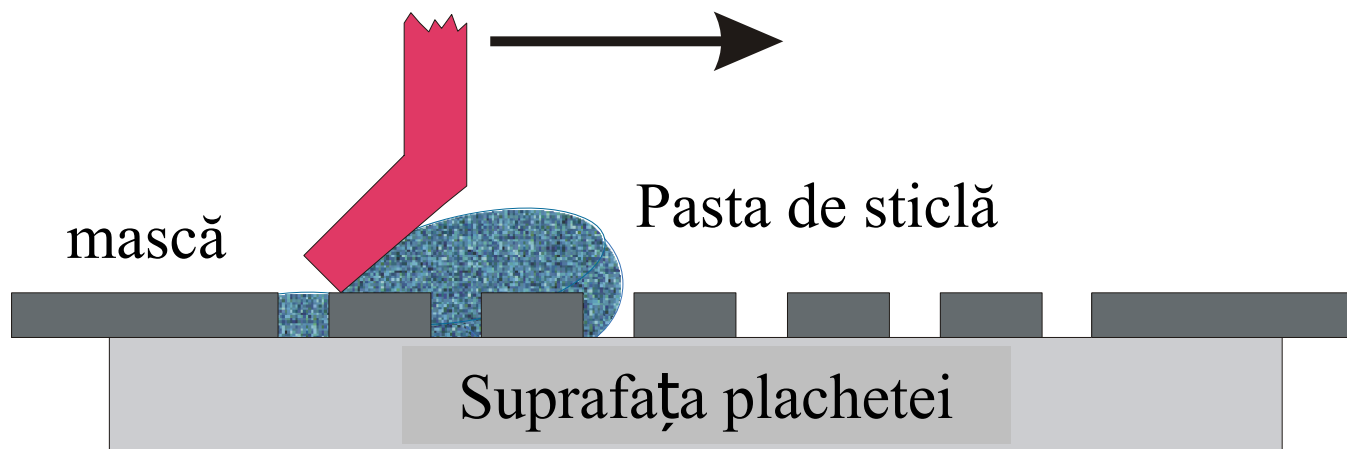


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea cu ajutorul sticlei sinterizate

În procesul de sudare prin sinterizare a sticlei, în prealabil este creat un model (de obicei pe suprafața plachetei) care corespunde ca dimensiune și formă micromăști folosite. În cele mai multe cazuri aceasta este alcătuită din mici pătrate.

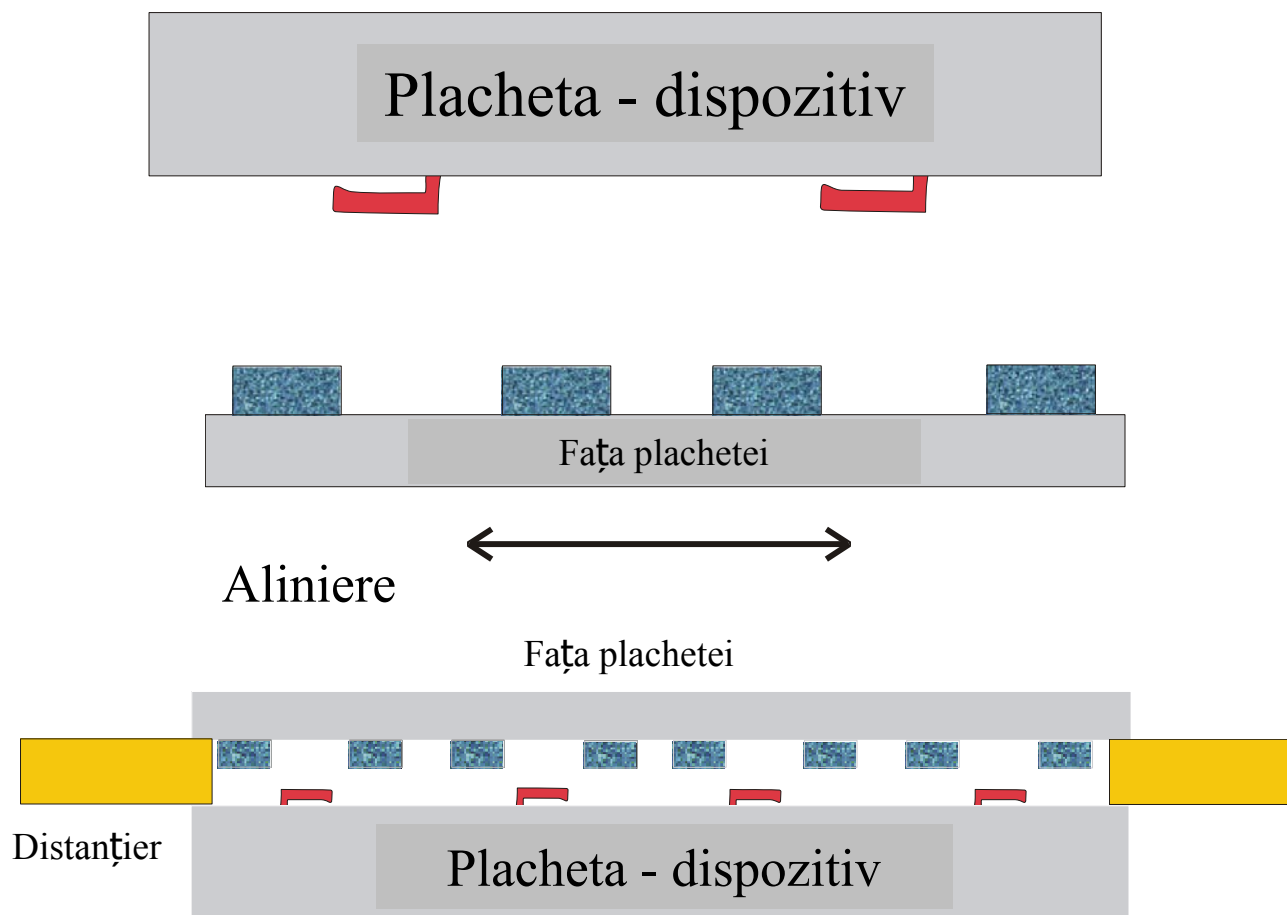


"Conținutul acestui m...

vernului României"

5/12609/209/20.07.2010

Sudarea cu ajutorul sticlei sinterizate

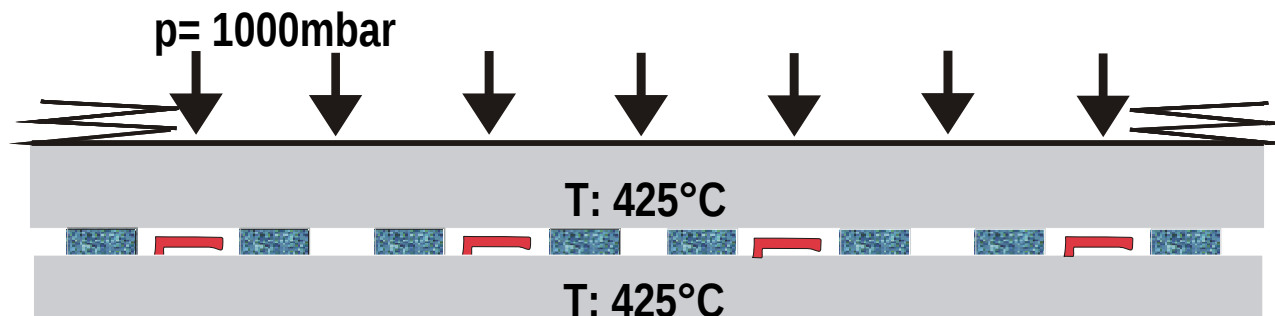


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea cu ajutorul sticlei sinterizate

- Plachetele sunt sudate prin folosirea combinată de presiune și temperatură.
- Modelul creat cu pastă de sticlă servește la sigilarea și lipirea plachetelor folosite.

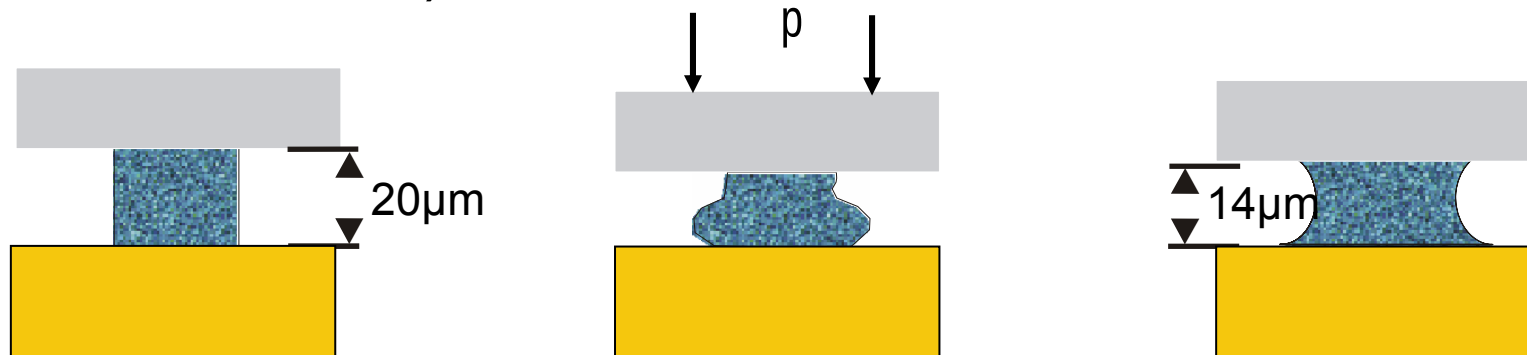


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

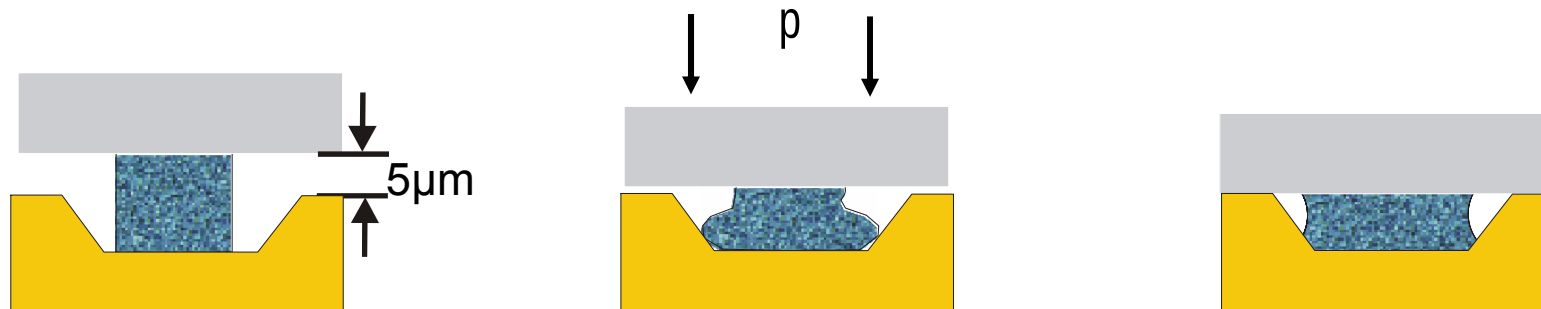
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea cu ajutorul sticlei sinterizate

- Sudarea convențională a sticlei sinterizate



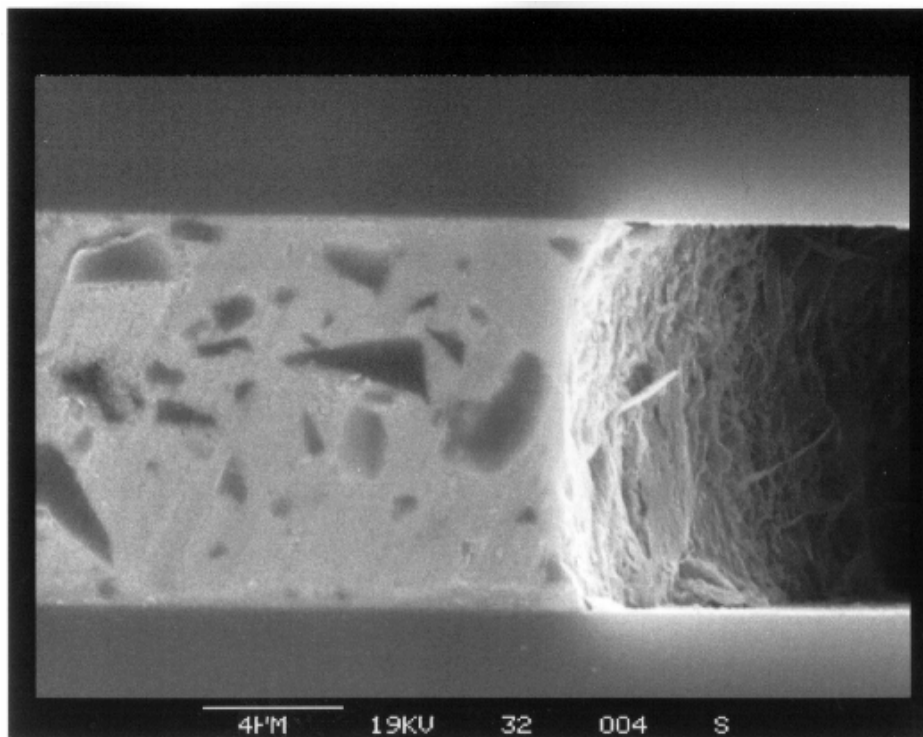
- Sudarea sticlei sinterizate cu suprafețe de referință



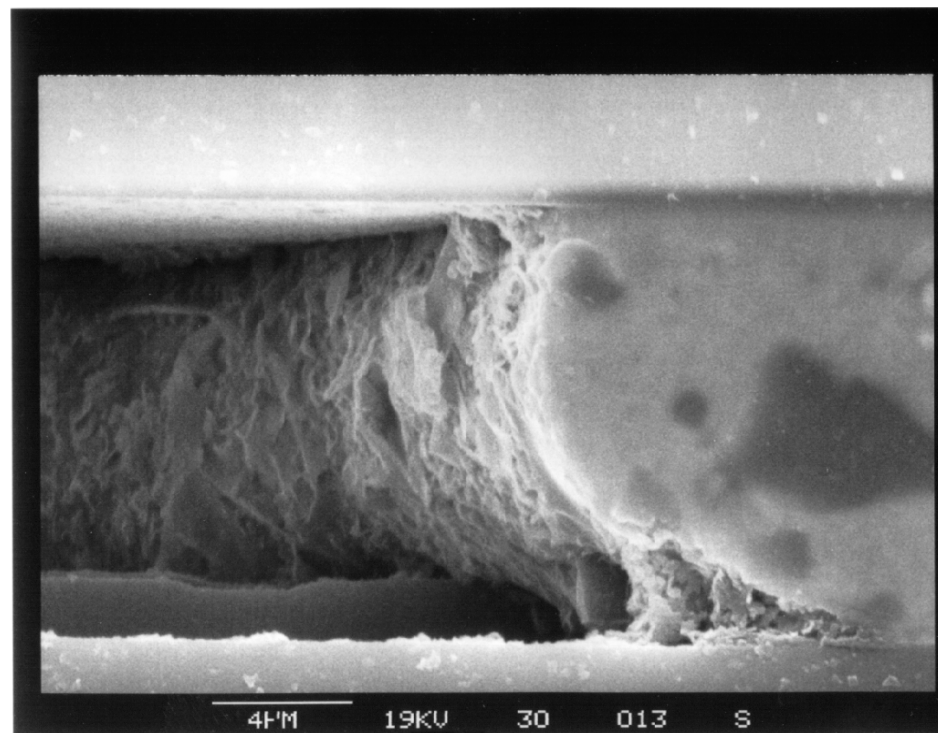
"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Exemple de sudare prin sinterizare



Sudare bună: margini cu formă convavă



Sudare slabă: margine rugoasă cu formă conveză

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea prin sinterizare: Avantaje și Restricții



- Este un proces foarte flexibil și economic
- Poate fi aplicat pentru o varietate mare de materiale (în cazul plachetelor)
- Suprafețele nu necesită să fie foarte netede
- Proces ce se auto-adaptează la topologia plachetei



- Depunerea pastei de sinterizare – reprezintă un proces *murdar*
- Proces aplicat pe suprafețe mici
- Realizarea întregii proceduri necesită timp

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare eutectică

- Două straturi subțiri din ambele plachete formează aliajul pentru sudare.
- În mod normal sudarea are loc în momentul în care un strat subțire (metal pur), în contact cu aliajul celei de-a doua plachete este încăzit deasupra punctului de topire a aliajului.
- Alinierea reprezintă un parametru important din moment ce structurile metalice ale plachetelor trebuie să fie suprapuse.
- Temperatura și presiunea de sudare necesită o uniformitate foarte bună.
- Tratamentele premergătoare influențează drastic rezultatele procesului de sudare.

Strat	Metal	Grosimea stratului
Metalizarea placetelor	Al	1 μm
Metalizare pt. Sudare	Chem. Ni / Au	5-10 μm / 50-100 nm
Sudarea eutectică	AuSi (363°C)	
	AlGe (420°C)	
	AuSn (280°C)	< 10 μm
Sudarea	SnPb37 (183°C)	10 – 50 μm
	SnAg3,5 (221°C)	10 – 50 μm

Sistemul metalurgic pentru sudarea metalică

„unii Europene sau a Guvernului României”

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea eutectică: Avantaje & Restricții



- Proces curat.
- O varietate mare de materiale în alegerea plachetelor.



- Proces aplicat la zone mici de sudură.
- Apar probleme la aplicarea câmpurilor electrice.
- Limitarea topologică a plachetelor.
- Randament scăzut.

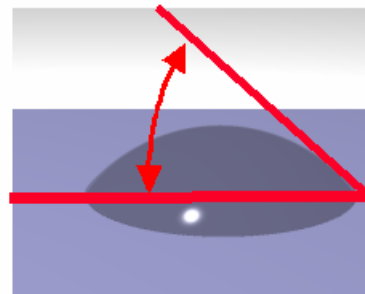
"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Procese de sudare prin fuziune

Cu cât hidrofiliza și gradul de curățire al siliciului sunt îmbunătățite și mai ușor de repetat, cu atât sudura prin fuziune a siliciului devine din ce în ce mai importantă.

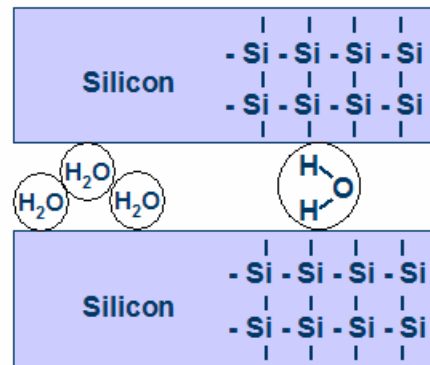
a) Gradul de curățire/Hidrofiliză



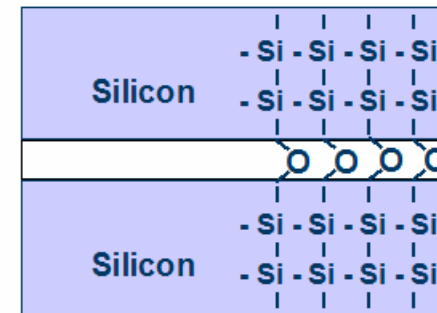
Contact Angle

Unghiul de contact

b) Pre-sudarea



c) Coacere la aproximativ 1100°C



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Procese de sudare prin fuziune

- Fără a necesita straturi intermediare între plachete
- Prepararea suprafețelor: Rugozitate < 0.5 nm ...
- Pre-sudarea la rece este posibilă = Acuratețe ridicată la aliniere, costuri scăzute ale echipamentelor.
- Coacerea la 1100°C – este prioritară numai pentru senzori de tip CMOS (complementary metal–oxide–semiconductor)

Pași ai procesului de curățare	Rețete chimice	T/ °C	t [min]
Prima curățare	H ₂ O ₂ (30%):H ₂ SO ₄ (96%) = 1:3	110	10
Clătire	Apă – deionizată		5
A doua curățire	H ₂ O ₂ (30%): NH ₄ OH (25%): H ₂ O = 1:1:6	75-80	5
Clătire	Apă – deionizată		2
A treia curățire	H ₂ O ₂ (30%): NH ₄ OH (25%): H ₂ O = 1:1:6	75-80	5
Pre-clătire	Apă – deionizată		5-10
Curățirea finală	Apă – deionizată - filtrată		ca. 10
Proces de spinning		22	3-5

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

24

MICRONANOFAB

Cerințe pentru sudarea siliciului prin fuziune

- Gradul de rugozitate al plachetei
 - $R_q < 1\text{nm}$ (plachete standard - prime grade wafer)
- Gradul de curățire (contaminare) al plachetelor

Tipuri de contaminări

- Contaminări organice (hidrocarburi din aer, cutiile de mutat plachete)
- Contaminare ionică (ioni de metal de la pensetele metalice, containerele de sticlă)
- Contaminare cu particule (praf, fibre)
- Planeitatea plachetelor
 - Variația totală a grosimii unei plachete standard (4"): 1-3 μm
 - Curbura $< 25\ \mu\text{m}$

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea prin fuziune: Avantaje și Restricții



- Crearea de conexiuni puternice datorită forțelor covalente
- O varietate relativ mare de în alegerea materialelor (în teorie)
- Noi metode de prelucrare LTB (low temperature direct bonding - plasma, spin on glass)
- Proces rapid (realizarea rescoacerii a mai multor serii de plachete)
- Proces aplicat pe suprafețe mari



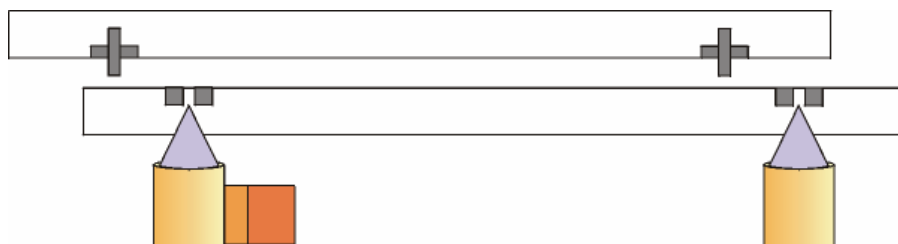
- Necesitatea unui grad de curățire ridicat al plachetei
- Procesul standard de răscoacere ne-compatibil cu procesul CMOS (complementary metal–oxide–semiconductor)

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

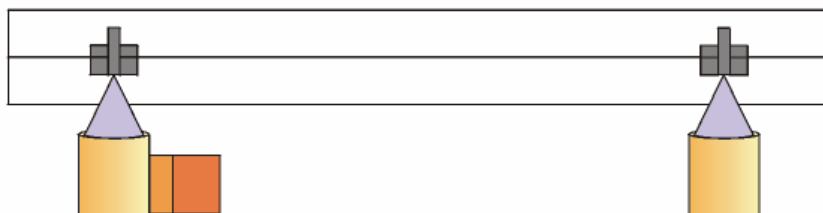
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Pre-sudarea cu Laser

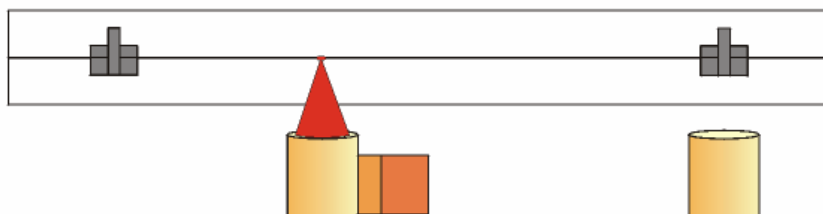
- Pentru un proces de aliniere bun



Plachetele după încărcare



Alinierea plachetelor
prin folosirea unui
sistem de aliniere BSA
(alignment assisted
bottom side)

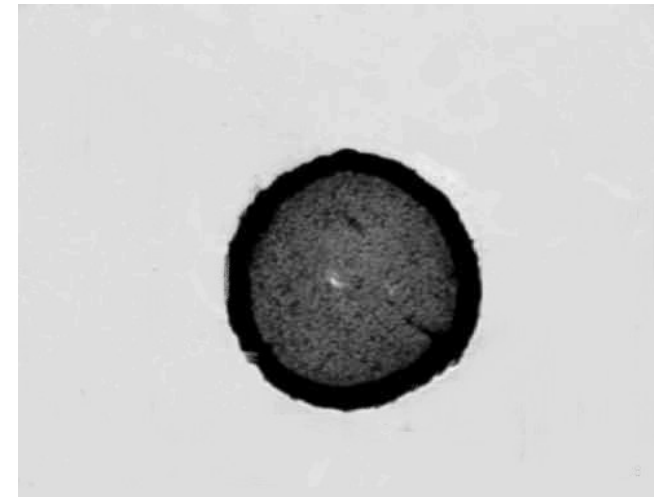
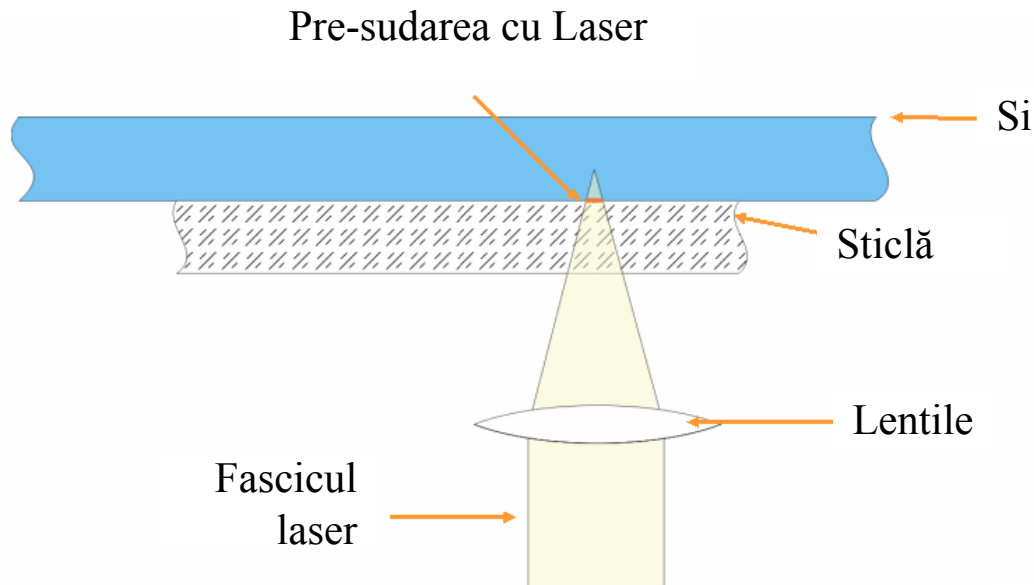


Pre-sudarea Laser

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Pre-sudarea cu Laser



Puncte de sudare cu laser cu adeziune bună
Parametrii de sudare cu laser sunt opționali

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Wafer-/Substrate Bonder SB6L



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

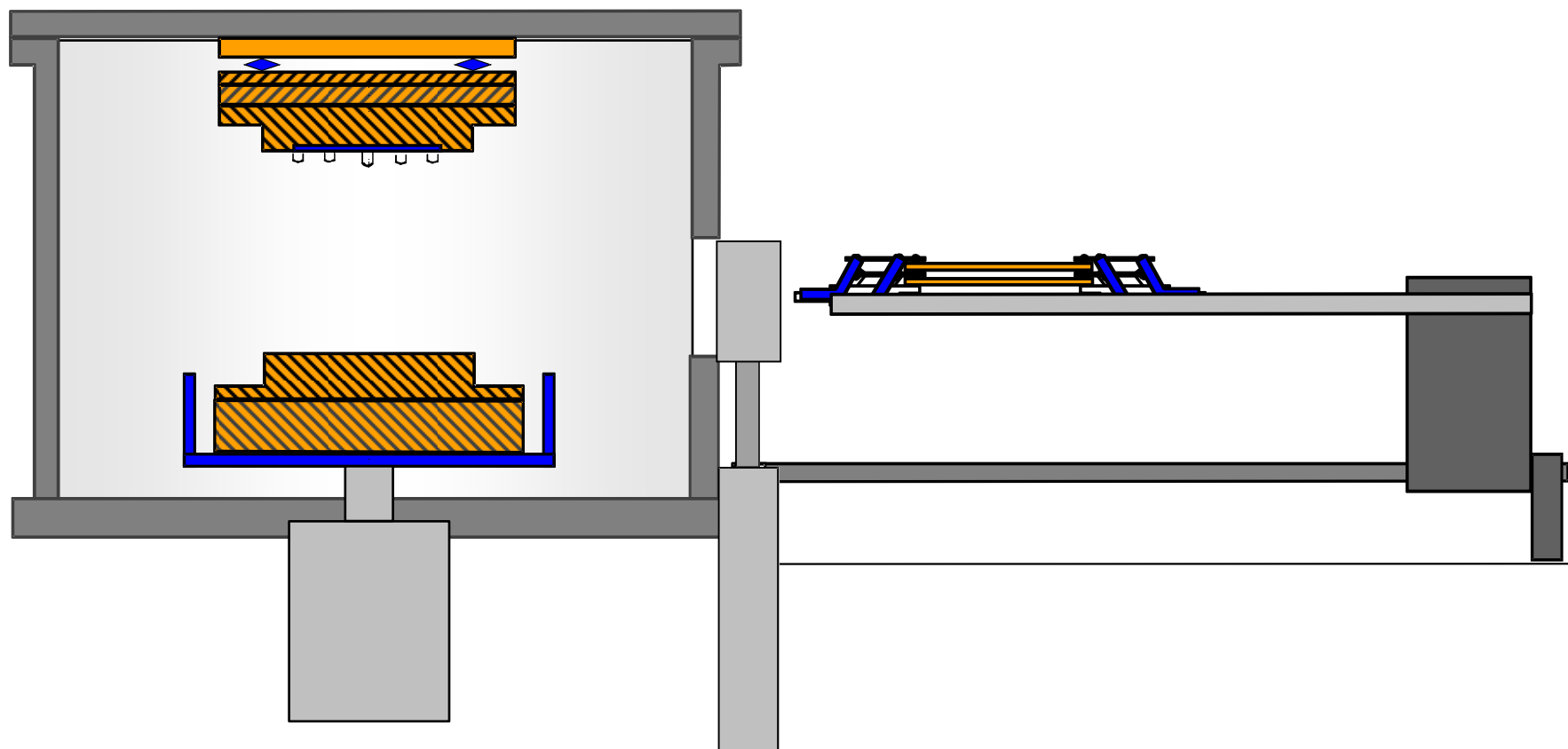
Sucesiunea unui proces de sudare anodică

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

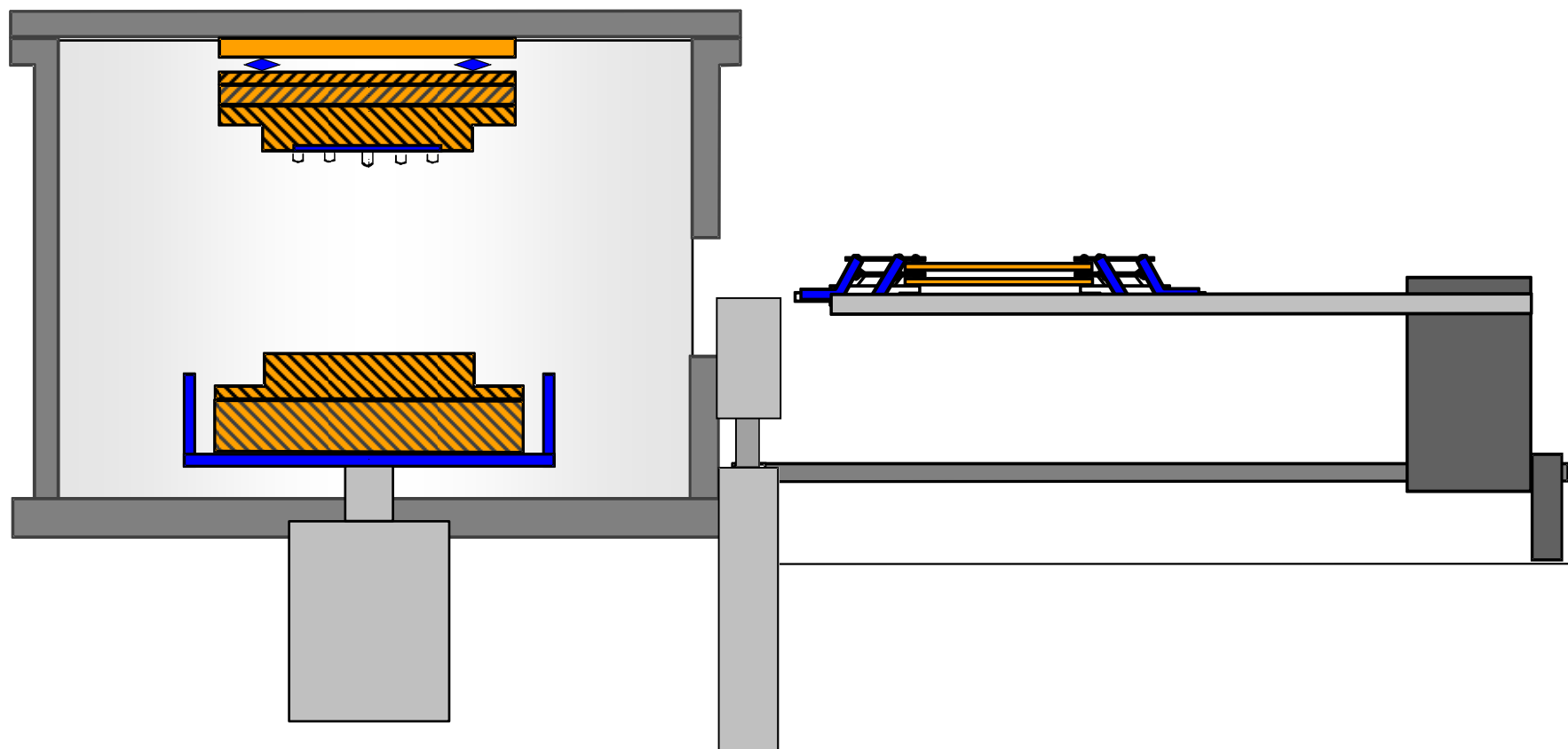


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

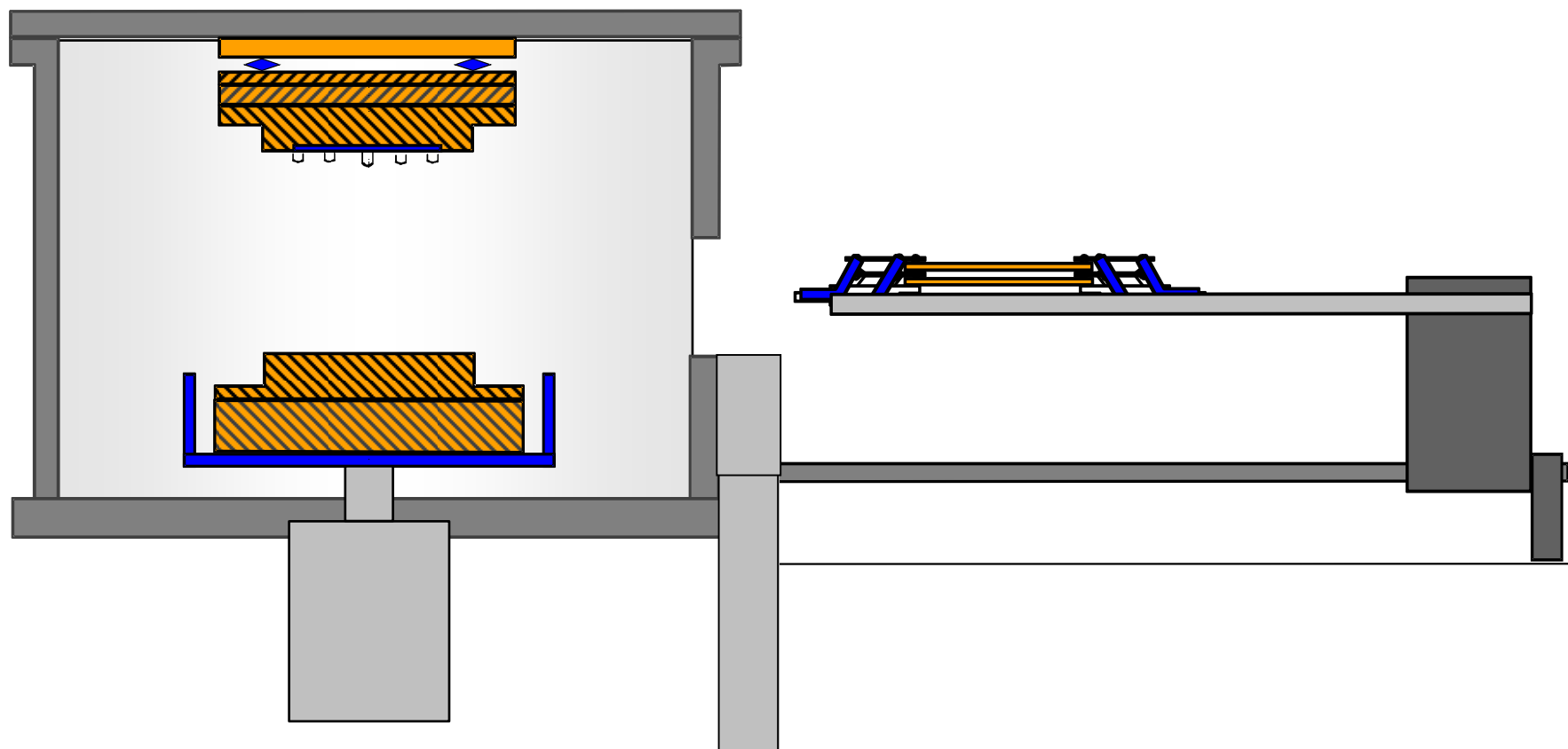


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

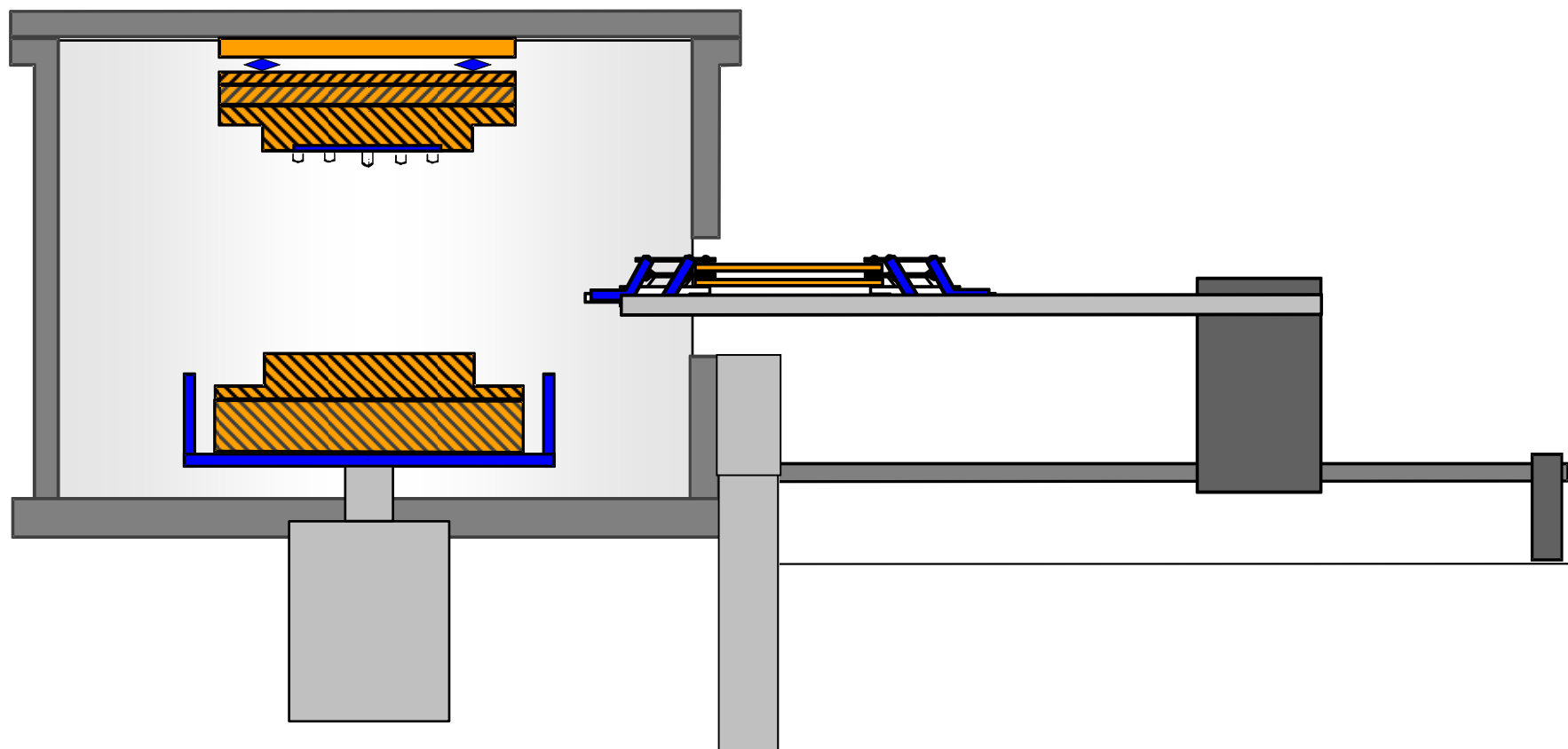


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

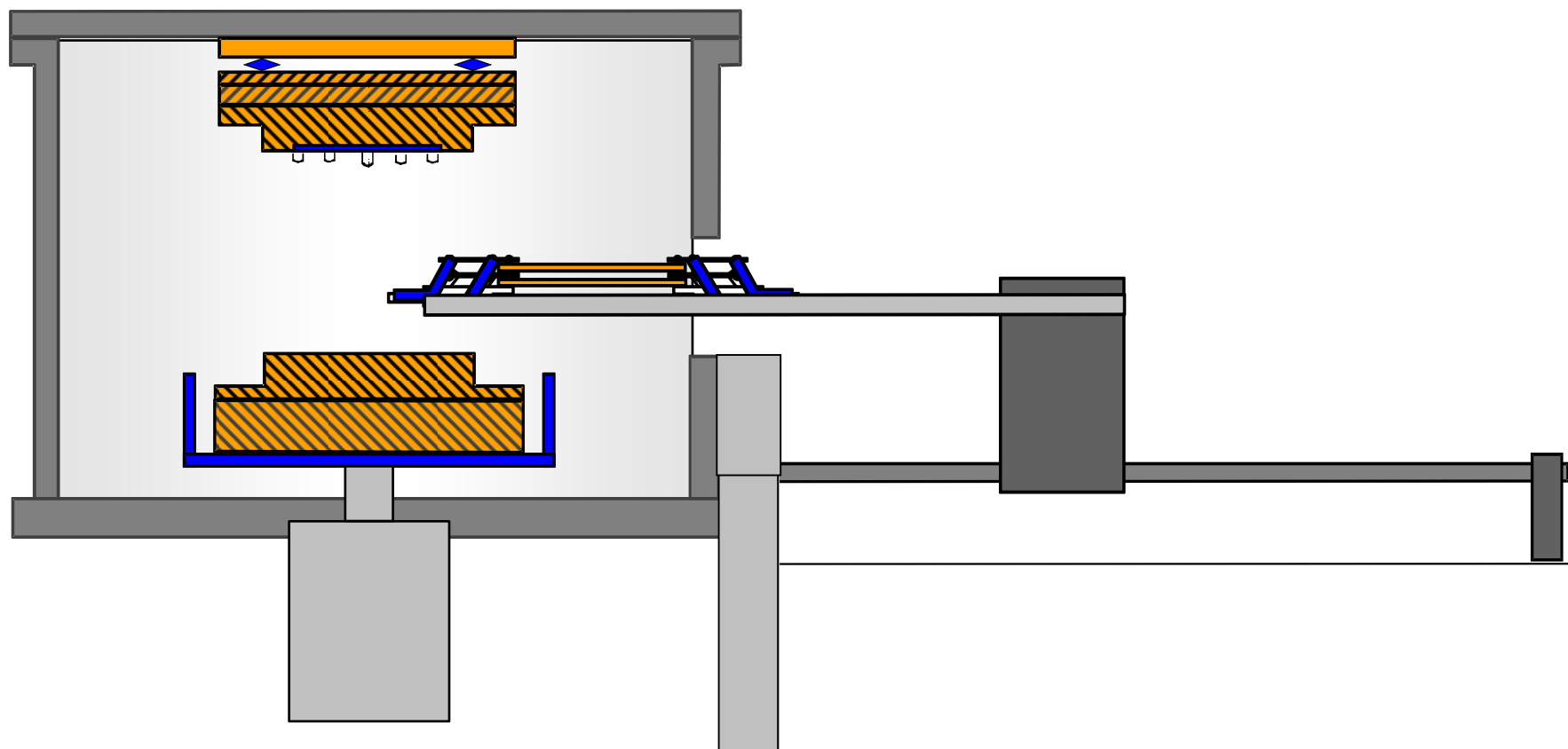


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

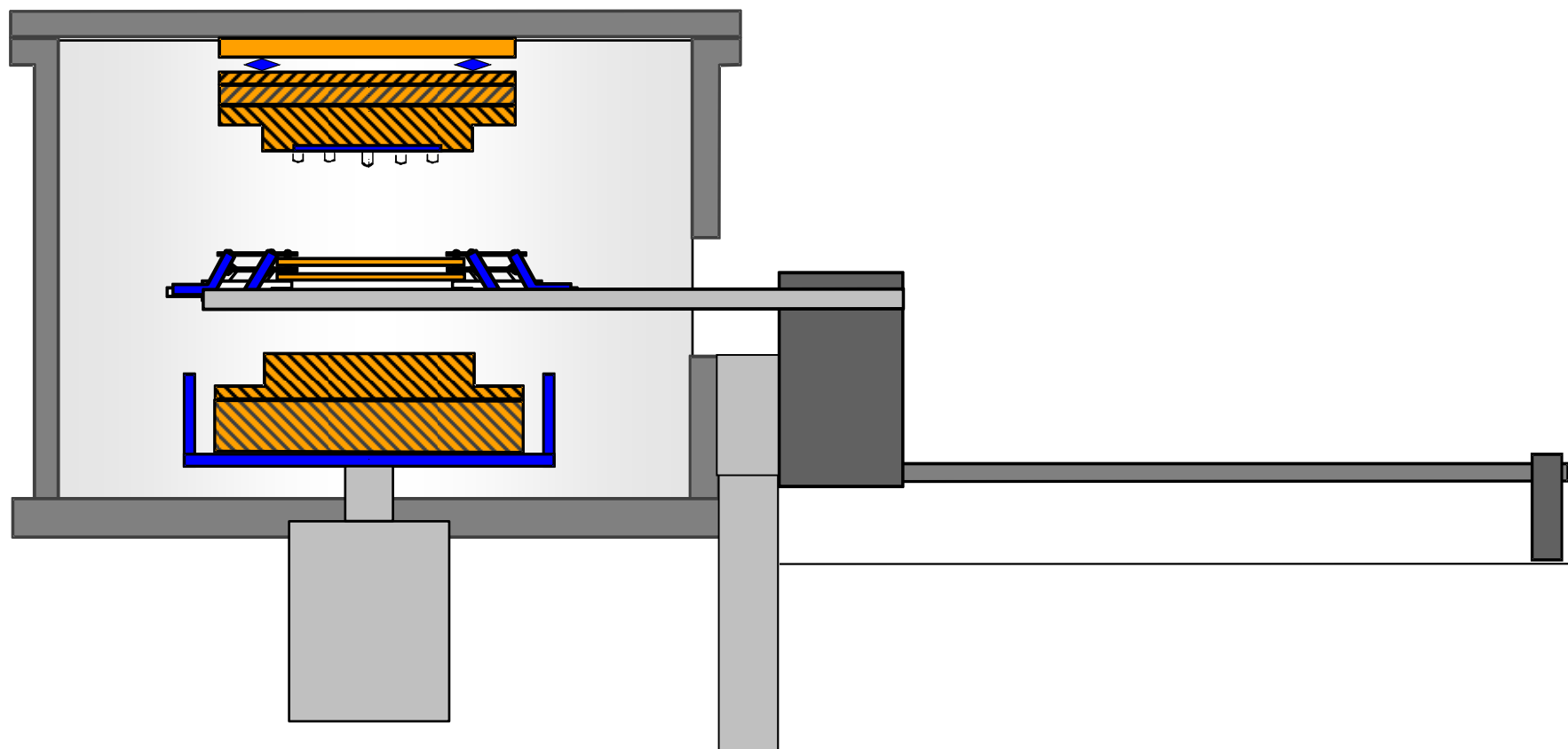


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

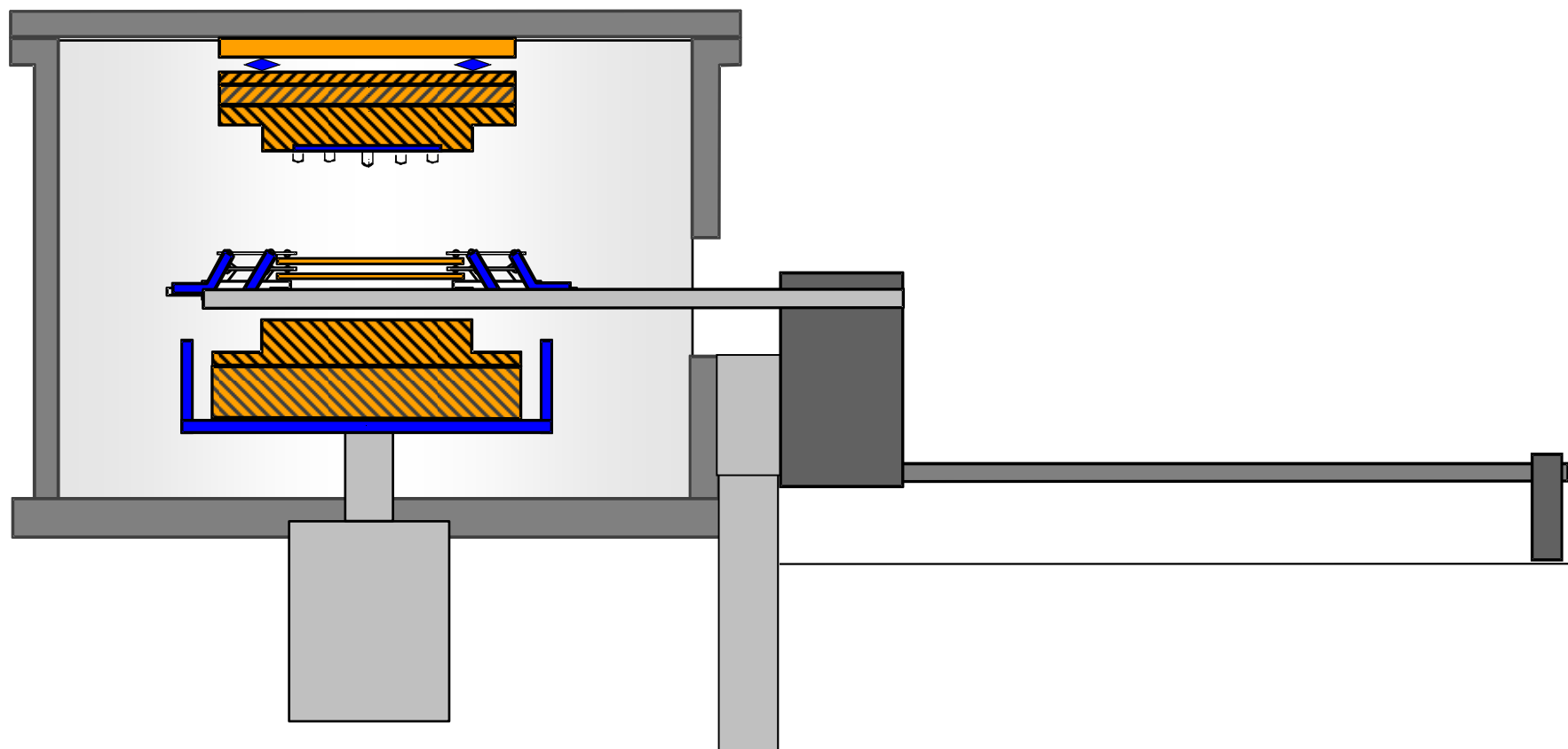


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

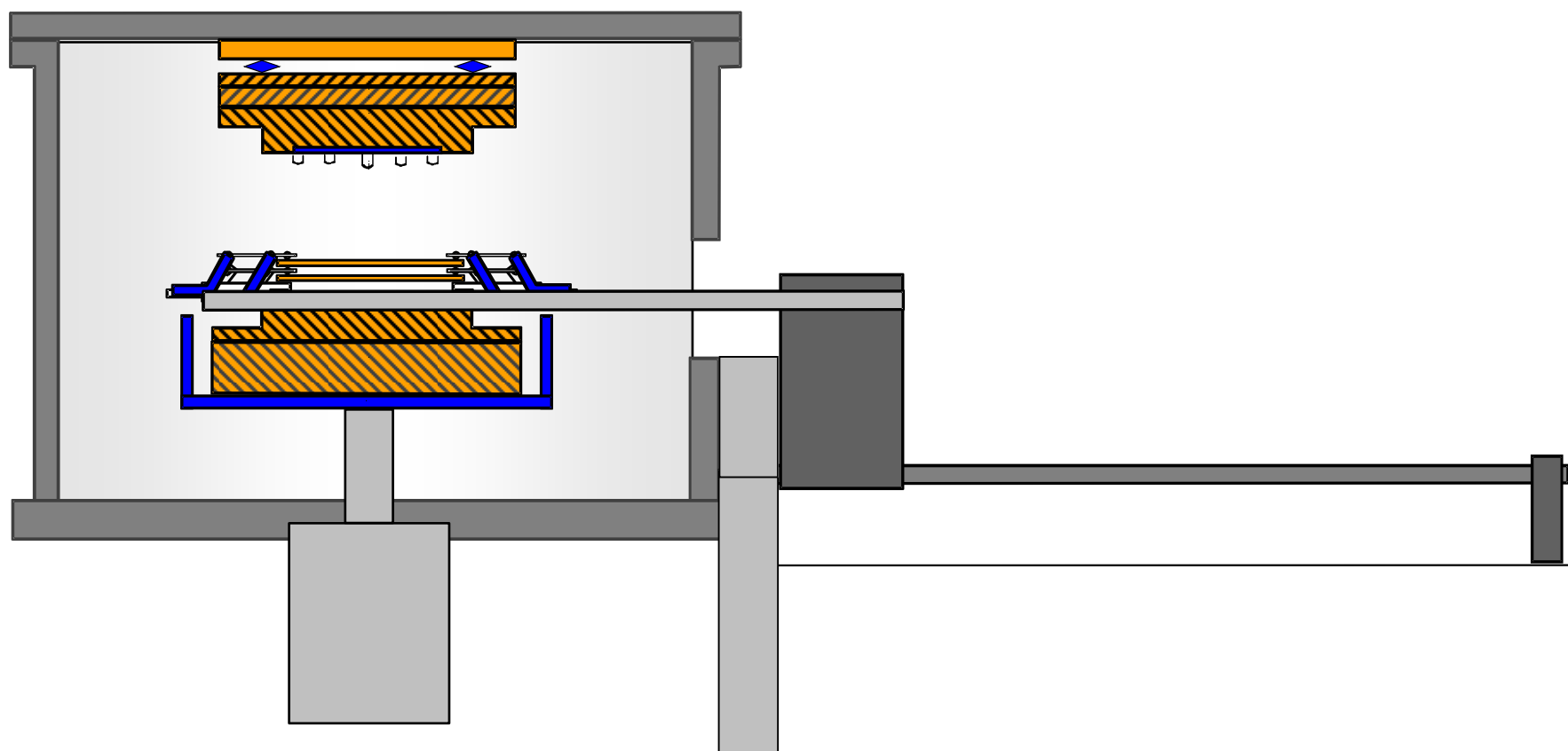


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

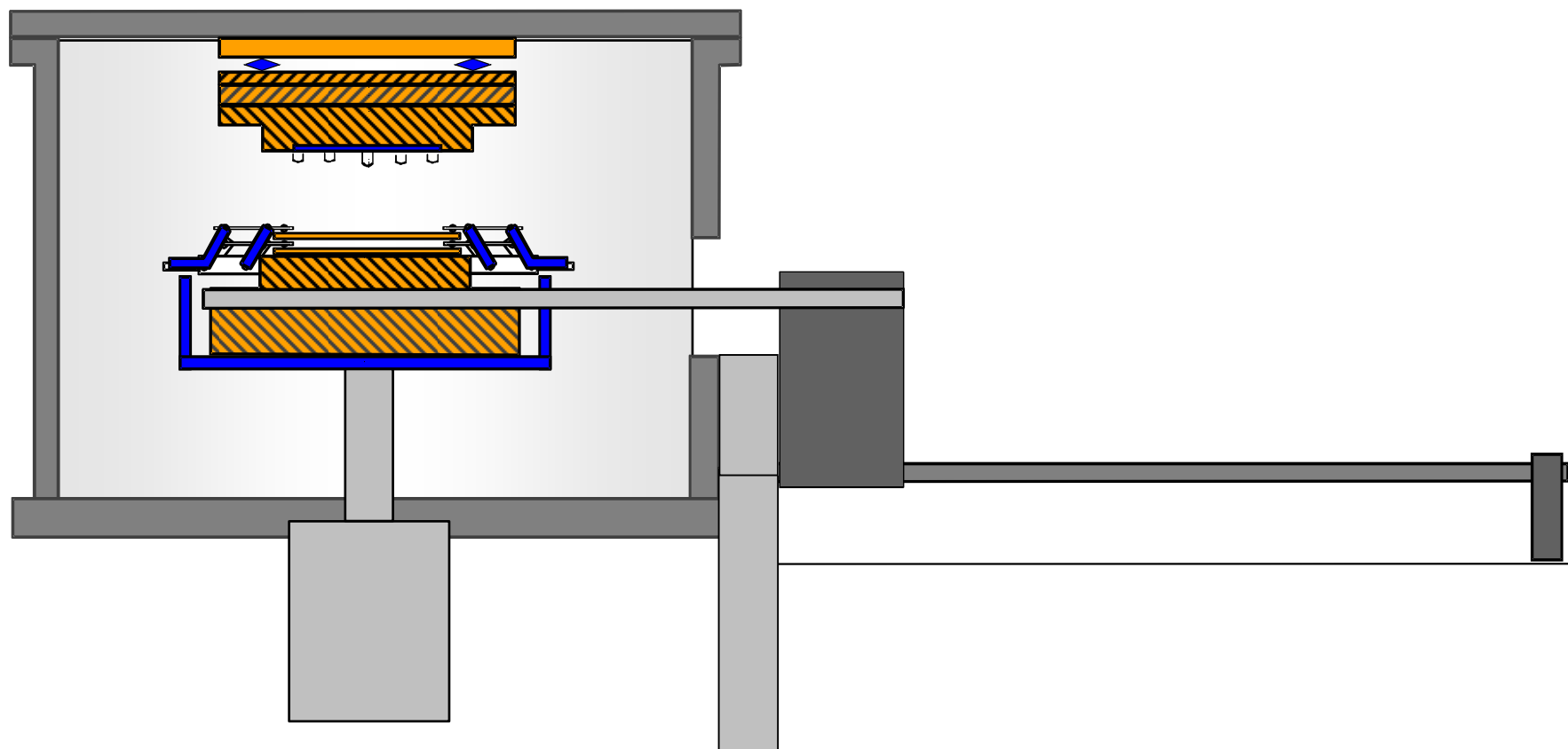


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Încărcarea plachetelor în camera de sudare

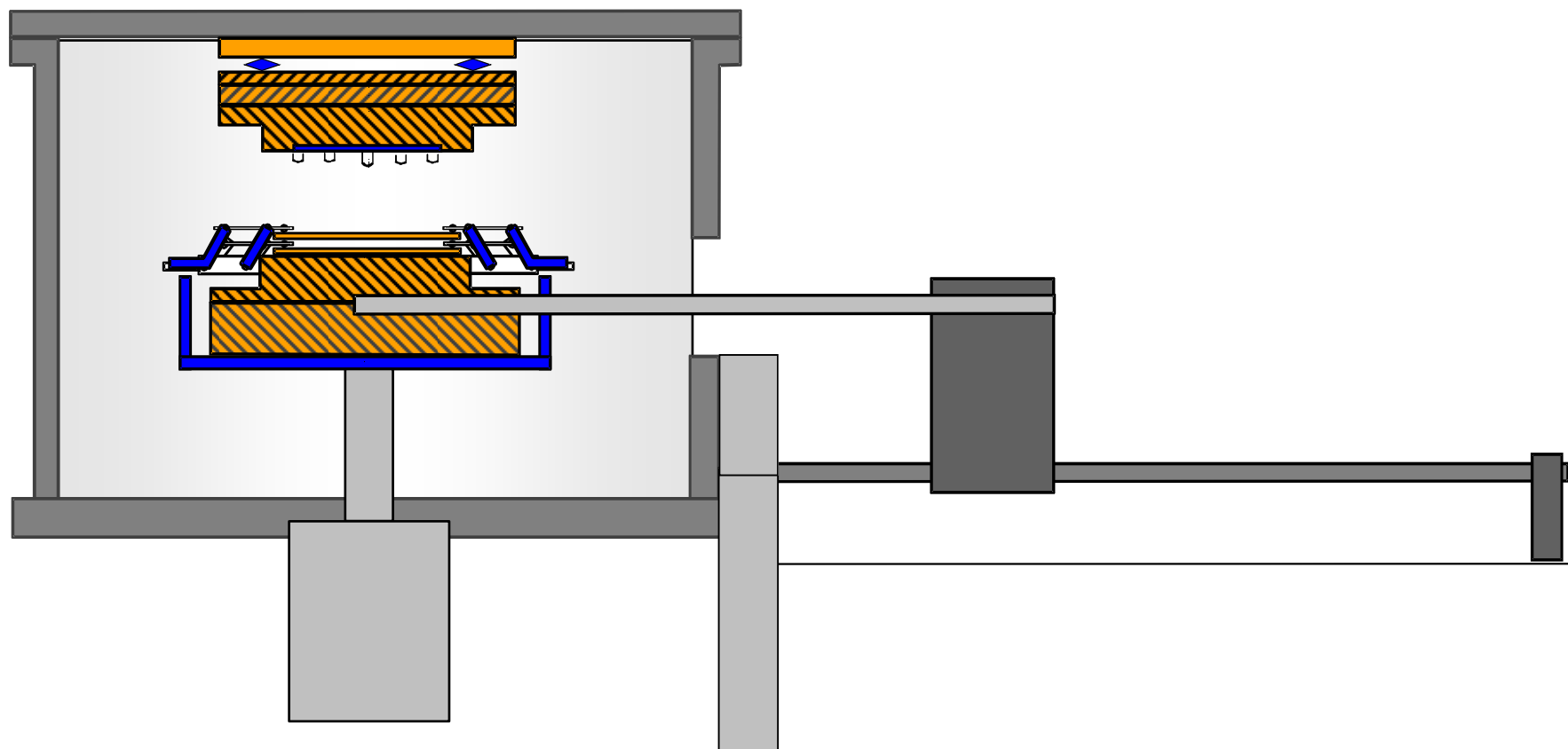


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Retragera modului de încărcare

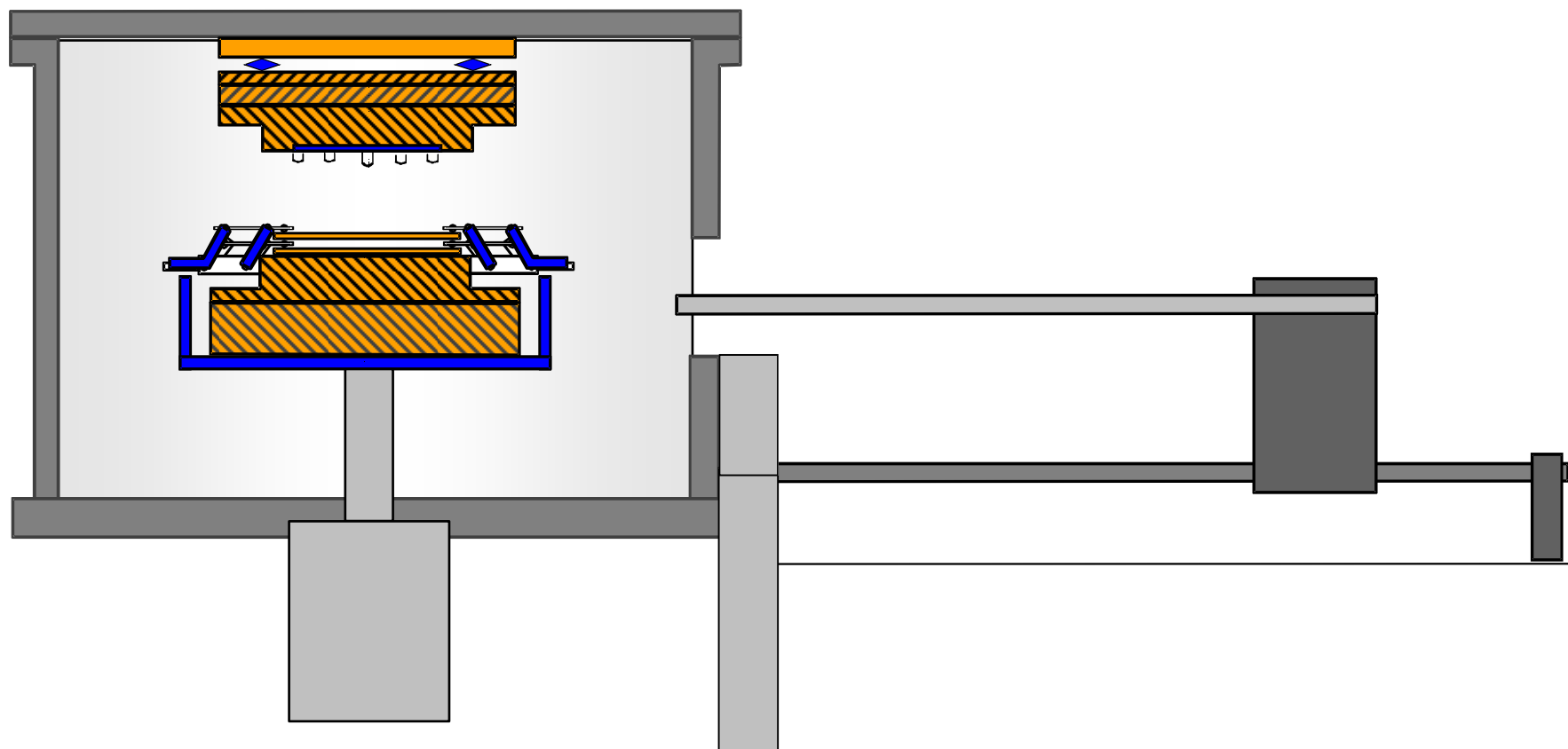


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Retragera modului de încărcare

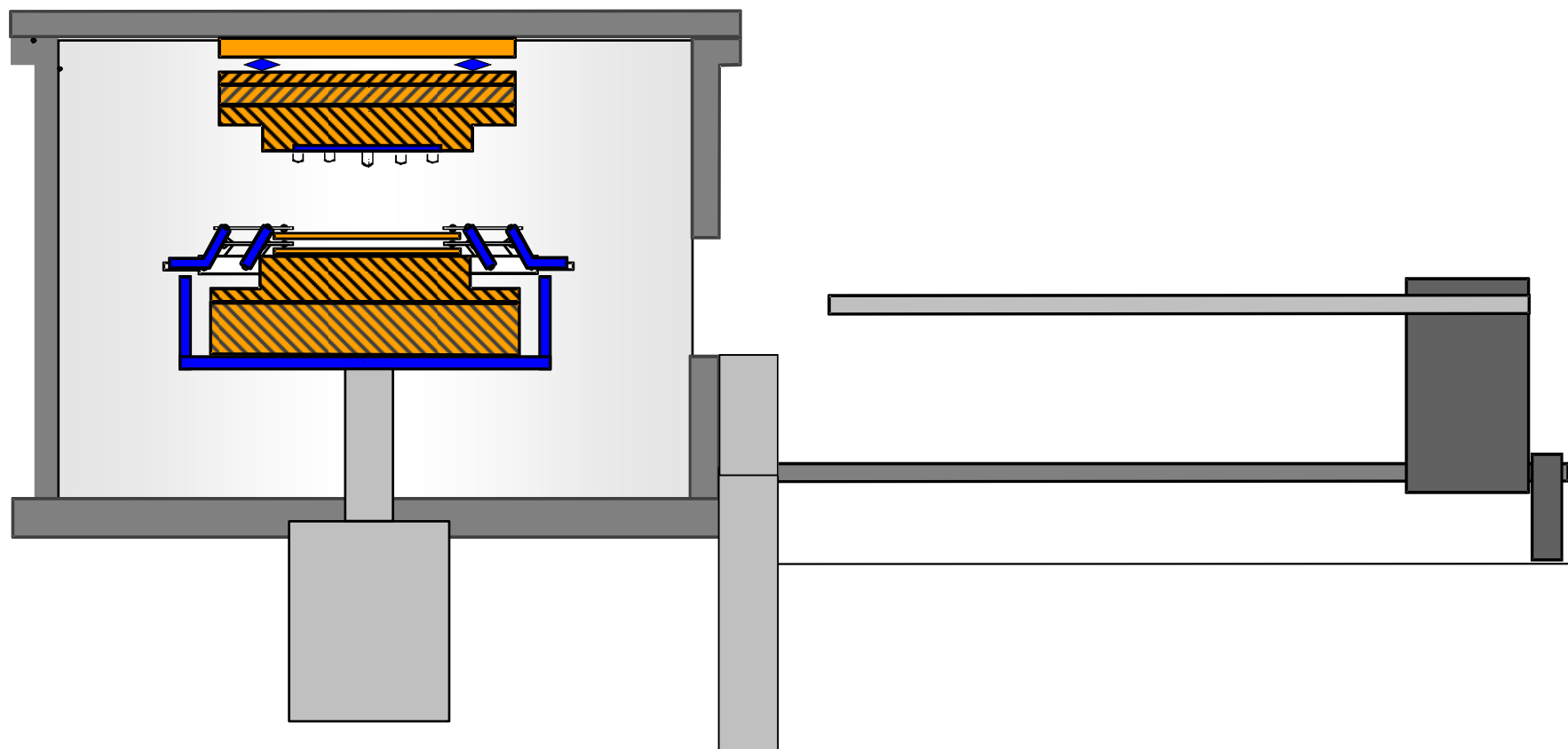


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Retragera modului de încărcare

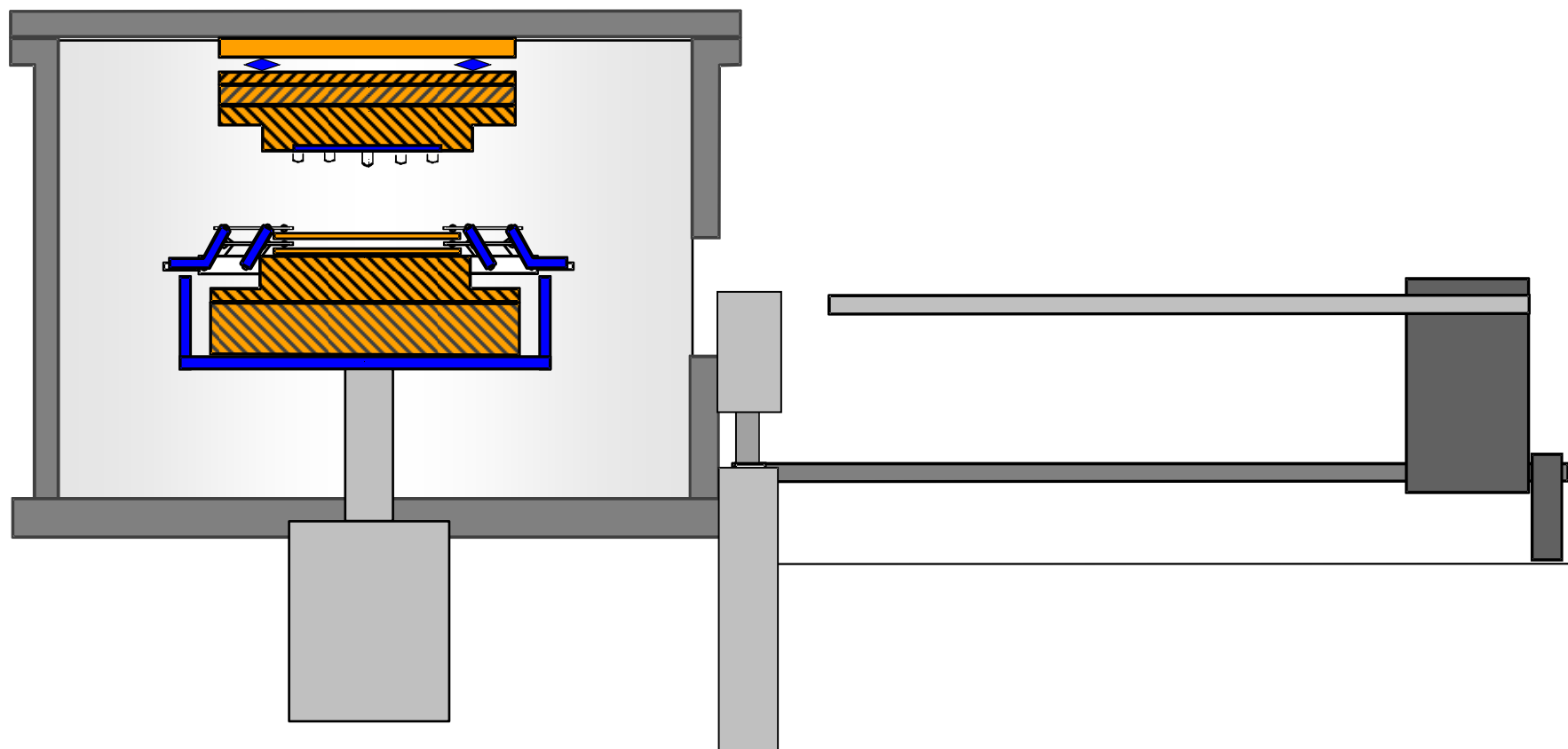


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Închiderea camerei de incapsulare

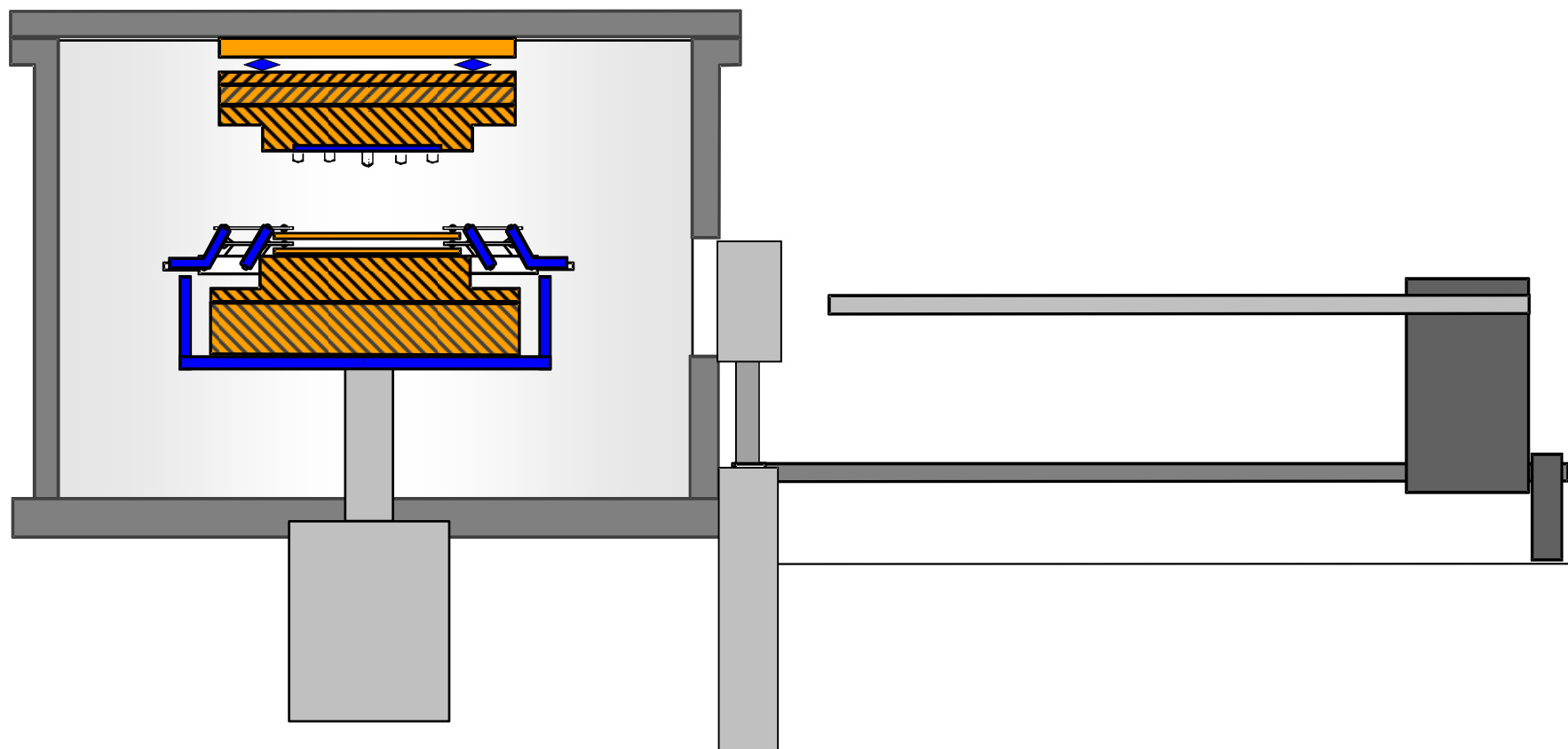


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Închiderea camerei de incapsulare

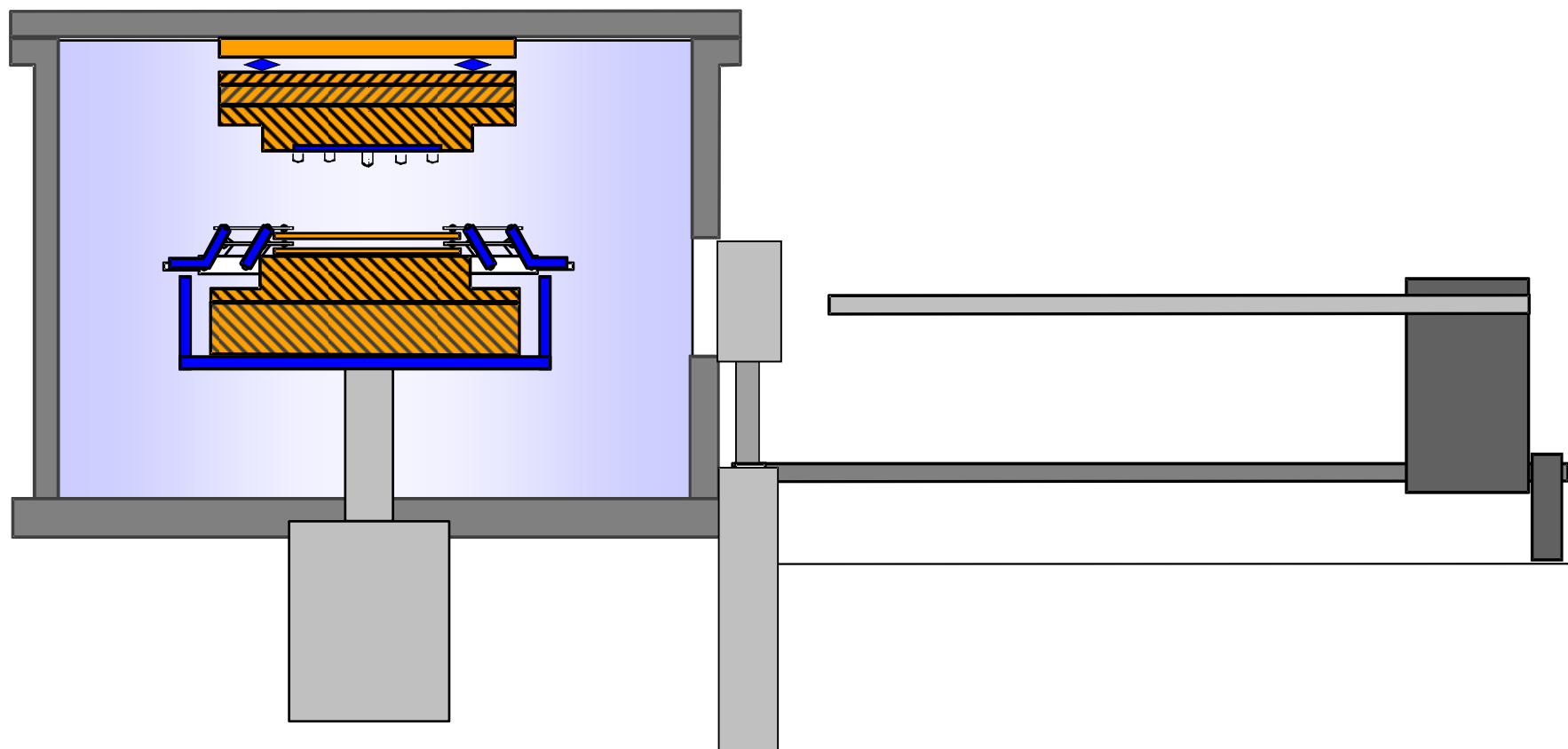


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Crearea de vid în camera de incapsulare

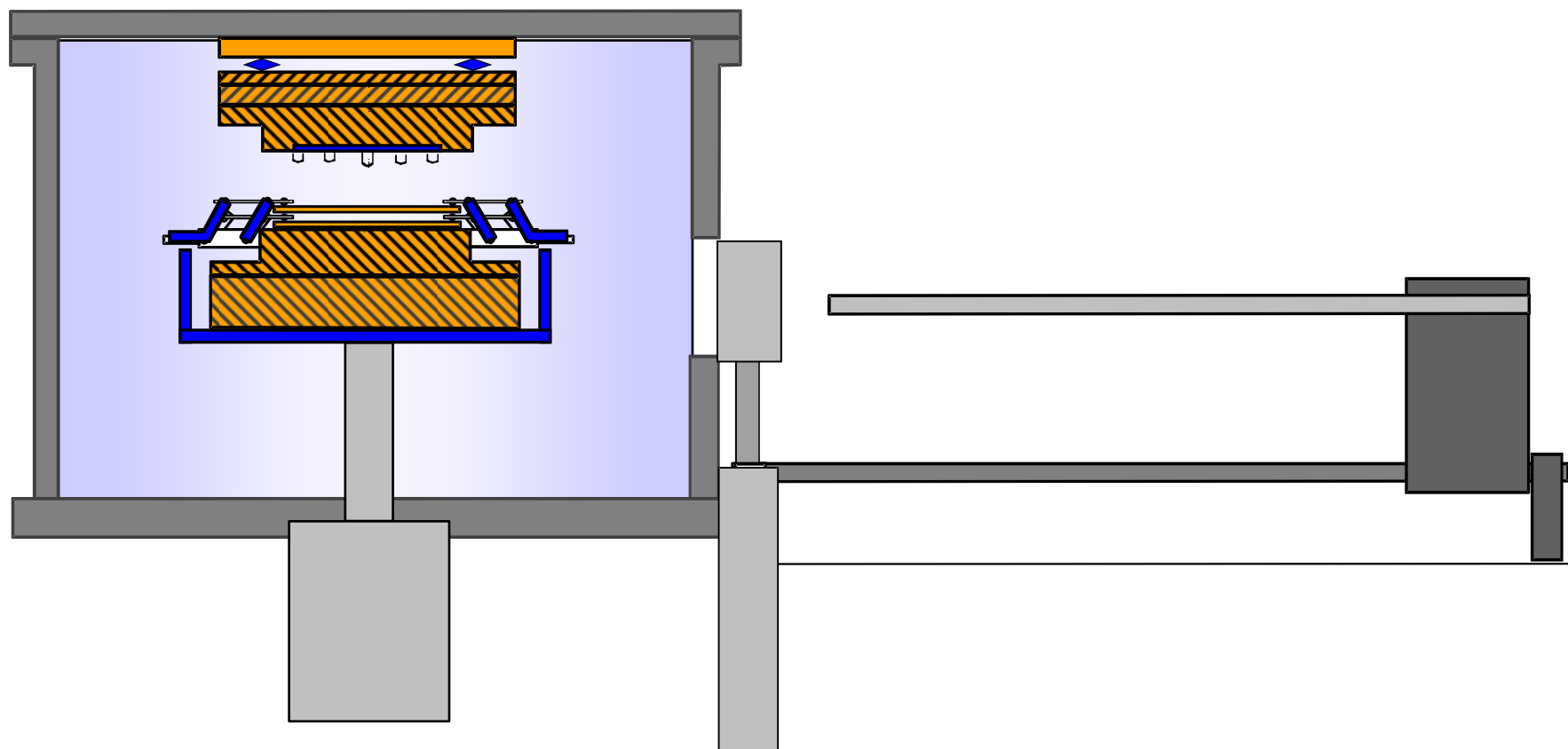


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

- Aducerea în contact a plachetelor cu electrozii de lucru

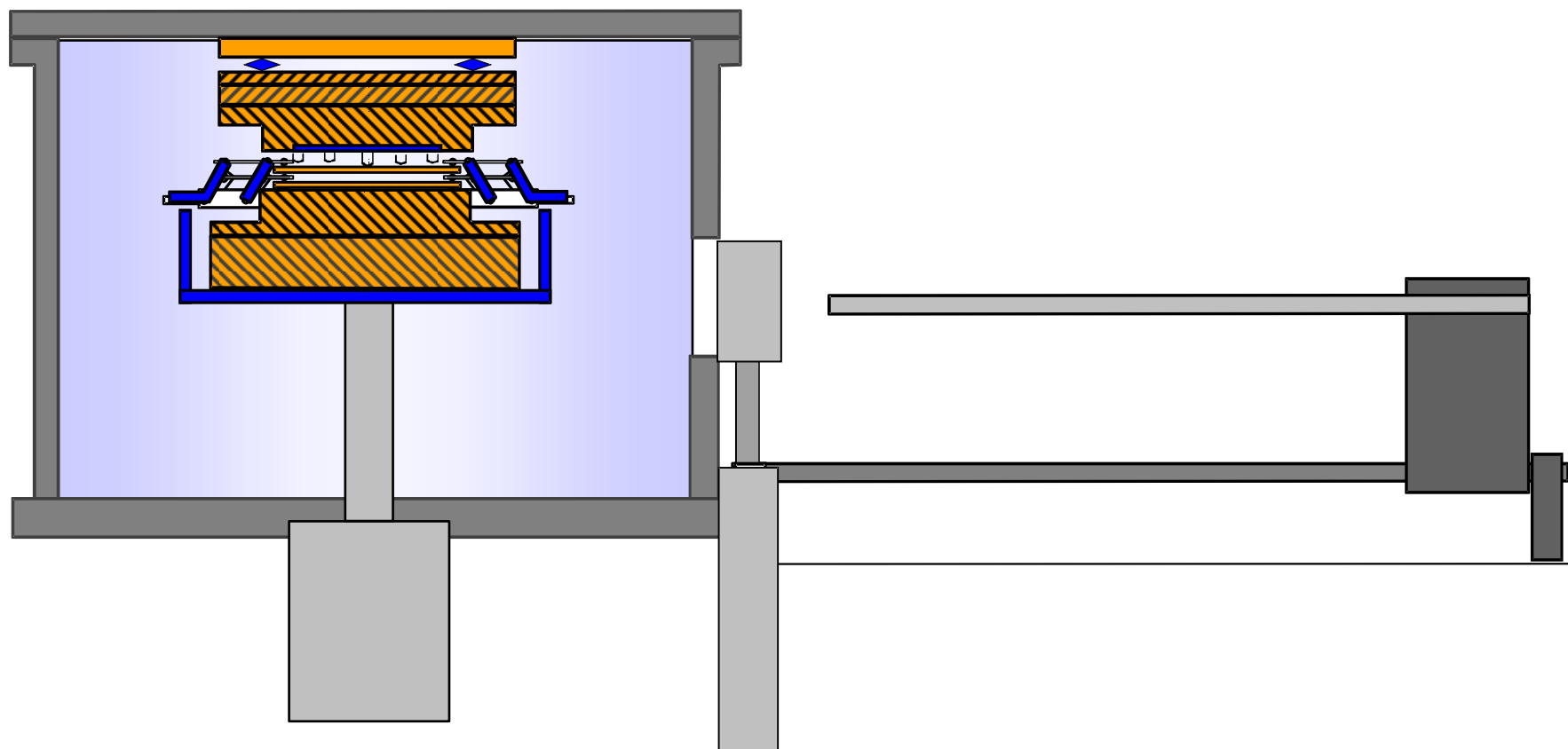


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

- Aducerea în contact a plachetelor cu electrozii de lucru



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

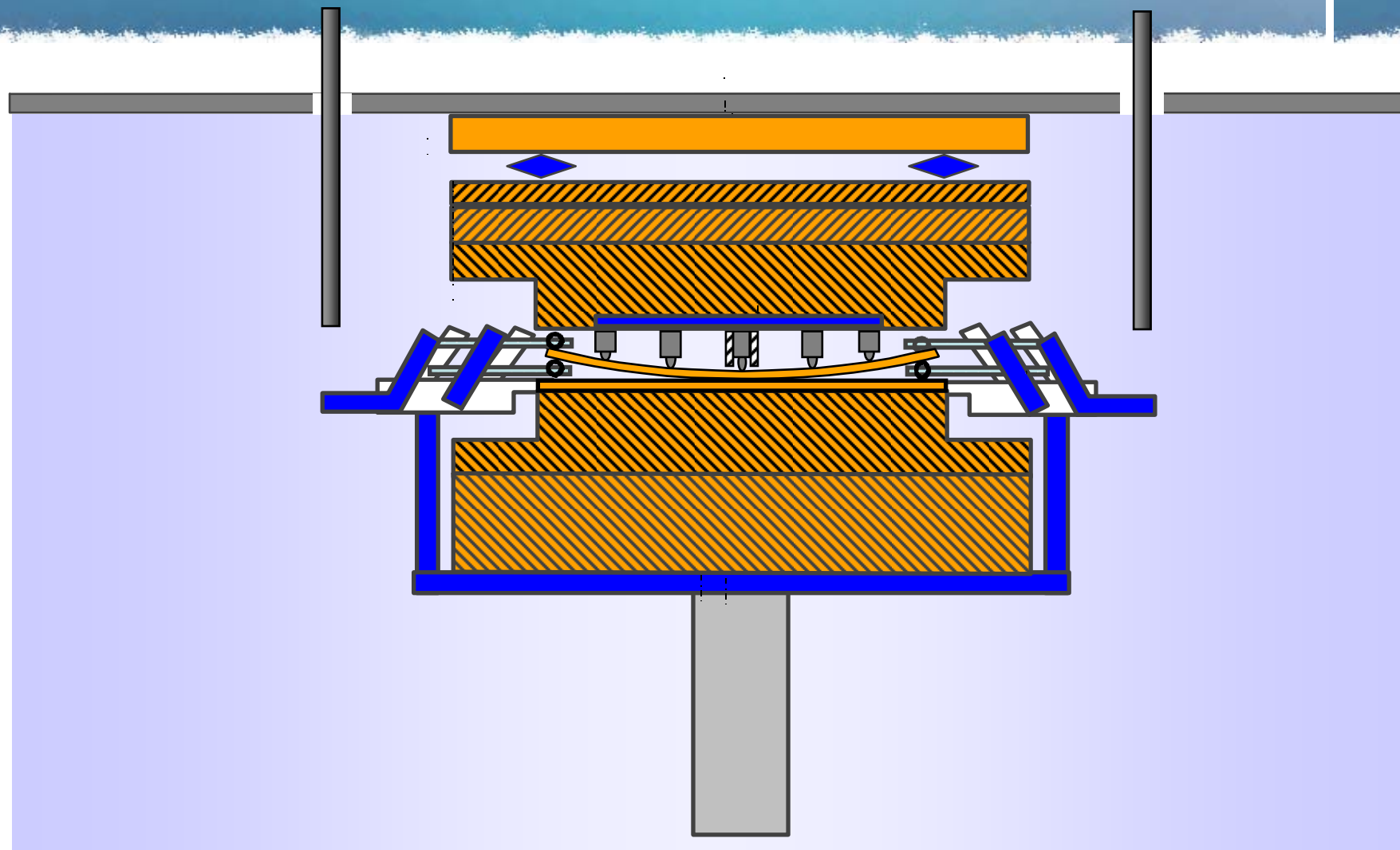
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea a două plachete

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

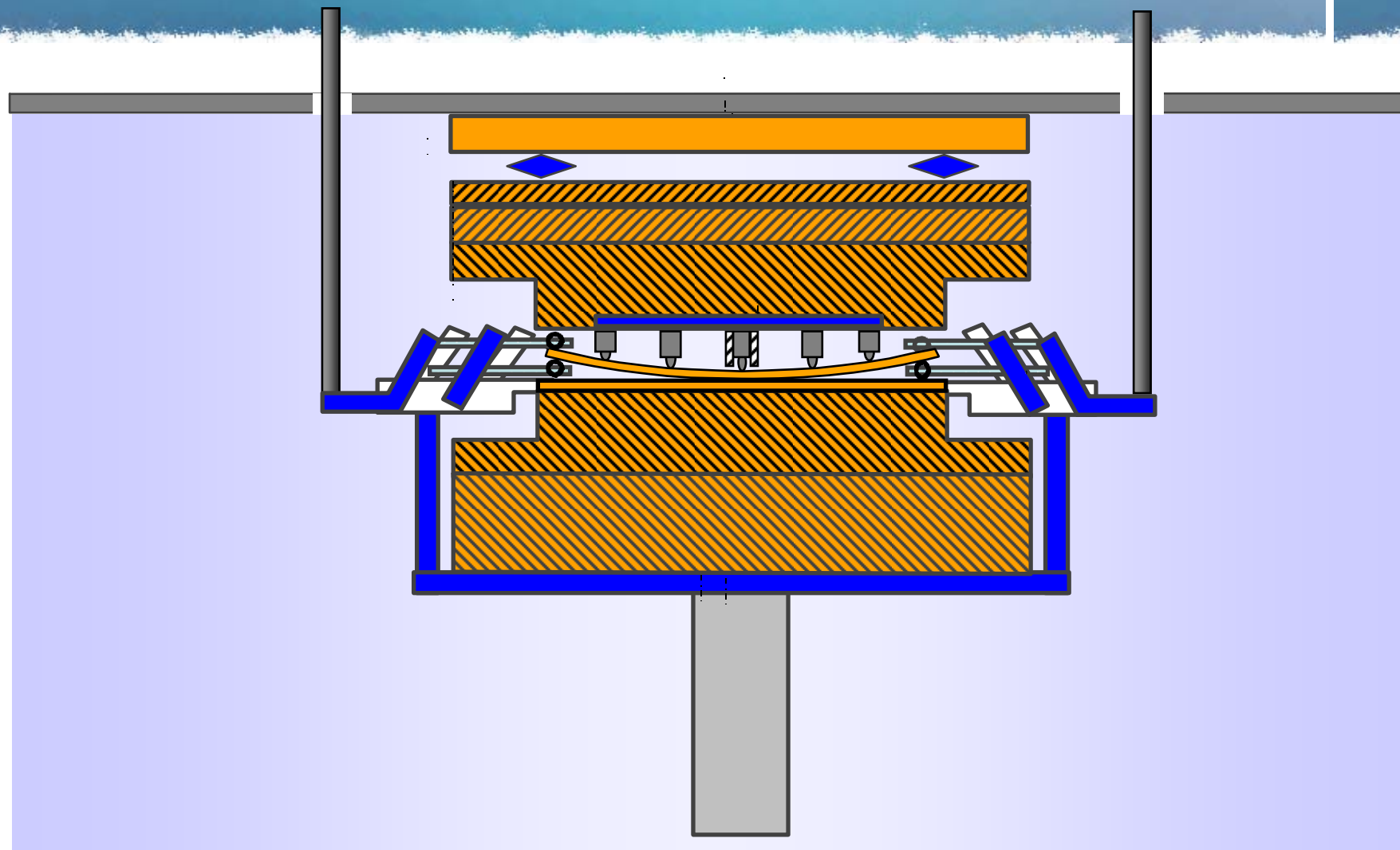
Sudarea a două plachete



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

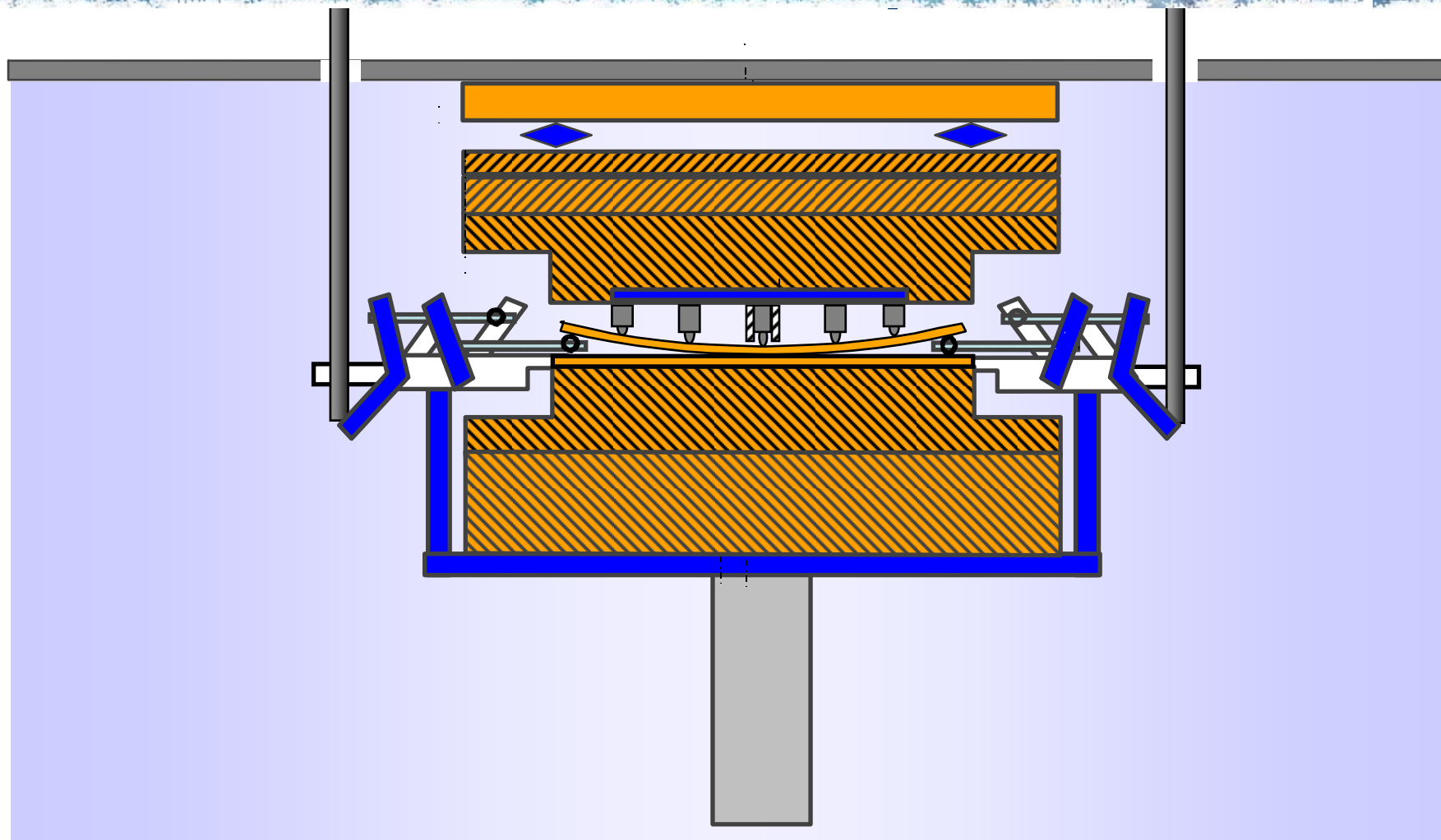
Sudarea a două plachete



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

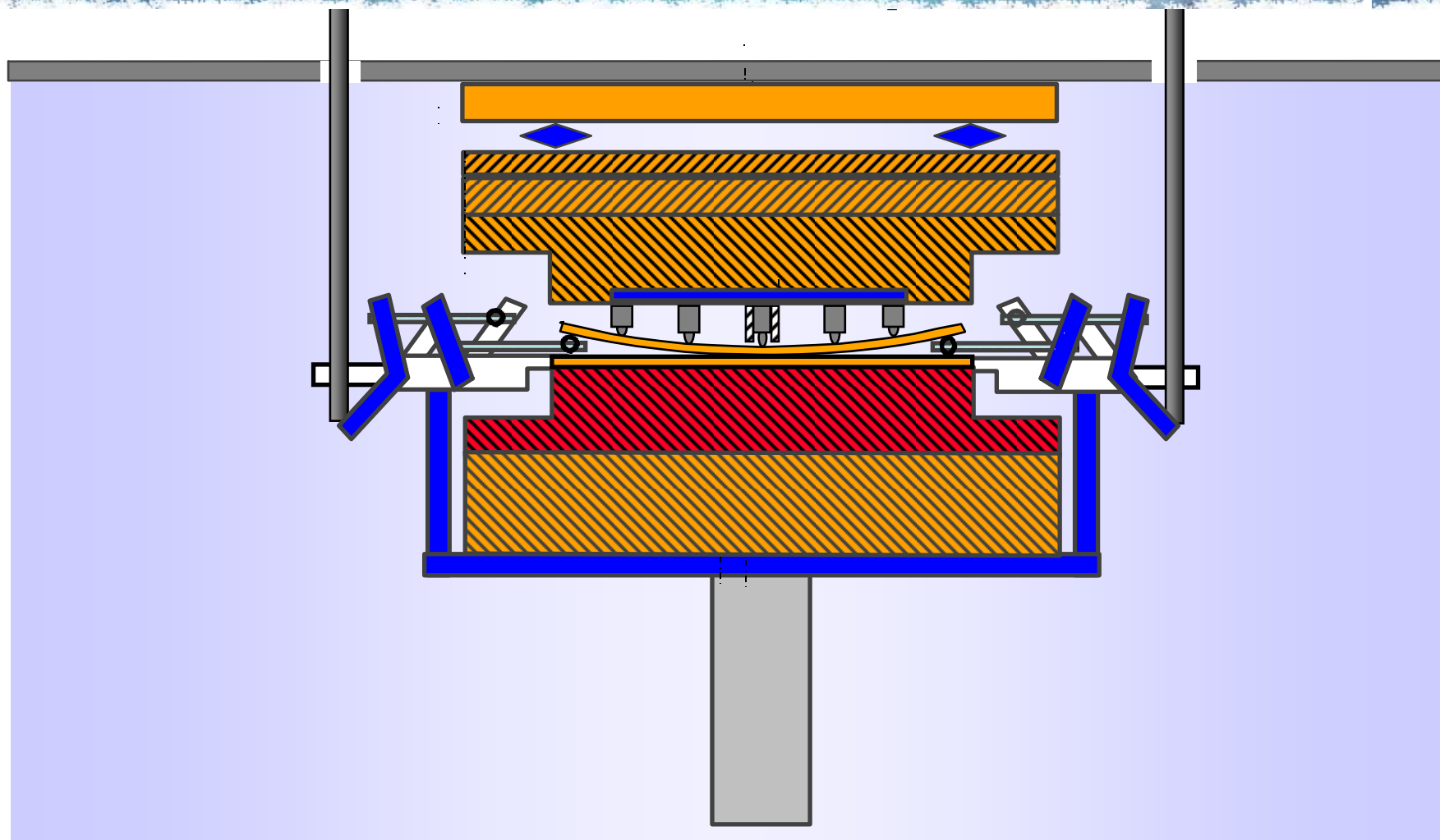
Sudarea a două plachete



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

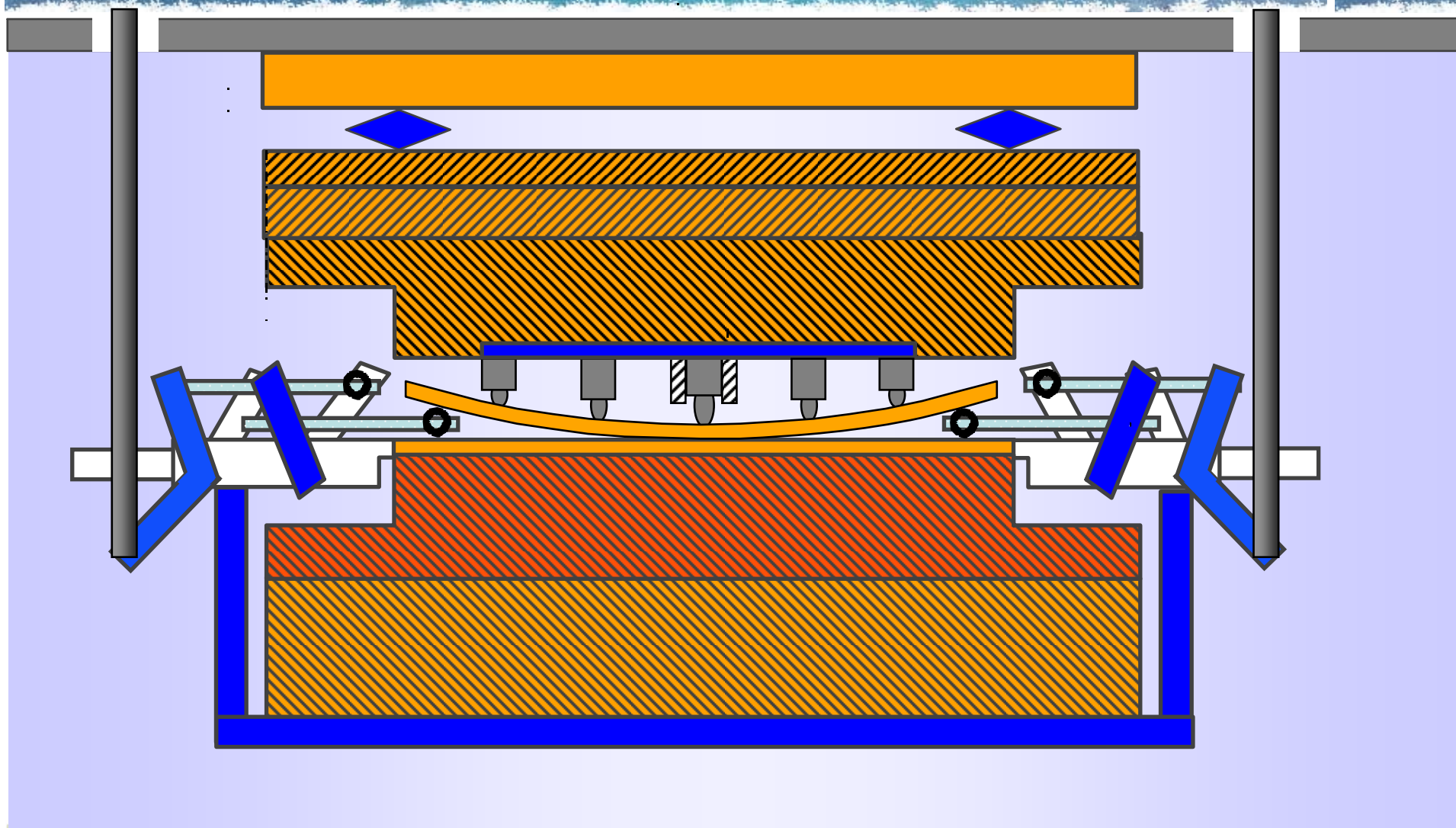
Sudarea a două plachete



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

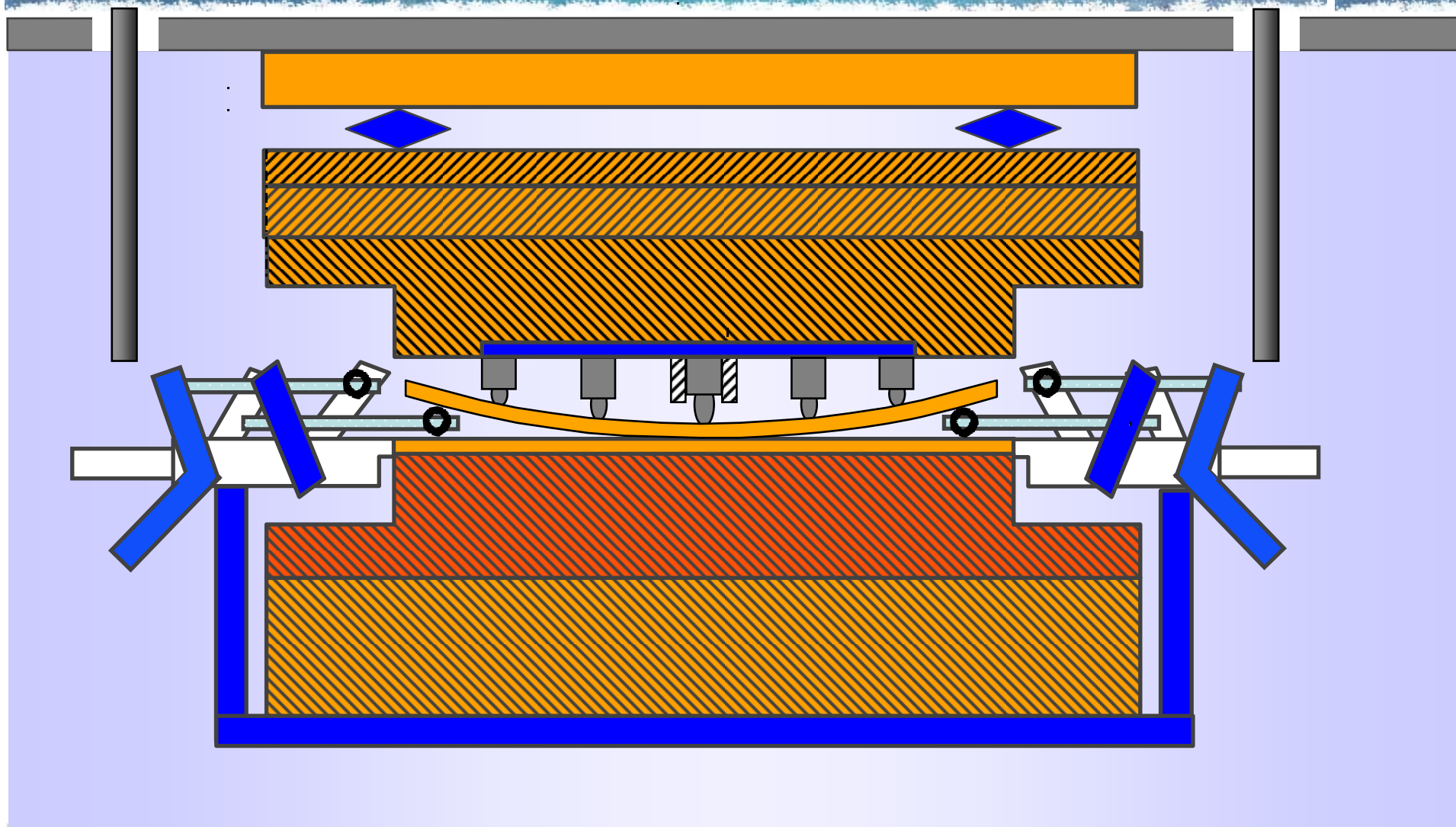
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea a două plachete



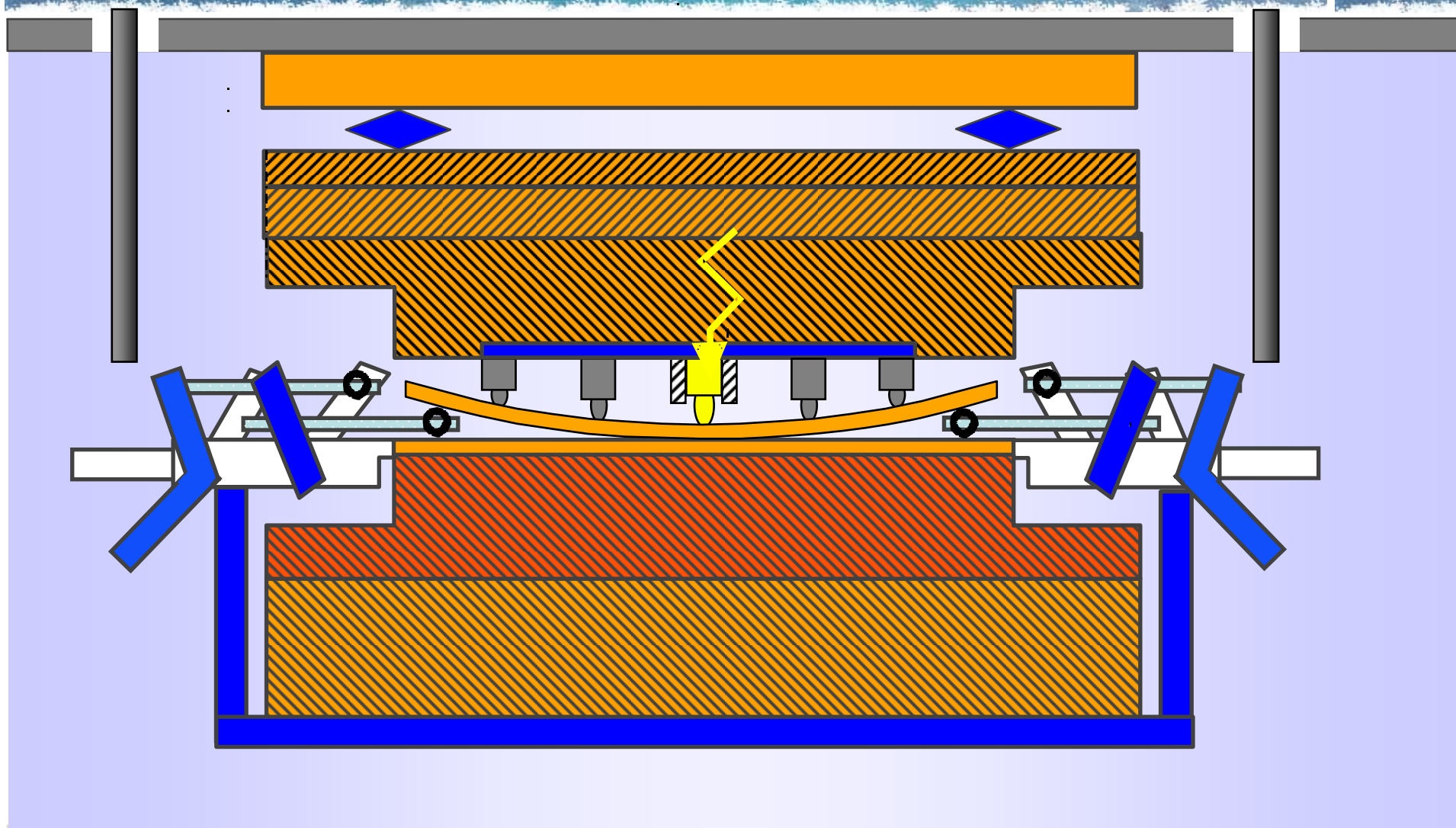
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudarea a două plachete



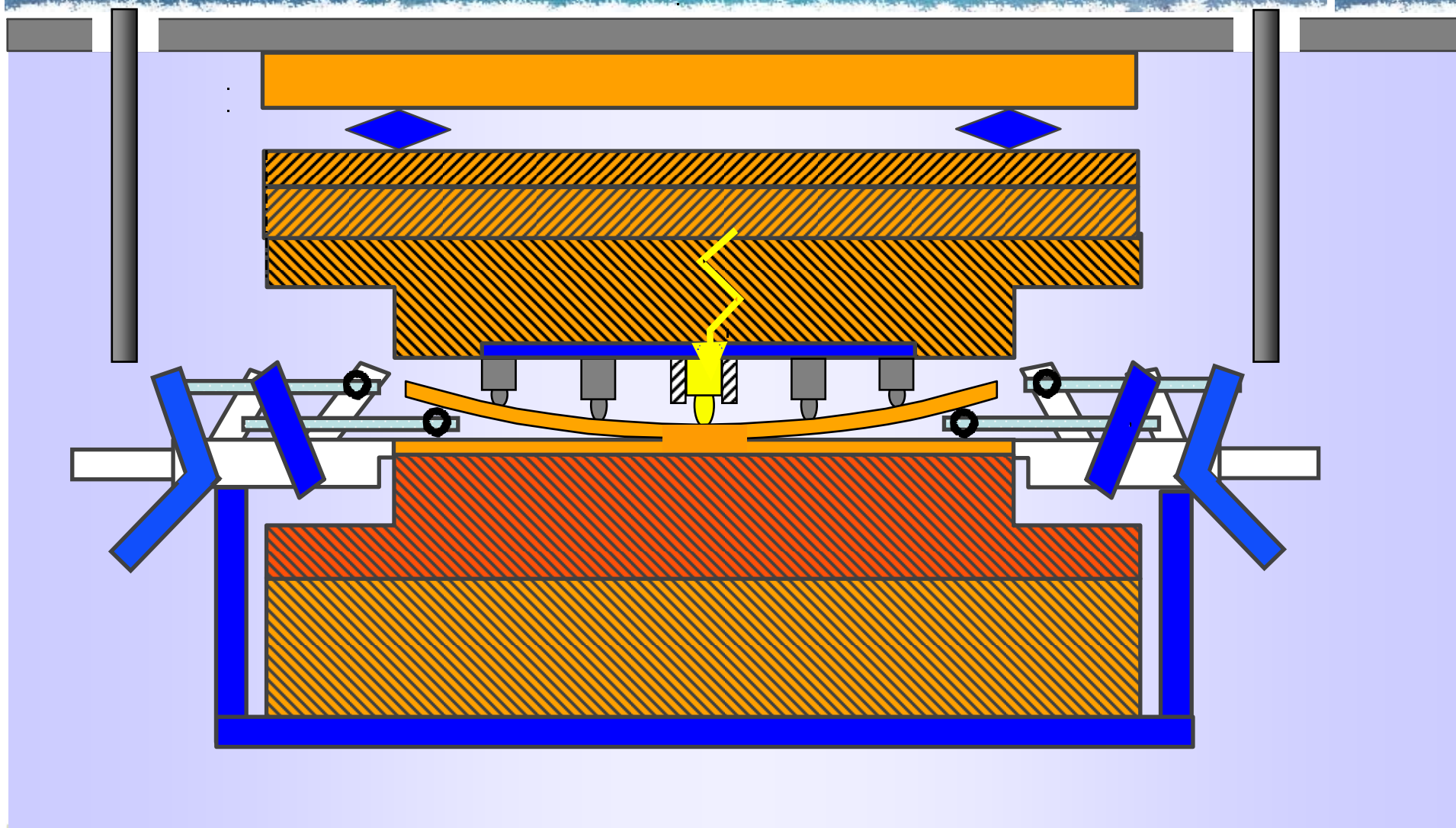
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea unei suduri în centrul plachetelor



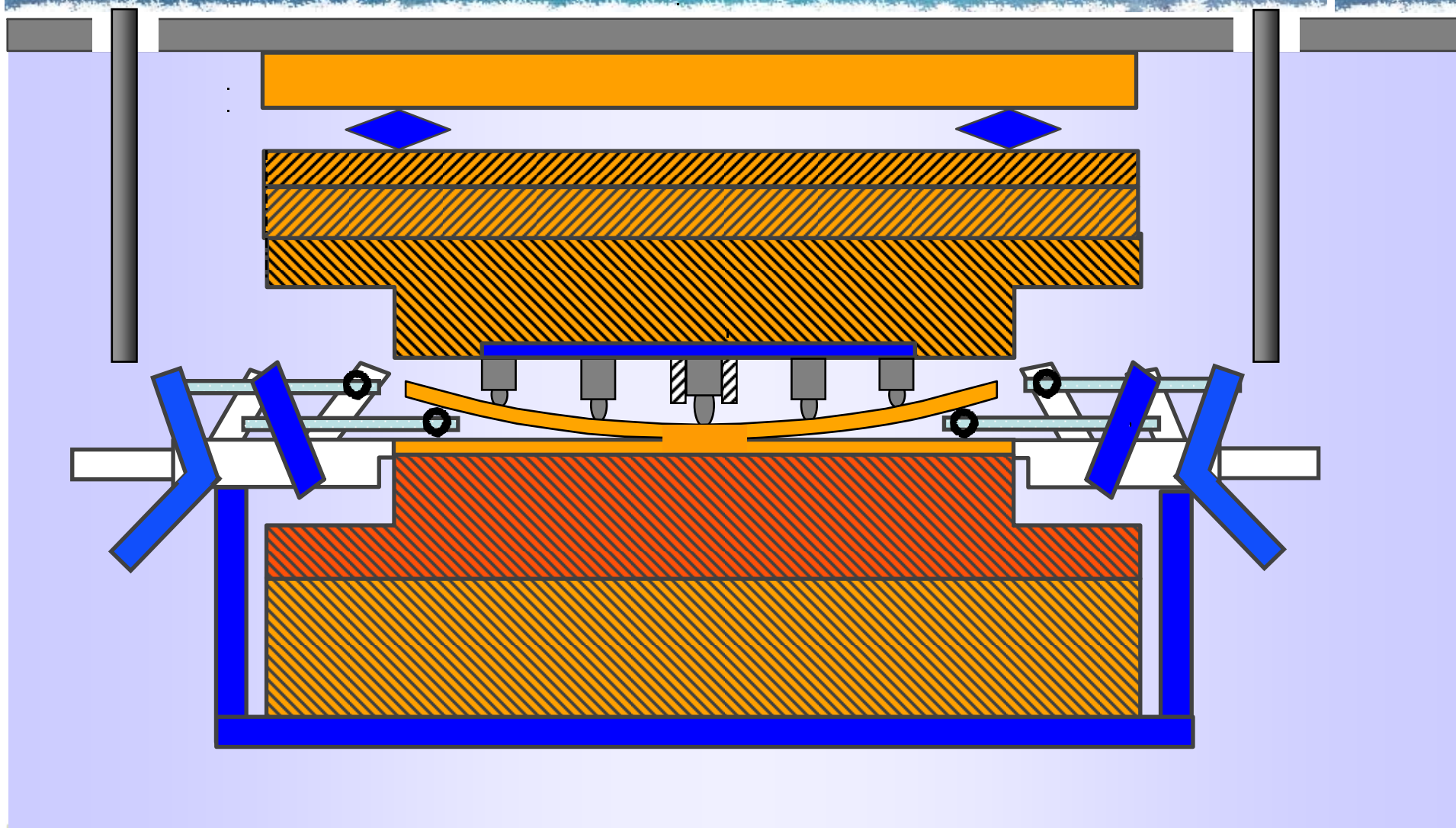
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea unei suduri în centrul plachetelor



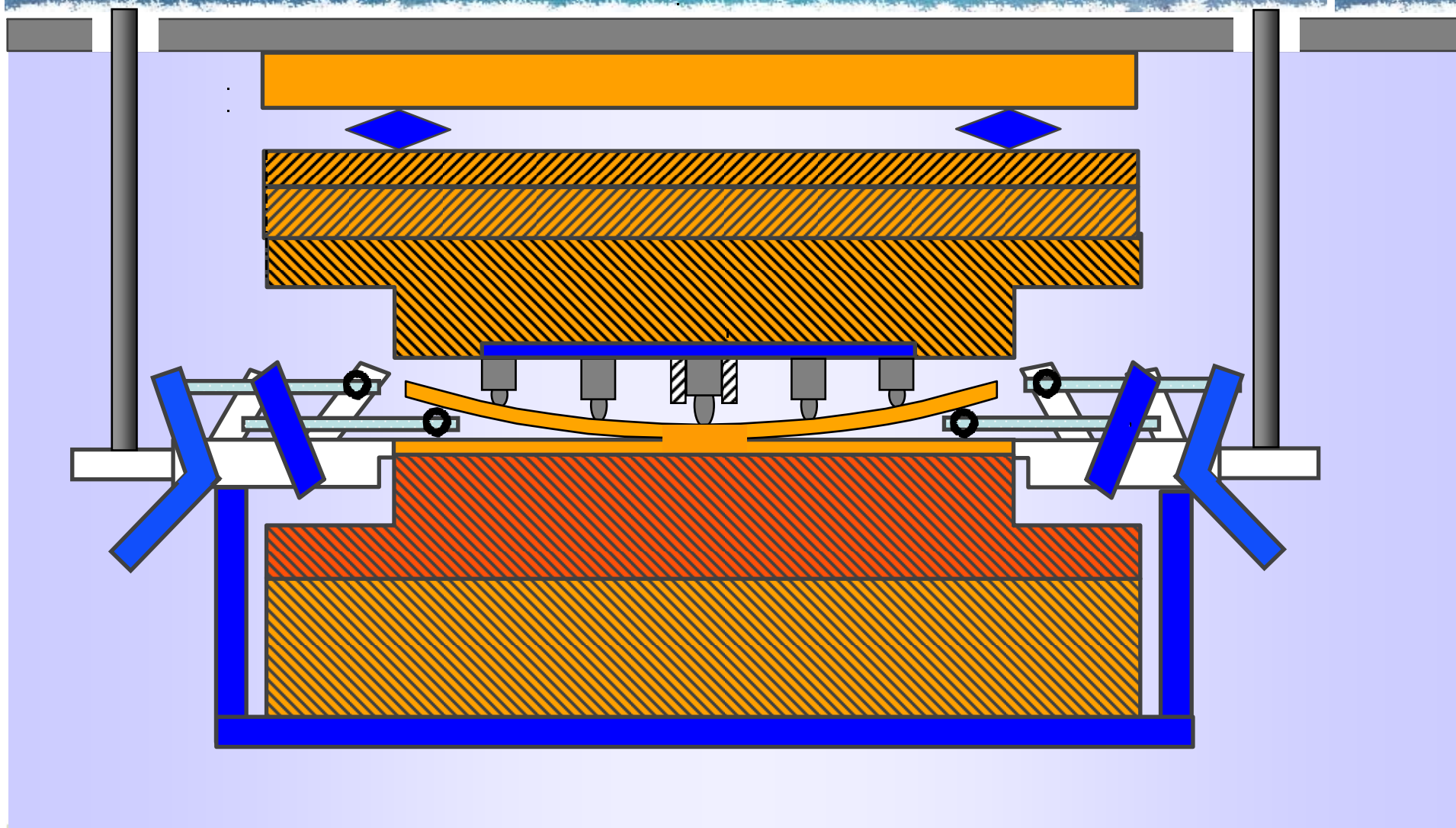
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea unei suduri în centrul plachetelor



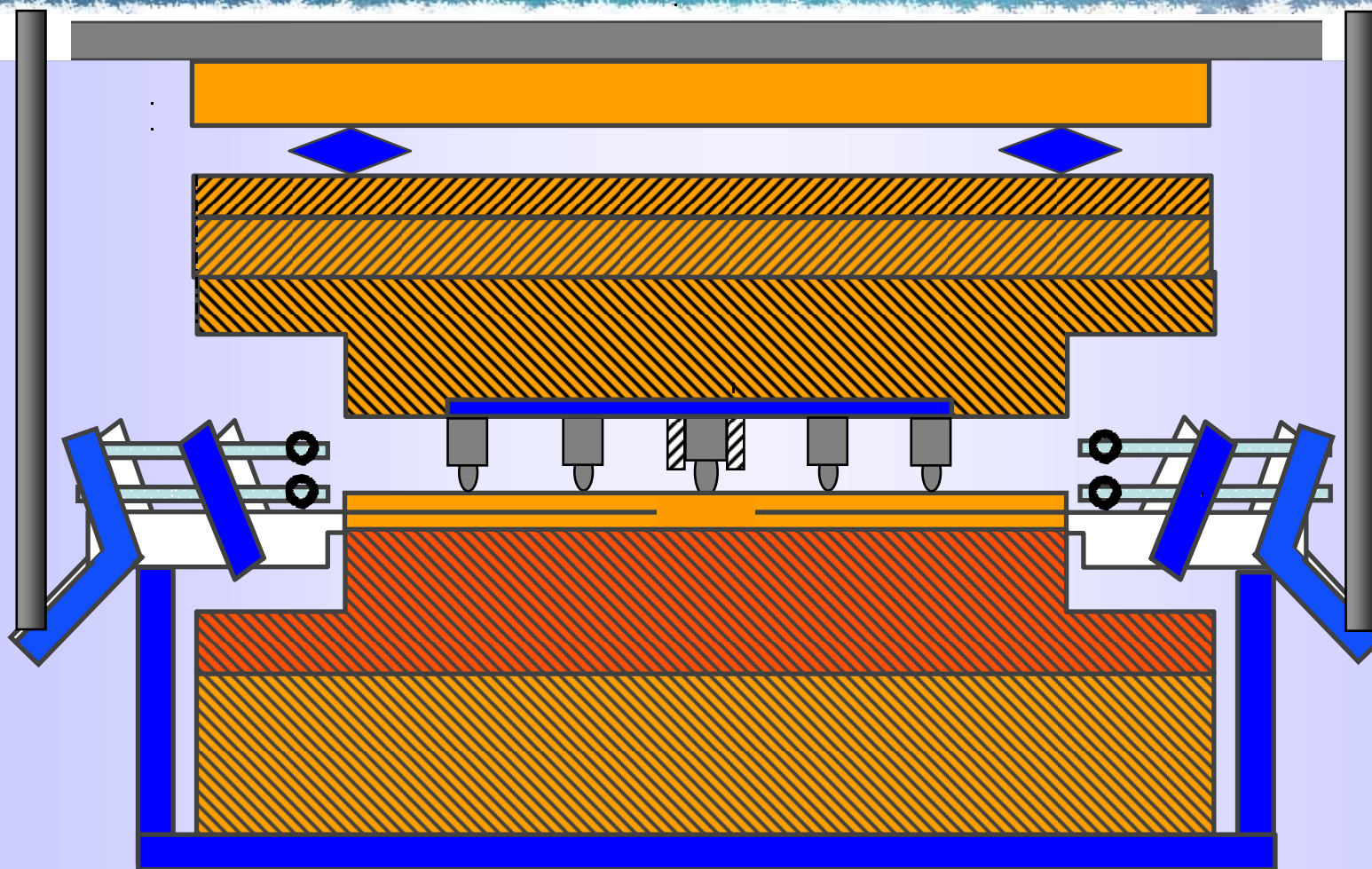
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea unei suduri în centrul plachetelor



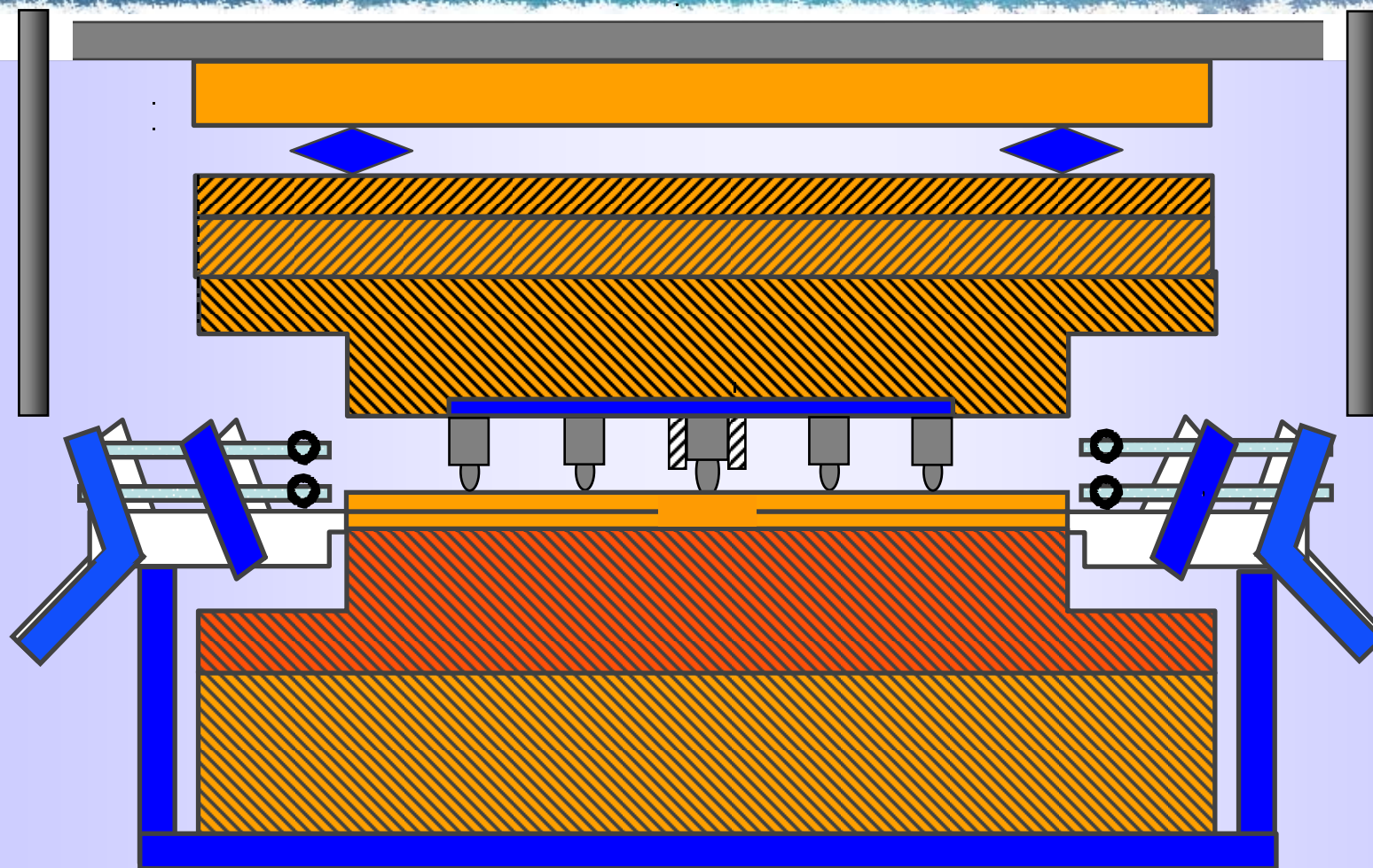
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Înlăturarea clemelor de susținere



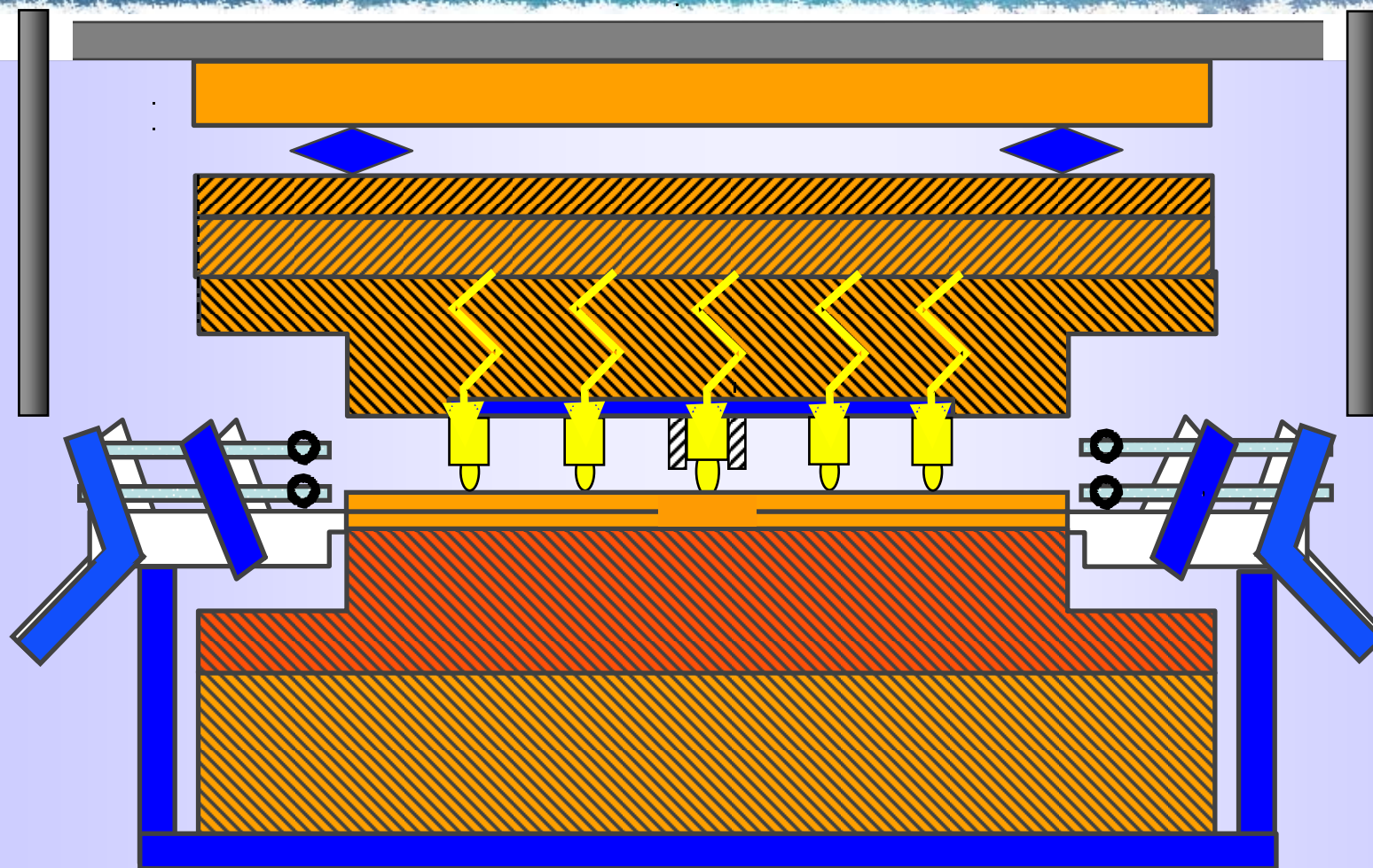
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Înlăturarea clemelor de susținere



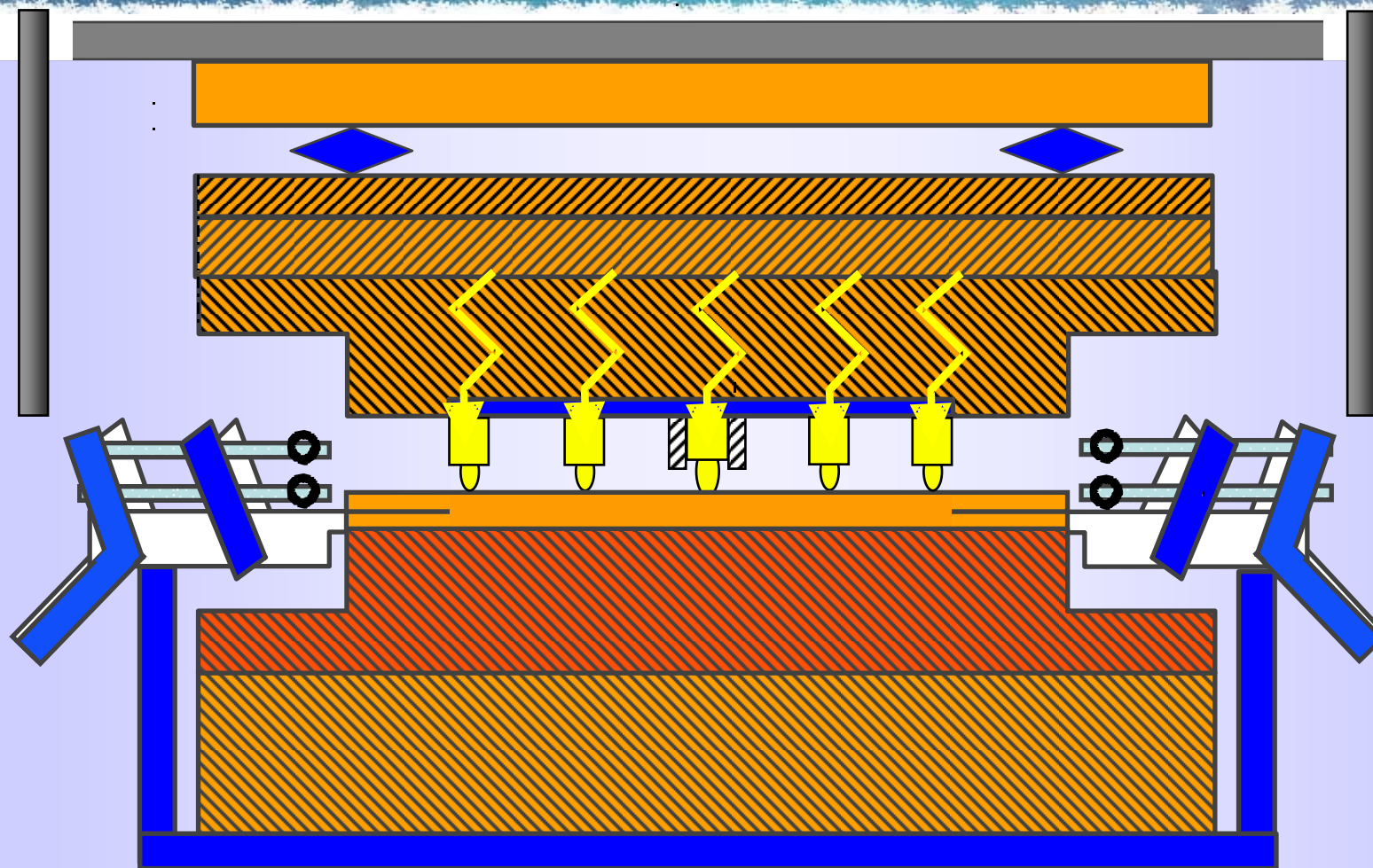
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea sudurii pe toată suprafața plachetelor



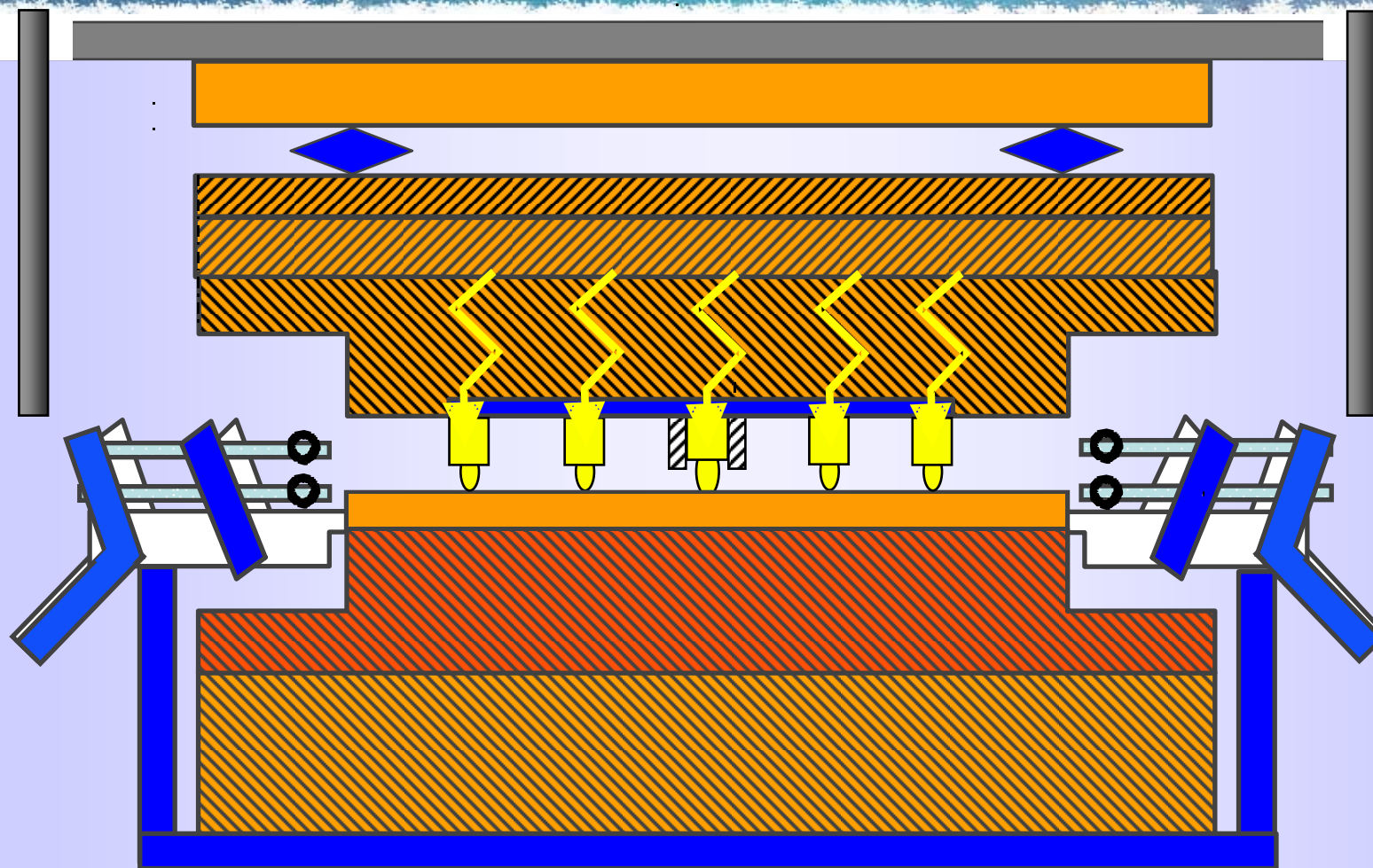
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea sudurii pe toată suprafața plachetelor



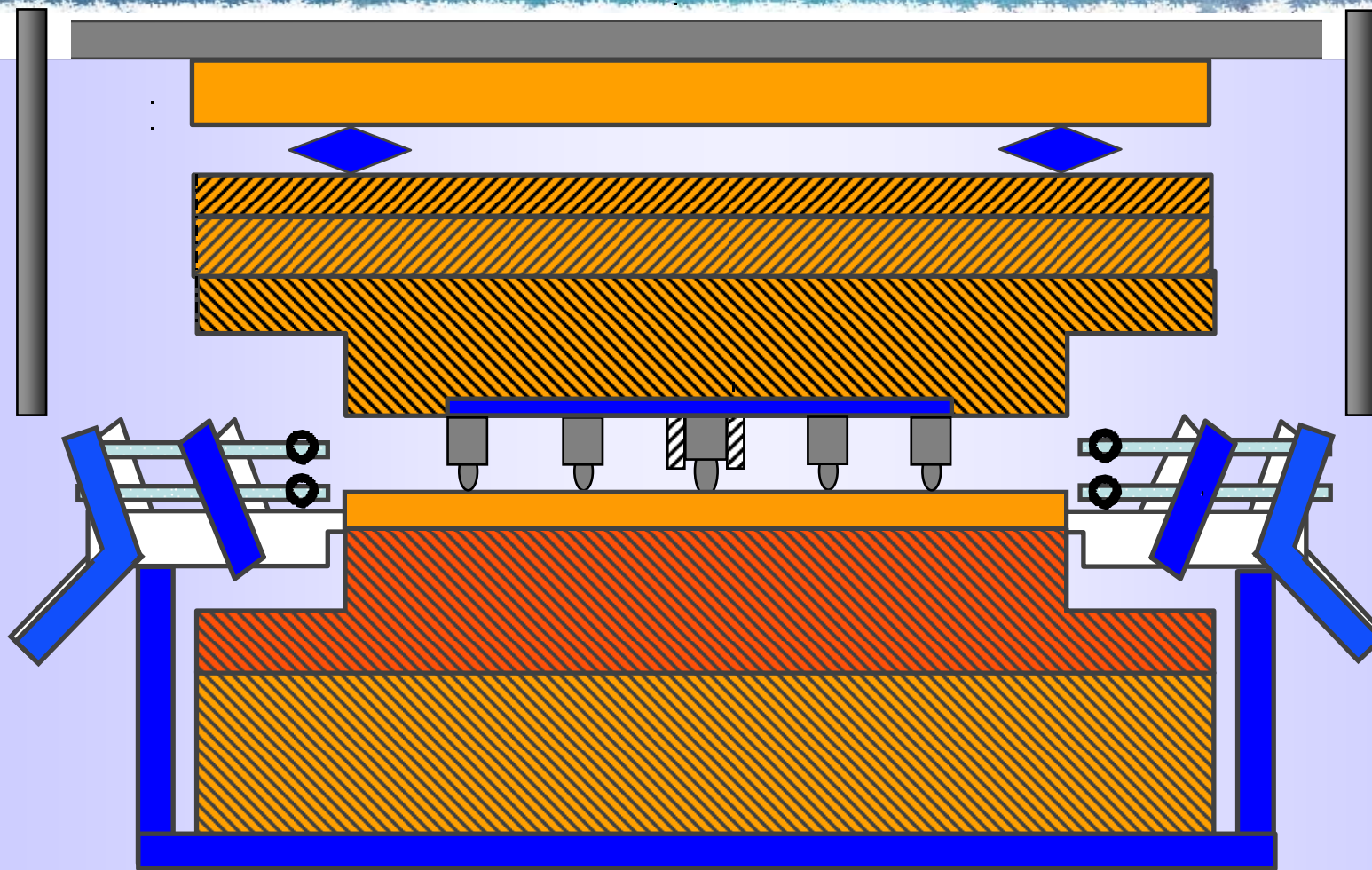
POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Crearea sudurii pe toată suprafața plachetelor



POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

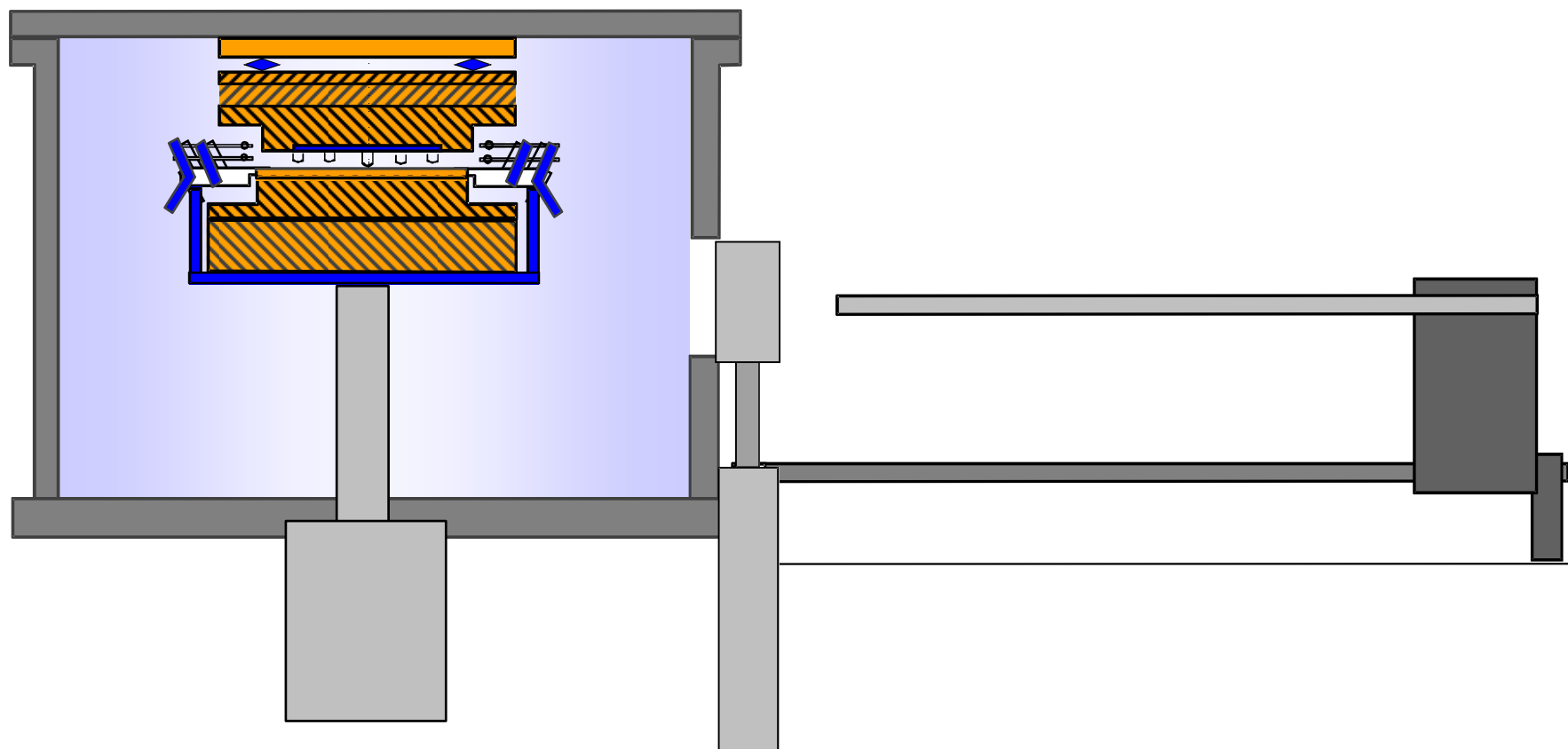
Crearea sudurii pe toată suprafața plachetelor



POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

- Descărcarea camerei de incapsulare
Egalarea presiunilor

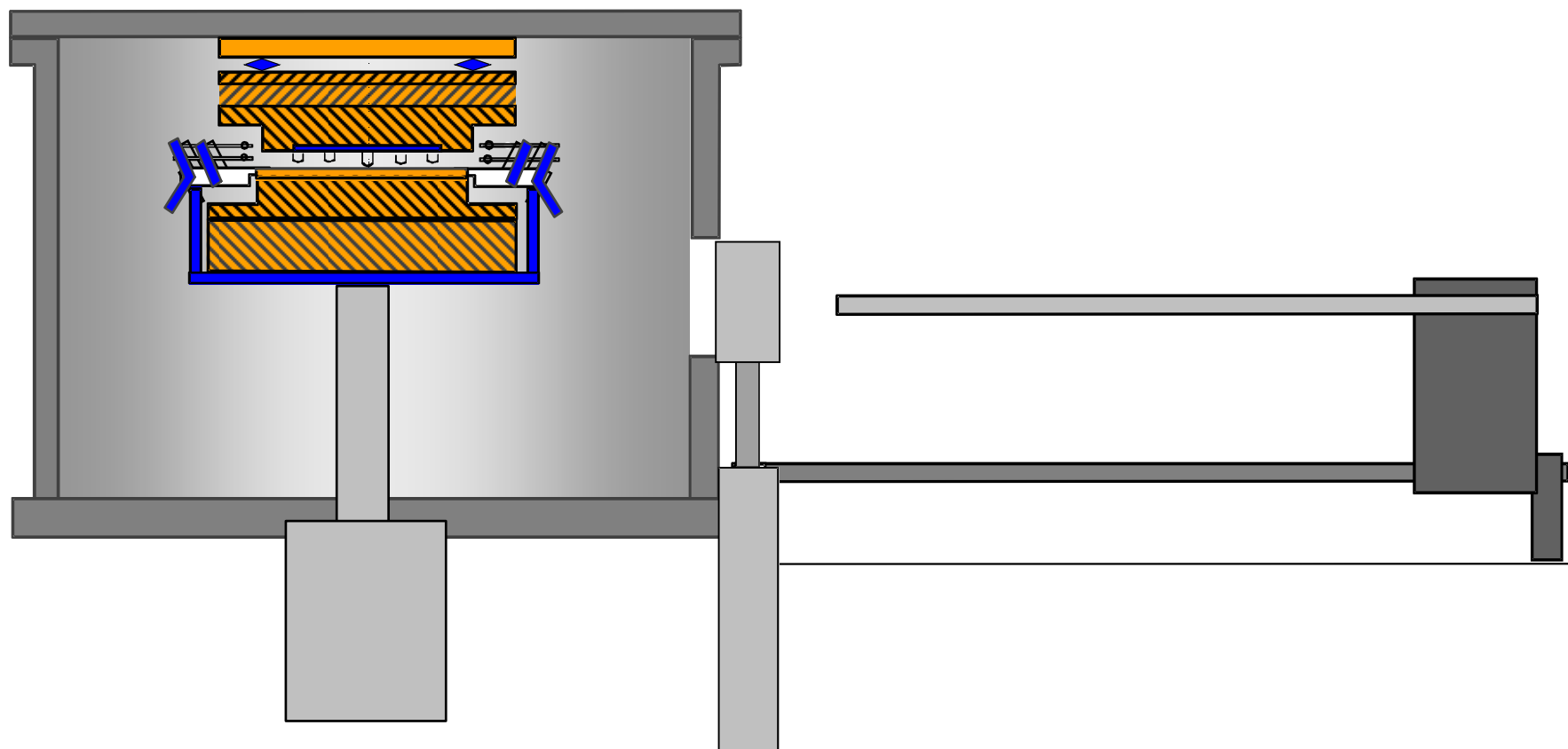


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

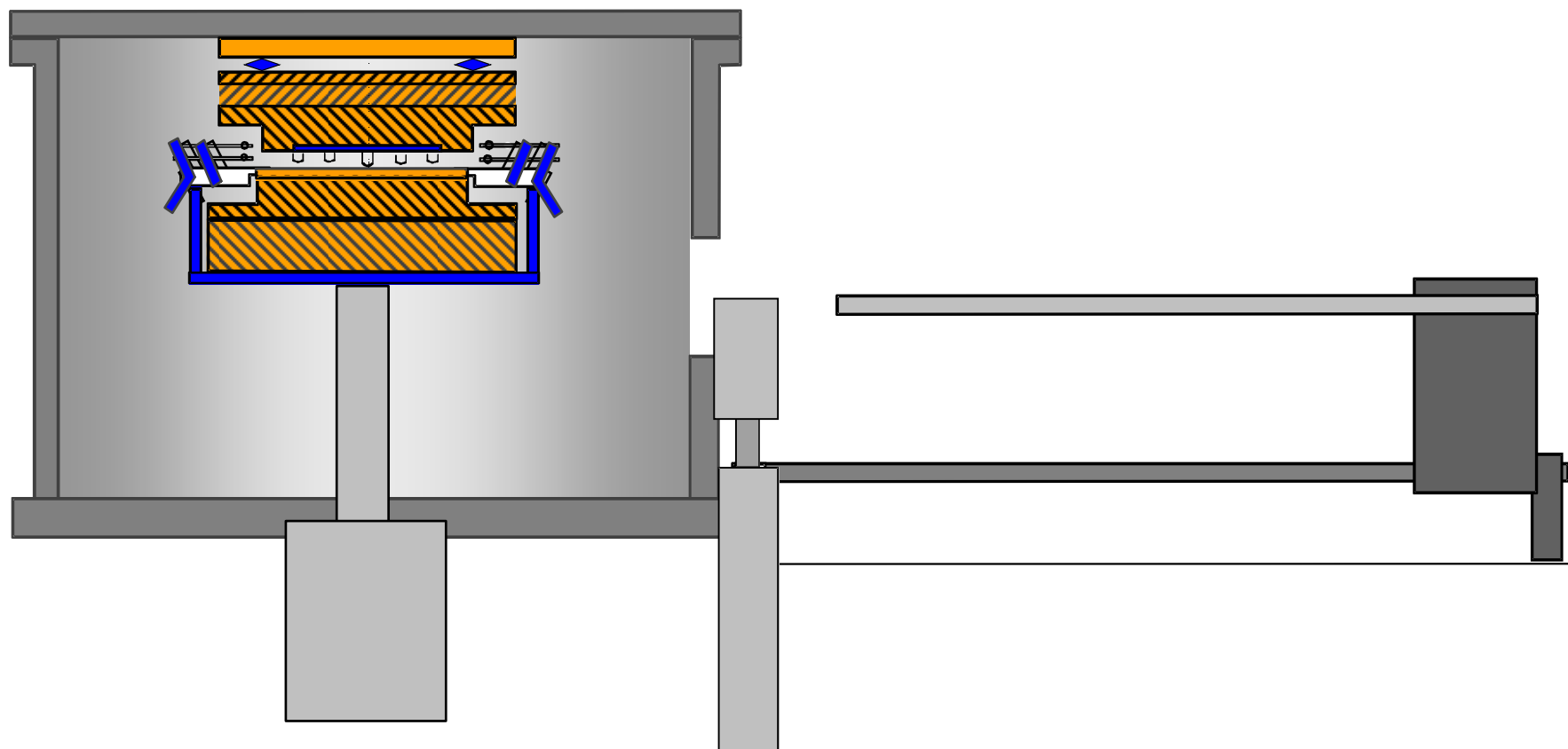


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

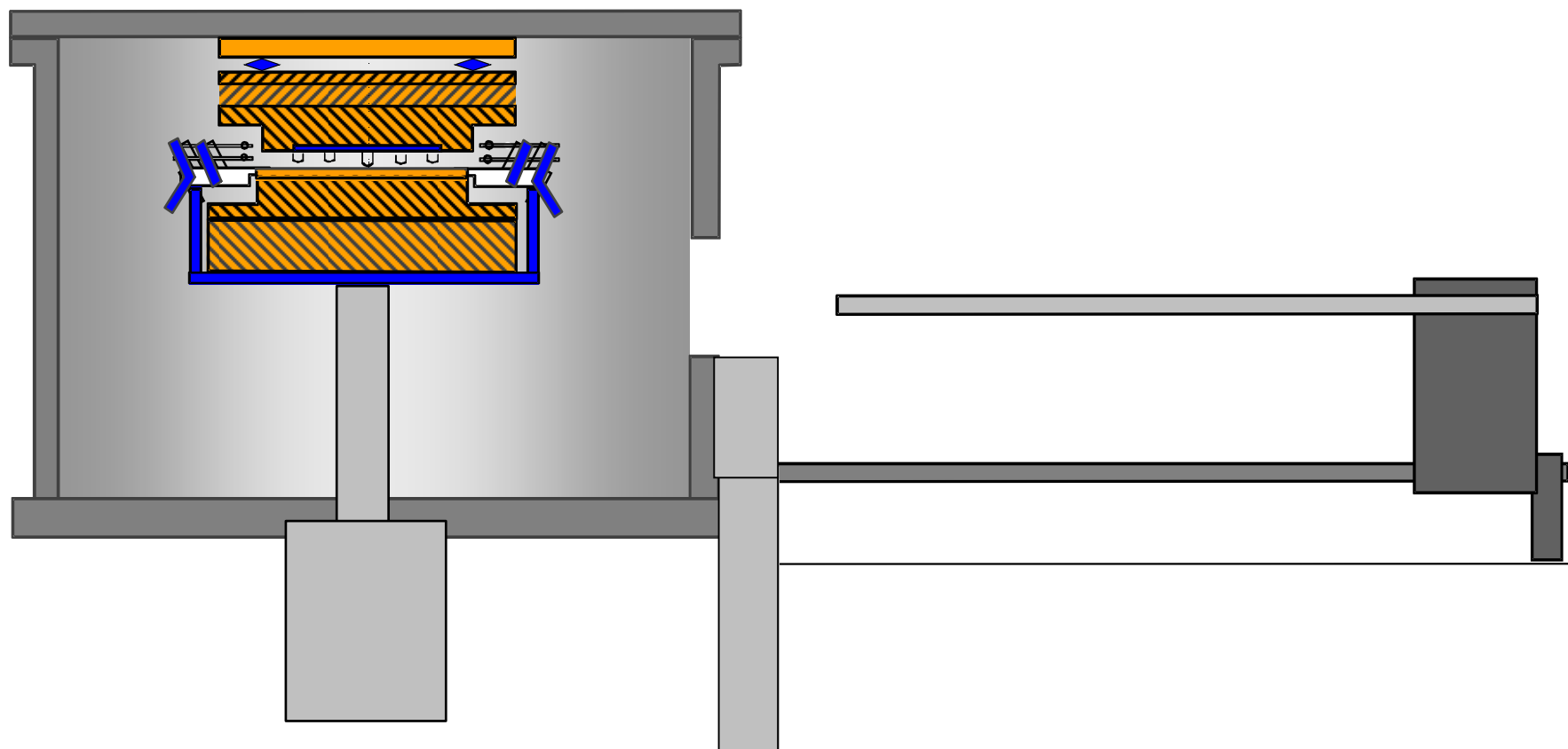


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

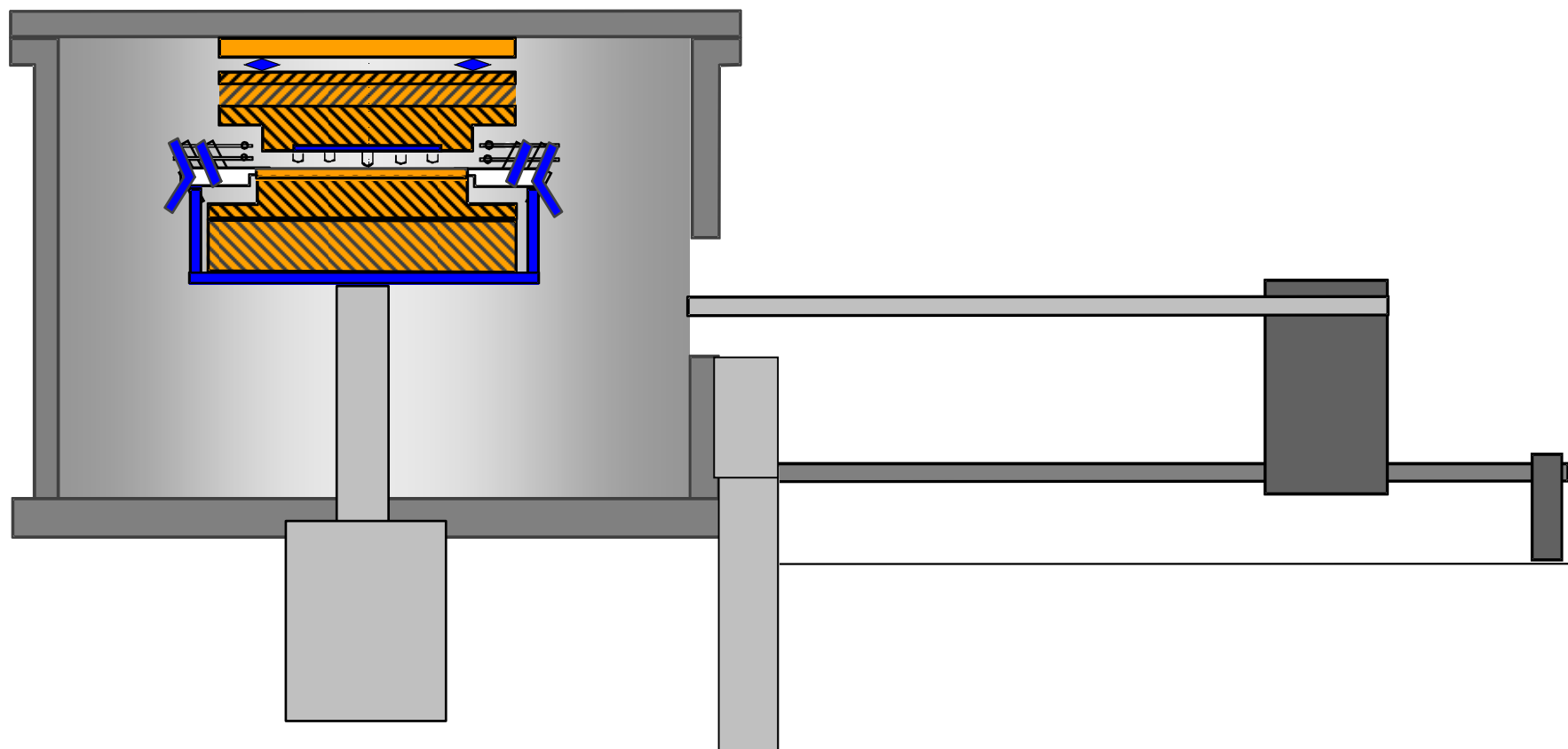


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

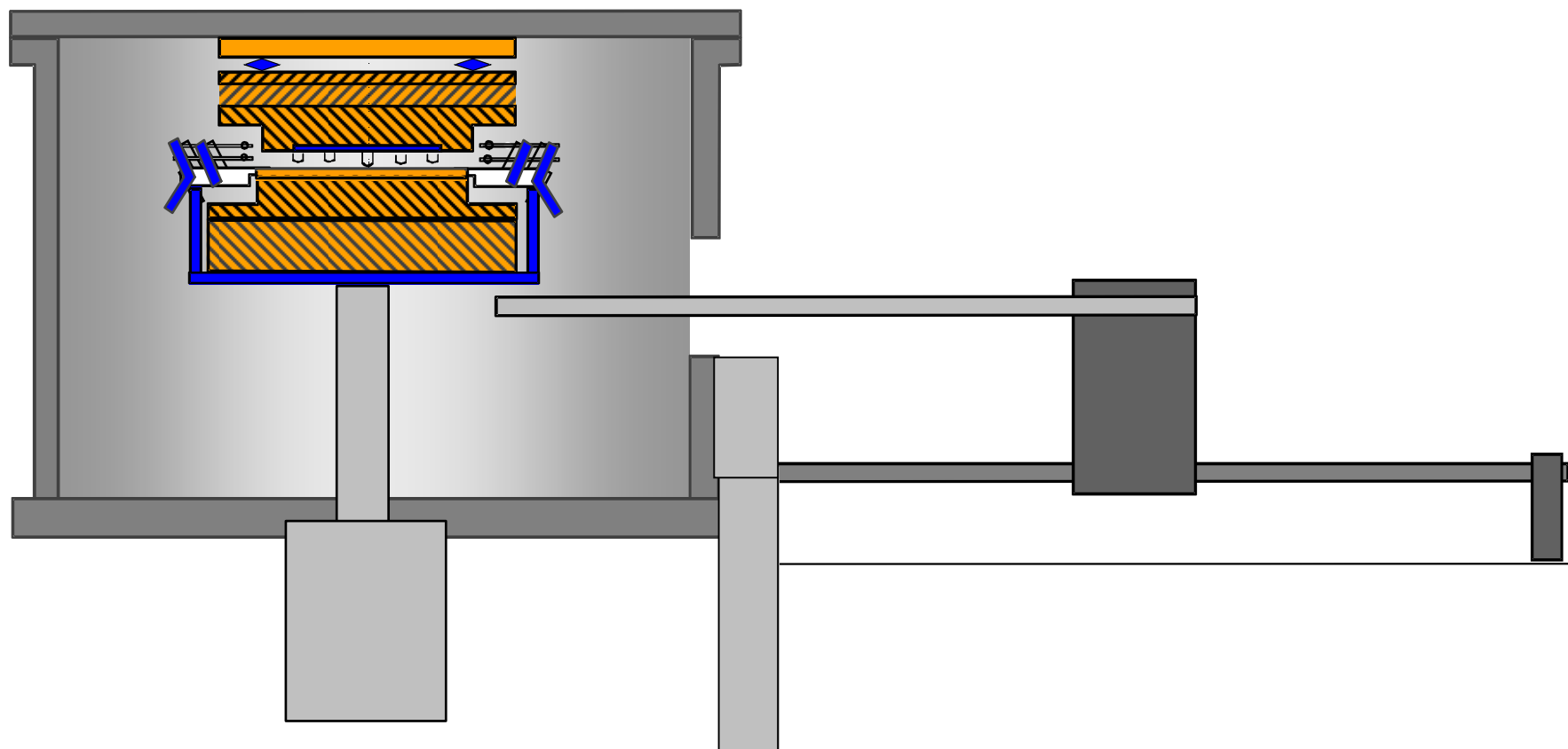


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

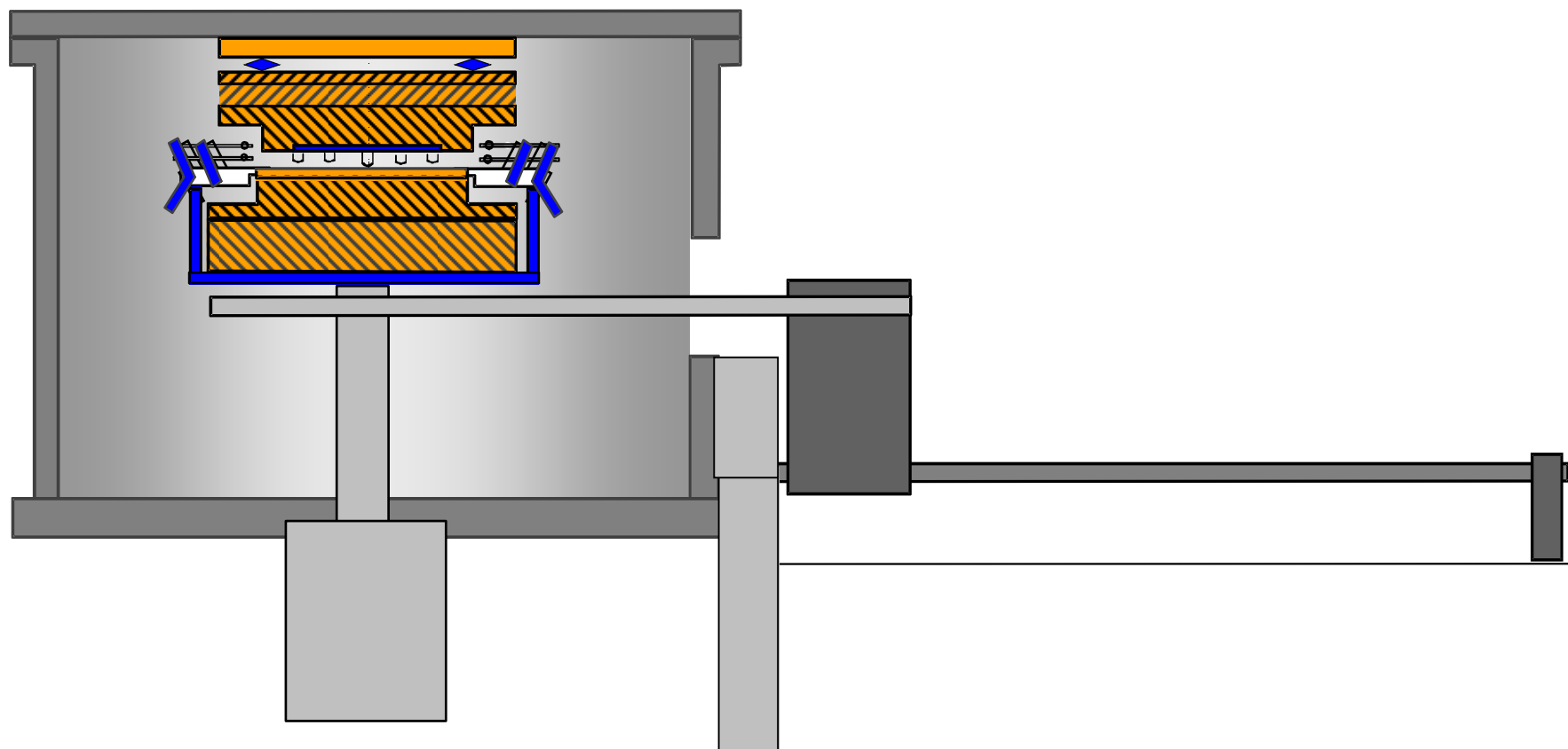


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

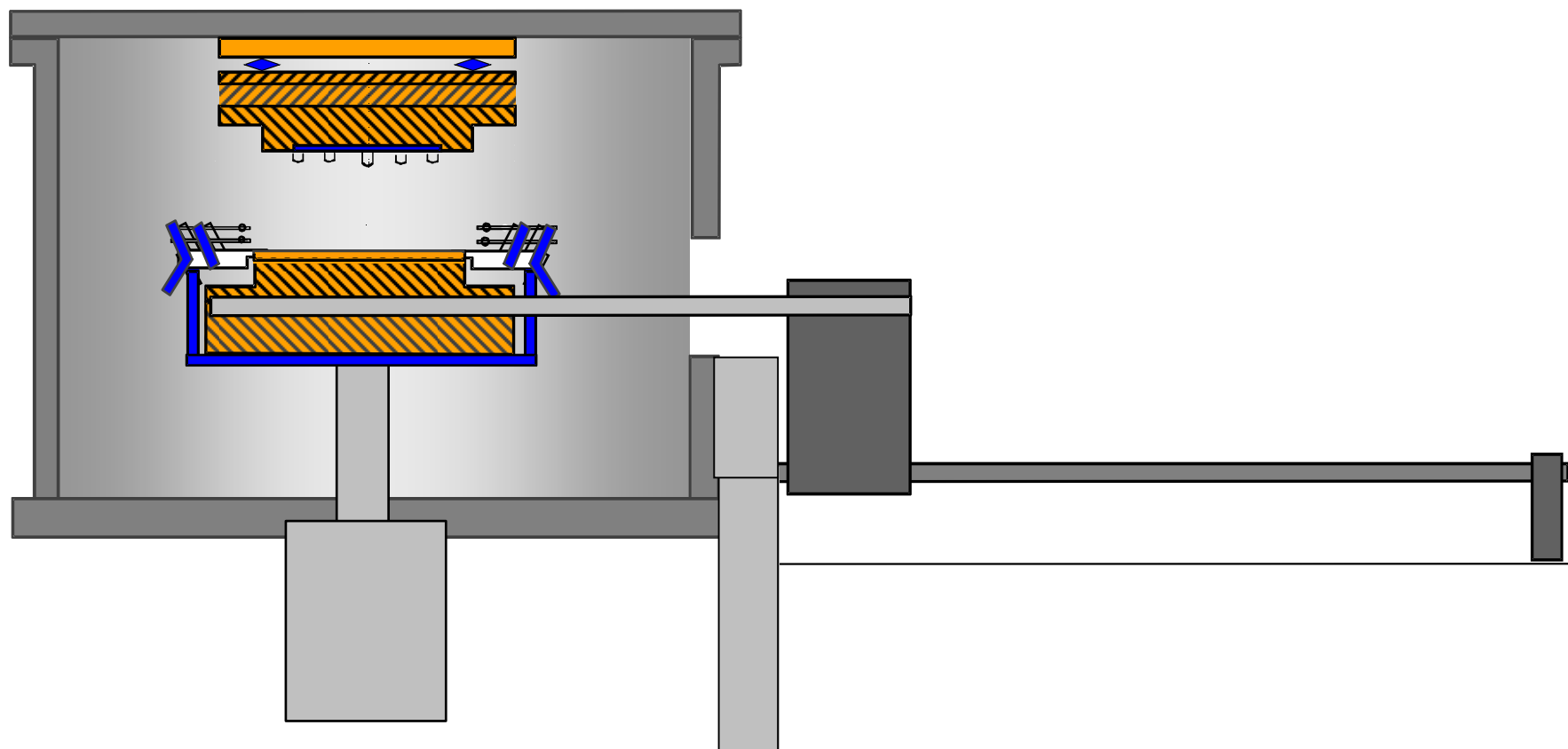


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

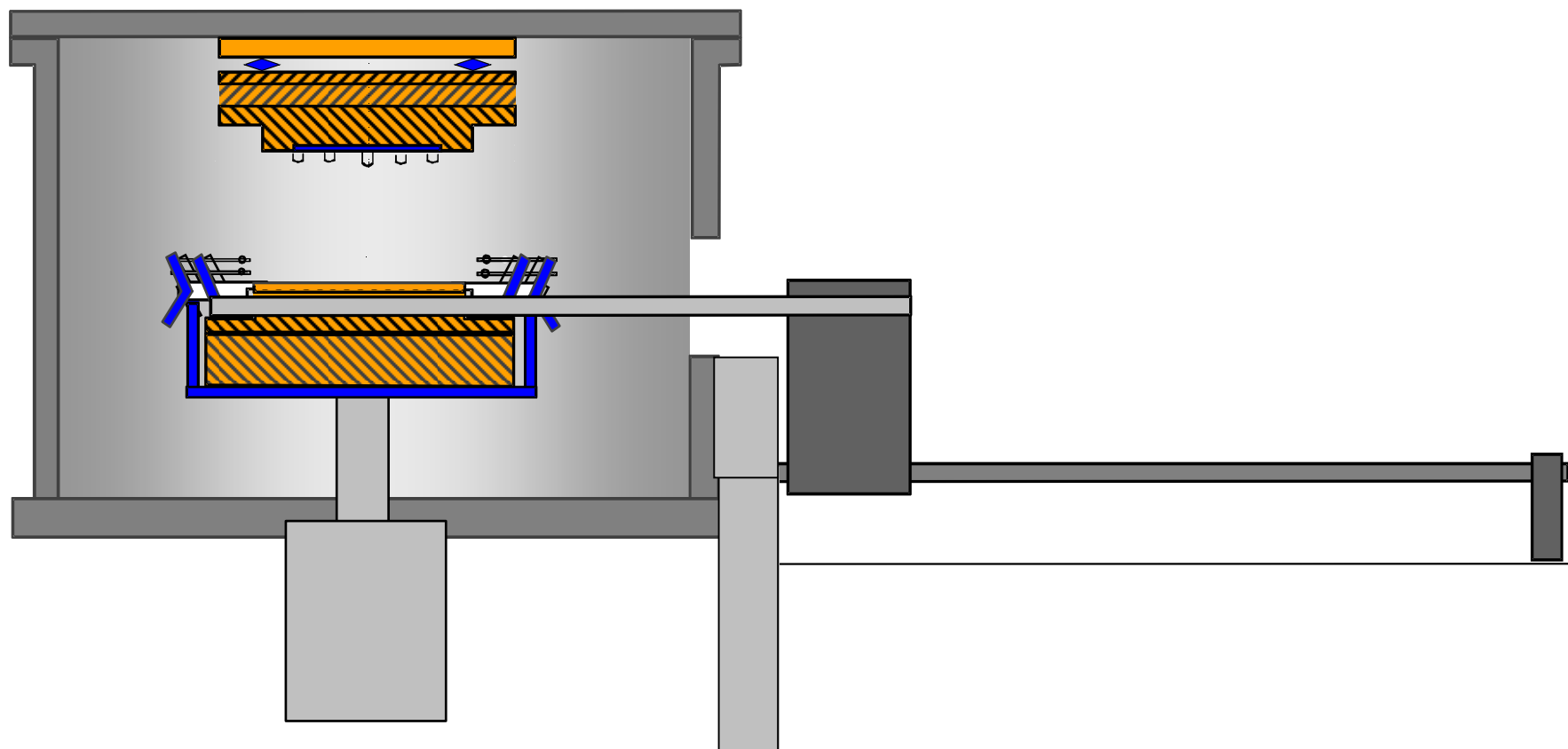


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

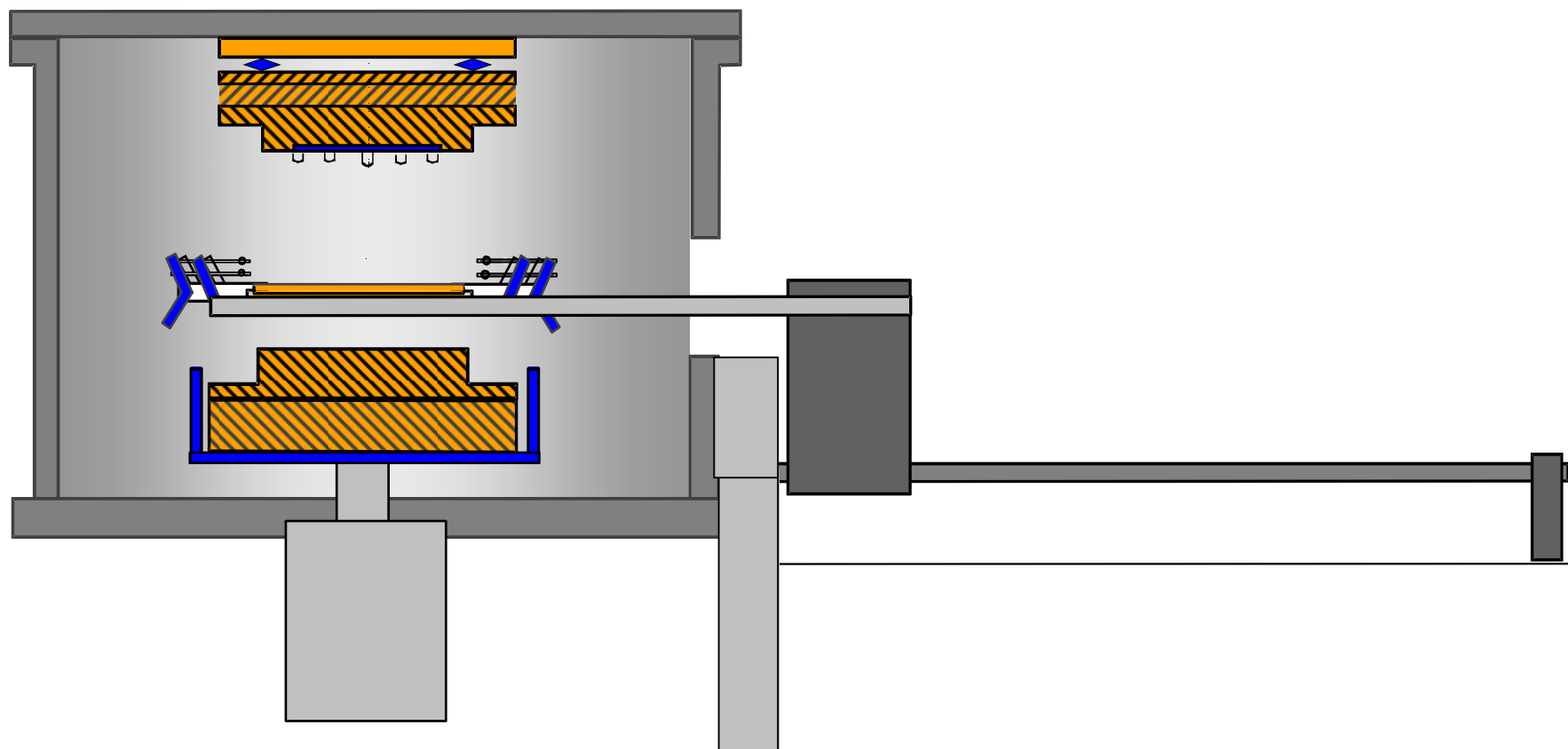


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

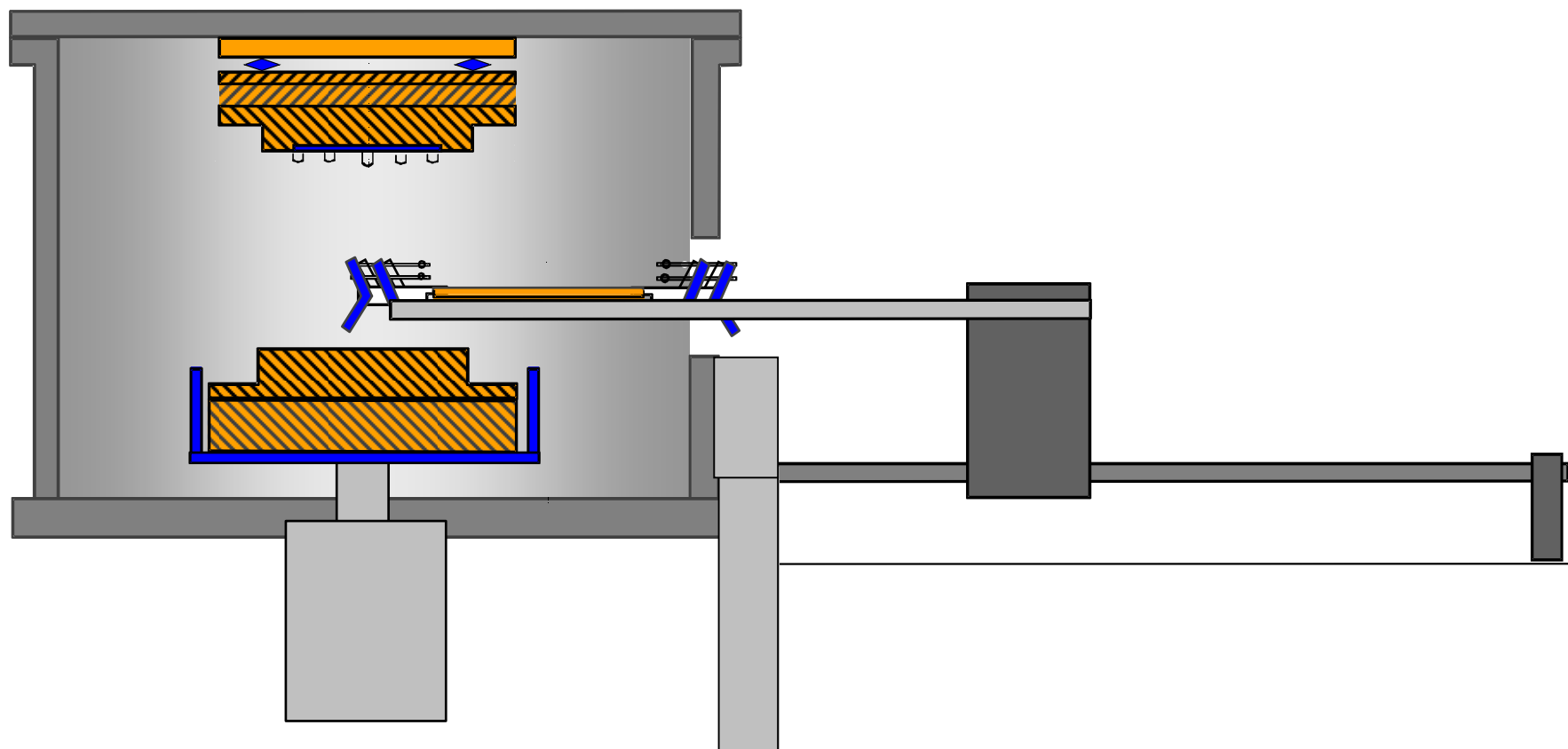


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

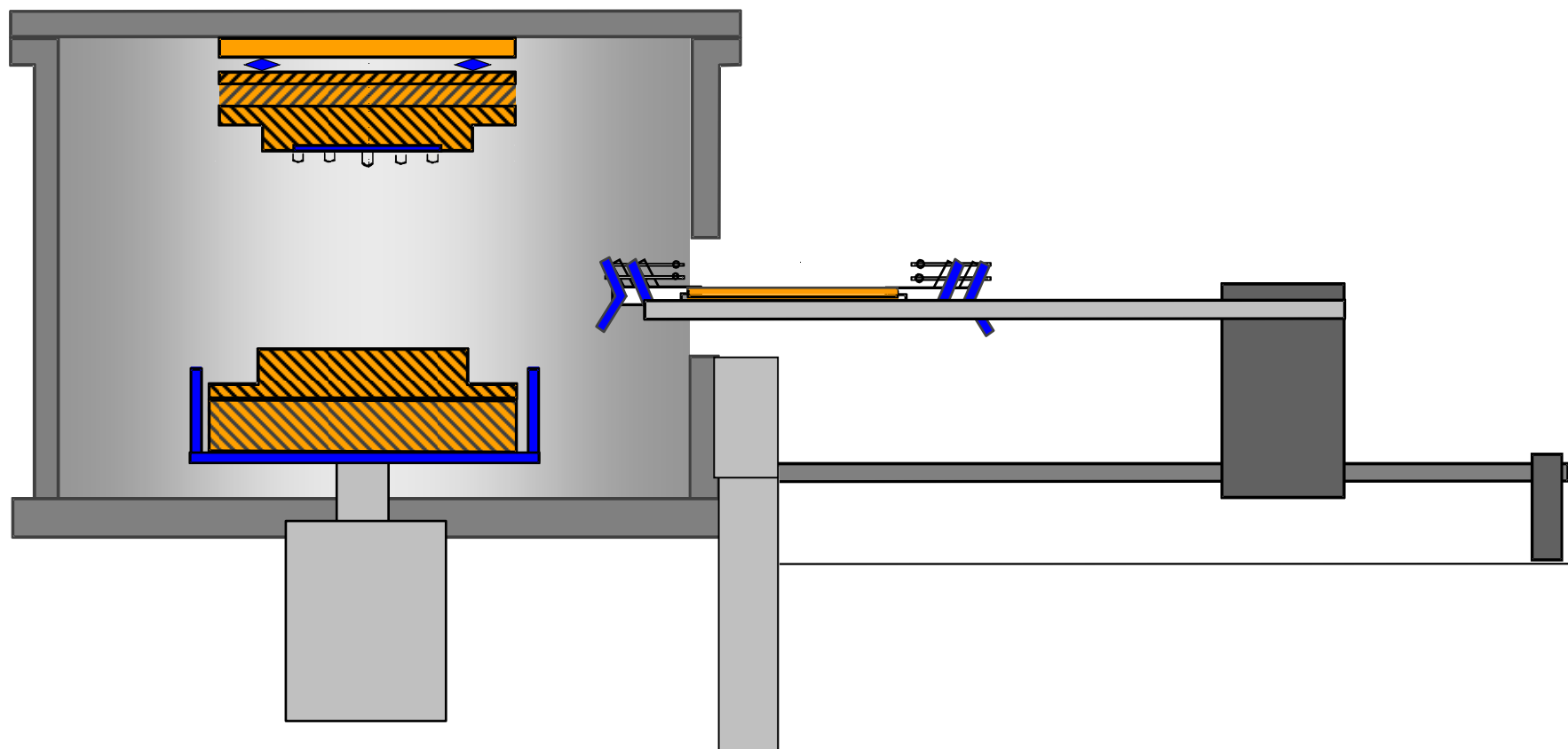


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

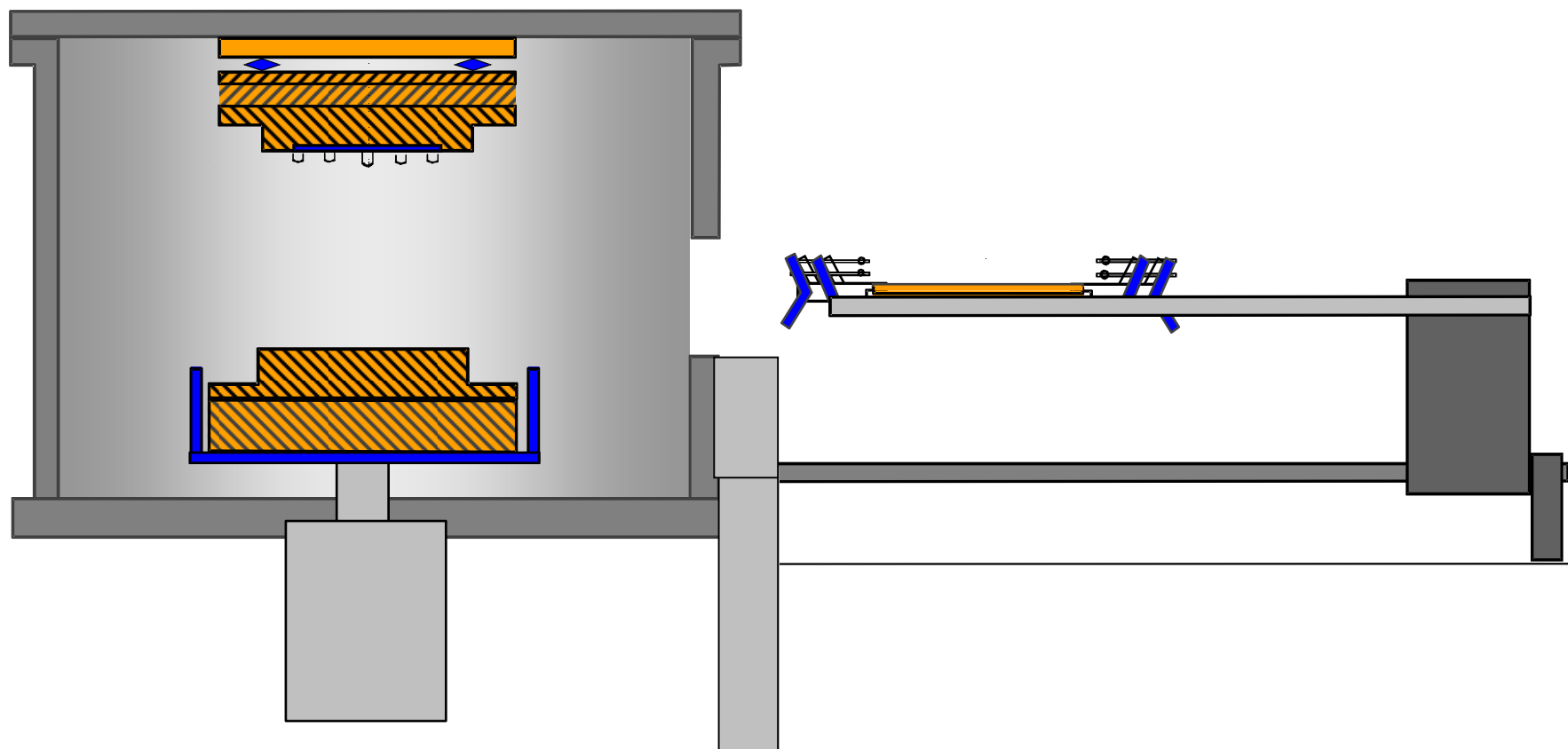


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

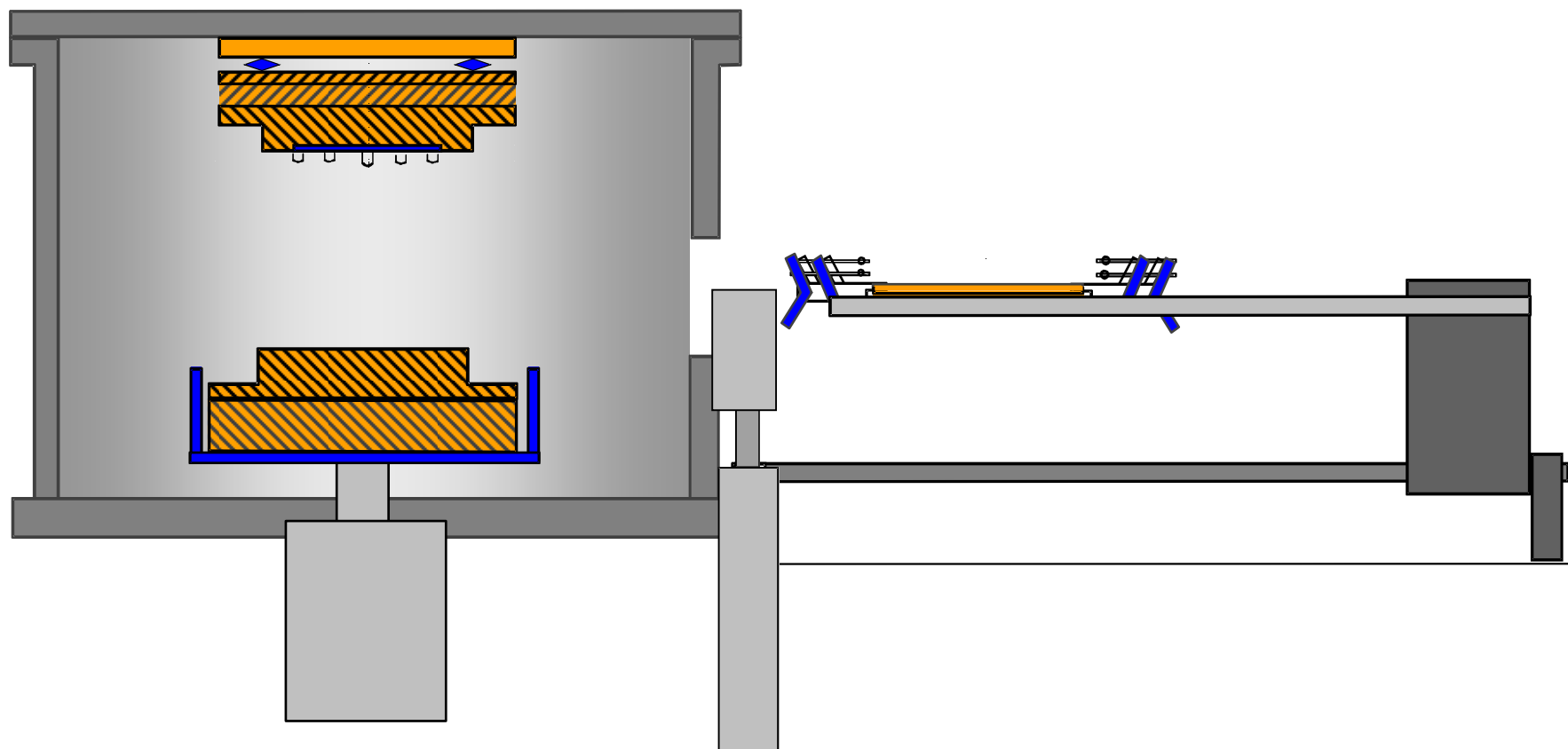


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare

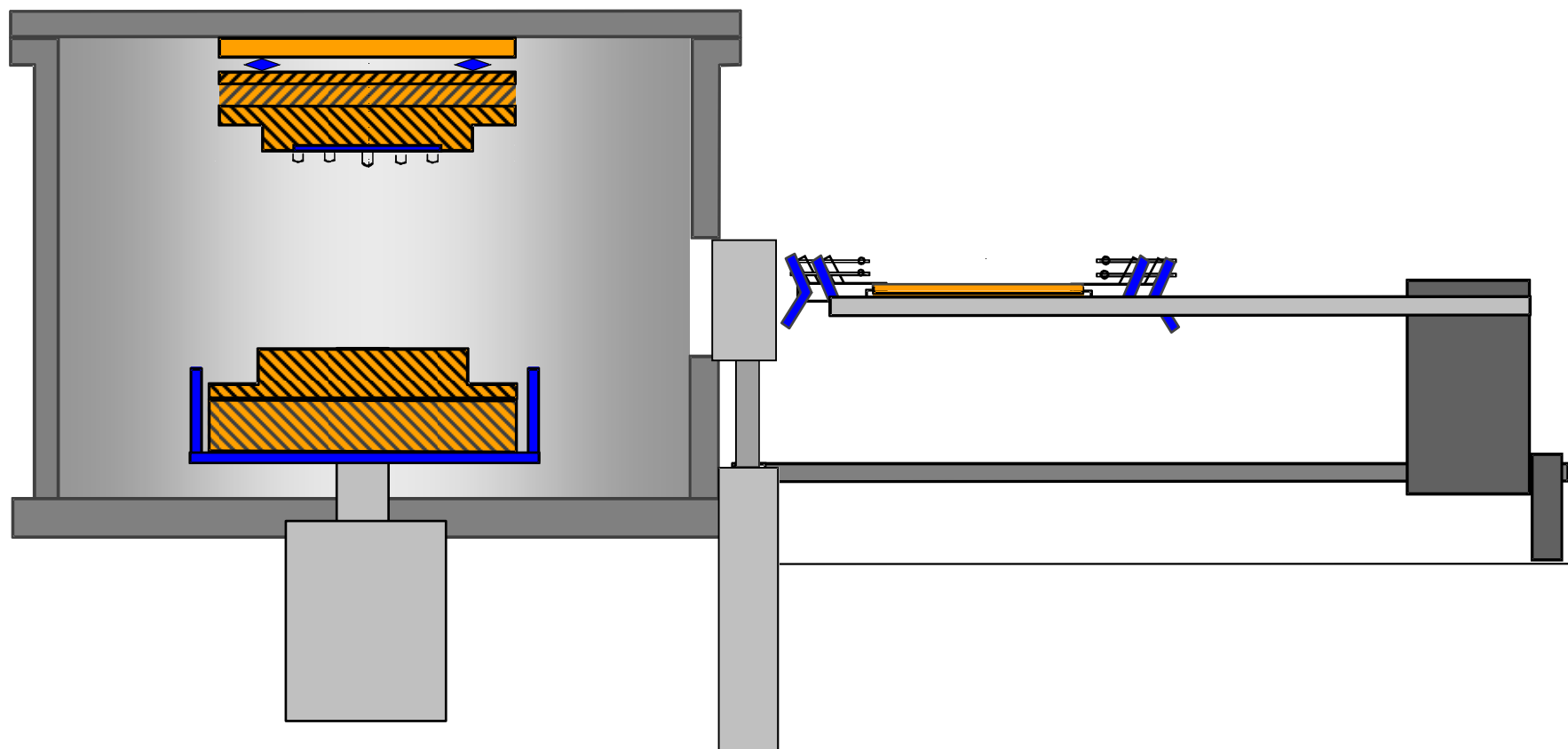


"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010

Sudare Anodică

– Descărcarea camerei de incapsulare



"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010



Mulțumiri

Cătălin Pârvulescu
Andrei Avram
Marioara Avram
Ciprian Iliescu



UNIUNEA EUROPEANĂ

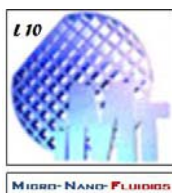


GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013

MICRONANOFAB (<http://www.imt.ro/MICRONANOFAB/>)



Mulțumesc pentru atenție!

"Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României"

POS CCE: 665/12609/209/20.07.2010