

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

# 36 383

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

*C12M 1/10*

(2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39800**  
(22) Přihlášeno: **13.04.2022**  
(47) Zapsáno: **04.10.2022**

(73) Majitel:  
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,  
Dejvice, CZ  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,  
České Budějovice, České Budějovice 2, CZ  
Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Průhonice, CZ

(72) Původce:  
Bc. Karel Šnokhous, Třeboň, Třeboň II, CZ  
Ing. Mgr. Vojtěch Bělohlav, Praha 5, Košíře, CZ  
prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D., Praha 5, Zličín, CZ  
doc. Ing. Lukáš Krátký, Ph.D., Holice, Staré  
Holice, CZ  
prof. Ing. Josef Elster, CSc., Suchdol nad Lužnicí,  
CZ  
RNDr. Jana Kvíderová, Ph.D., Třeboň, Třeboň II,  
CZ  
Ing. Jiří Liška, Třeboň, Třeboň II, CZ  
RNDr. Jaromír Lukavský, Ph.D., Třeboň, Třeboň I,  
CZ  
doc. RNDr. Linda Nedbalová, Ph.D., Třeboň,  
Třeboň II, CZ

(74) Zástupce:  
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00  
Praha 5, Stodůlky

(54) Název užitého vzoru:  
**Rotační deskový reaktor, zejména pro  
kultivaci mikrořas**

## Rotační deskový reaktor, zejména pro kultivaci mikrořas

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká použití rotačního reaktoru pro kultivaci mikrořas zejména v polárních oblastech. Cicci A. a kol. v práci Analysis of microalgae growth in residual light: A diagnostics tool for low-cost alternative cultural media, 2014, popisuje, že světelné záření patří mezi nejdůležitější parametry, které ovlivňují růst mikrořas. Při prozařování kultivačního média dochází k rozptylu a k redukci světelné intenzity. S rostoucí tloušťkou vrstvy ozařovaného kultivačního média může docházet k rozptylu dopadajícího světelného záření a může tak docházet k tvorbě tzv. tmavých zón, kde nepůsobí v podstatě žádné světelné záření. Mikrořasy v kultivačním médiu, které se objeví v těchto tmavých zónách, nedostávají dostatečné množství světelného záření a jejich růst je tak omezen. V reaktorech pracujících s větší koncentrací mikrořas v kultivačním médiu ( $> 1 \text{ g/l}$ ) může být schopnost prozaření vrstvy ovlivněna rozptylem dopadajícího záření na buňkách mikrořas. Pro zefektivnění procesu kultivace mikrořas je tedy důležité plně využít dopadající světelné záření. Ozařovaná transparentní plocha uzavřeného reaktoru by v ideálním případě měla být vždy kolmo na zdroj světelného záření. V případě umělého osvětlování je možné umístit zdroj světla do bezprostřední blízkosti transparentní plochy reaktoru. V případě venkovních reaktorů je však intenzita i směr dopadajícího záření v průběhu dne proměnlivá a záleží na aktuální poloze slunce. V případě venkovních kultivačních systému je tedy potřeba zajistit otáčení ozařovaných ploch systému tak, aby docházelo k efektivnějšímu využívání dopadajícího světelného záření. Rotační konstrukce tak může umožnit intenzifikaci procesu kultivace a nárůst produkce mikrořas. Systém řídicí rotaci konstrukce fotobioreaktoru by měl kopírovat svým pohybem aktuální pozici slunce.

25

### Dosavadní stav techniky

Deskový reaktor je jedním ze zástupců uzavřených systémů, které jsou používány ve farmaceutickém, chemickém, biotechnologickém či potravinářském průmyslu. Typickým příkladem použití deskových reaktorů je například při produkci mikrořas, které mohou být dále využívány v potravinářském, farmaceutickém či kosmetickém průmyslu jako zdroj biomasy nebo cenných látek, jako jsou pigmenty, mastné kyseliny atd. Deskové reaktory jsou také využívány v technologiích pro čištění odpadních vod nebo v konceptech biorafinérií.

35

Principem deskového reaktoru je umožnit dostatečné ozařování buněk mikrořas a zajistit jim přísun živin, které potřebují ke svému růstu.

Ozařování venkovních deskových reaktorů je do značné míry limitováno vzájemným stíněním komor reaktorů a neefektivním prozařováním kultivační vrstvy, které je způsobeno pohybem slunce. Slegers P. a kol. ve své práci Design scenarios for flat panel photobioreactors, 2011, publikoval metodiku rozmístění komor deskových fotobioreaktorů s ohledem na možnost vzájemného stínění. Svislé deskové reaktory jsou často využívány v oblastech s vyšší intenzitou slunečního záření. Paprsky slunečního záření však dopadají kolmo na transparentní plochu komory reaktoru pouze v omezeném čase – většinou při východu či západu slunce. Tímto nedochází k rovnoměrnému prozařování zpracovávaného média a může docházet k tvorbě tmavých zón. Nakloněné deskové reaktory umožňují rovnoměrné prozařování zpracovávaného média. Nevýhodou těchto systémů je však možnost ozařování zpracovávaného média pouze z jedné strany. Z tohoto důvodu musí být hloubka komory reaktoru navržena tak, aby bylo možné prozářit celou vrstvu zpracovávaného média. I v tomto případě však dochází v určitou část dne k vzájemnému stínění komor reaktorů a neefektivnímu prozařování vrstvy média. Rotační konstrukce reaktoru umožňuje efektivněji využívat dopadající sluneční záření a dále intenzifikovat proces kultivace mikrořas.

55

Hindersin S. a kol. v práci Irradiance optimization of outdoor microalgal cultures using solar tracked photobioreactors, 2012, publikoval koncepci otočného fotobioreaktoru. Desky fotobioreaktoru jsou umístěny na nosném roštu, který je pomocí šnekového soukolí otáčen okolo vertikální osy ve směru pohybu slunce. Rotační pohyb nosného roštu podél horizontální osy zajišťuje lineární aktuátor, který nastavuje desky fotobioreaktorů do směru normály vůči poloze slunce. Publikovaný koncept otočného fotobioreaktoru však není schopný vertikální rotace o více než 360°. Po dokončení denního cyklu se nosný rošt s deskami fotobioreaktoru vrací do původní polohy a celý proces se opakuje. V průběhu dne tedy dochází pouze k částečnému natočení konstrukce kolem vertikální osy. Obdobných rotačních mechanismů se využívá také u otočných solárních panelů. United Technologies – dokument US2007215199A1, navrhl konstrukci otočných solárních panelů, které jsou schopny se naklápět pomocí čepů a aktuátorů ve směru vertikální i horizontální osy. Jednoosý rotační mechanismus byl navržen také Mecanizados Solares - dokument US2010263710A1. Zařízení je schopné rotace kolem vertikální osy pomocí ložiskového domku s pohonem, který slouží zároveň jako podstava pro solární panel. Magan de la Rocha Justion - dokument EP2136155A1 navrhl pojízdnou rotační plošinu, které zároveň slouží jako nosná základna konstrukce solárních panelů. Obdobné funkční a konstrukční principy se opakují u všech uvedených konstrukčních variant otočných solárních panelů. Úhel otočení solárních panelů kolem vertikální osy je vždy limitován podle pohybu slunce. Rotační pohyb je limitován také připojovacími kabely solárních panelů, které by byly při větším natočení nadměrně namáhány.

#### Podstata technického řešení

Výše zmíněné nedostatky a problémy spojené s konvenčními konstrukcemi deskových reaktorů a obdobných konstrukcí otočných solárních panelů jsou do značné míry eliminovány pomocí rotačního deskového reaktoru, zejména pro kultivaci mikrořas ve venkovním prostředí s alespoň jednou komorou, podle tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že obsahuje rotační mechanismus pro zajištění otáčení komory reaktoru kolem vertikální osy podle pohybu slunce.

Rotační mechanismus je s výhodou opatřen zařízením pro natočení komory reaktoru do polohy kolmé k dopadajícímu slunečnímu záření.

Rotační deskový reaktor může obsahovat alespoň dvě komory v řadě propojené přes převody s rozvodovou hřídelí centrálního pohonného mechanismu pro rotaci komor reaktorů.

Rotační deskový reaktor může být rovněž opatřen nosnou rotační podstavou propojenou s pohonným rotačním mechanismem ke kterému je připojeno hnací kolo pro rotační pohyb komory reaktoru.

Rotační deskový reaktor je s výhodou opatřen přívodem aeračního plynu skrz hřídel podstavy komory reaktoru a ložiskový domek.

Zařízením pro natočení komory reaktoru je ve výhodném provedení krokový motor řízený pomocí mikroprocesoru.

K mikroprocesoru je s výhodou připojen hlavní procesor s aktuálními údaji v závislosti na předdefinovaných souřadnicích a aktuálním čase.

Krokový motor je ve výhodném provedení propojen s rotační konstrukcí reaktoru pro počáteční nastavení krokového motoru do referenční polohy definované pomocí hallových sond, které jsou připojeny k mikroprocesoru.

Podstatou automatizovaného rotačního mechanismu je schopnost nastavení libovolné polohy komory deskového reaktoru, který umožňuje pomocí řídicí jednotky sledovat pohyb slunce

i v obtížných klimatických podmínkách polárních oblastí. Komora se v průběhu dne natáčí podle polohy slunce tak, aby paprsky slunce dopadaly kolmo na transparentní plochu komory a umožňovaly efektivně prozářit celou vrstvu kultivačního média. Komora reaktoru může být neomezeně otáčena kolem vertikální osy. Pomocí tohoto systému je možné zajistit prozařování komory deskového reaktoru slunečním zářením v průběhu celého polárního dne, který je pro vysoké zeměpisné šířky specifický.

Řídicí systém lze naprogramovat dle polohy místa instalace reaktoru. V závislosti na aktuálním čase a poloze tak lze nastavit pohyb reaktoru podle přesné polohy slunce a maximálně tak využít dopadající světelné záření.

Pro přesné sledování polohy slunce v polárních podmínkách je v zásadě nutné zajistit rotační pohyb komory podél vertikální osy kolmé k podstavě reaktoru. Tento systém je zejména důležitý v polárních oblastech, kde v době polárního dne slunce kopíruje horizont a nedosahuje vysokých úhlů nad obzorem. Rotační pohyb kolem vertikální osy tak umožňuje velice přesně kopírovat pohyb slunce. Za těchto podmínek je možné využít nepřetržitého slunečního svitu v průběhu polárního dne. Pro tento případ je potřeba zajistit neomezené otáčení komory kolem vertikální osy.

Eliminací rozptýlení dopadajícího světelného záření lze předpokládat, že dojde k intenzifikaci procesu kultivace, což bude mít za následek navýšení produkce mikrořas.

### Objasnění výkresů

Rotační deskový reaktor podle tohoto technického řešení bude podrobněji popsán na konkrétních příkladech provedení s pomocí přiložených výkresů, kde na Obr. 1a je zobrazen příkladný rotační deskový reaktor v nárysu, na Obr. 1b v půdorysu a na Obr. 1c v bokorysu. Na Obr. 1d je zobrazen tento rotační deskový reaktor v izometrickém pohledu shora. Na Obr. 2a je zobrazen v nárysu příkladný otočný deskový reaktor a na Obr. 2b detail přímého rotačního mechanismu komory reaktoru v bokorysu. Na Obr. 3 je zobrazena v izometrickém pohledu shora instalace otočných komor reaktoru v řadě s centrálním otočným mechanismem. Na Obr. 4a je zobrazena v izometrickém pohledu shora otočná nosná konstrukce reaktoru, která je otáčena pomocí hnacího kola. Na Obr. 4b je zobrazena v nárysu otočná konstrukce reaktoru s hnacím kolem. Na Obr. 5 je blokové schéma automatizovaného rotačního systému.

### Příklady uskutečnění technického řešení

Příkladný rotační deskový reaktor 2 uvedený na Obr. 2a a Obr. 2b obsahuje rotační mechanismus 1 zajišťující neomezenou rotaci komory reaktoru 2 kolem vertikální osy. Rotační mechanismus je připevněn na podstavový rám 3. Pohyb rotačního mechanismu je nastaven pomocí ovladače, který dle lokace a času dokáže predikovat přesnou polohu slunce. Rotační pohyb je v tomto příkladném provedení zajištěn pomocí krokového elektromotoru 4, který je pomocí spojky 5 spojen napřímo s hřídelí 6. Hřídel 6 je pevně spojená s otočnou komorou reaktoru 2.

Vertikální rotační pohyb komory reaktoru 2 umožňuje efektivně prozařovat kultivační médium v komoře reaktoru 2 v průběhu celého dne. V případě instalace reaktoru 2 v oblastech, kde slunce dosahuje nízkých vertikálních poloh, je možné předpokládat, že sluneční záření bude komorou prostupovat ve směru kolmém na transparentní plochy reaktoru 2.

V dalším příkladu provedení na Obr. 3 jsou komory deskových reaktorů 2 rozmístěny v řadě v dostatečné vzdálenosti tak, aby nedocházelo k vzájemnému stínění komor reaktorů 2.

Vertikální rotační pohyb komor je zajištěn pro všechny komory centrálně pomocí elektromotoru 7 s převodovkou. Rozvodná hřídel 8 je uložena ve vodičích ložiscích 9 a je propojena

s elektromotorem 7 s převodovkou. Komory reaktoru 2 jsou přichyceny na nosné rotační hřídeli 11. Na nosných rotačních hřídelích 11 je umístěn převod 12 přenášející otočný pohyb z rozvodné hřídele 8 na nosné rotační hřídele 11. Převod 12 s vysokým převodovým poměrem umožňuje nastavení přesné polohy komor reaktorů 2.

5

Další příkladný rotační deskový reaktor 2 na Obr. 4a a Obr. 4b obsahuje nosnou rotační podstavu 13, která je otáčena pomocí hnacího kola 14. Hnací kolo 14 je připojeno na elektromotor s převodovkou tvořící pohonný rotační mechanismus 15. Komora reaktoru 2 je pevně připevněna k nosné rotační podstavě 13. Nosná rotační podstava 13 se odvaluje po vodičích kolech 17 a hnacím kole 14. Nosná rotační podstava 13 je tvořena pomocí U-profilu, který svým tvarem chrání od okolních vlivů hnací kolo 14 a vodičí kola 17. Celá konstrukce komory a nosné rotační podstavy 13 je pomocí trubkové hřídele 18 podstavy usazena v nosném ložiskovém domku 19. Aerační plyn je do distributoru 20 plynu, který je instalován v komoře, přiváděn skrz trubkovou hřídel 18 podstavy a ložiskový domek 19. Přívod aeračního plynu je k otočné komoře připojen pomocí konektoru 21 se zpětnou klapkou.

10

15

Blokové schéma automatizovaného rotačního systému na Obr. 5 popisuje strukturu funkce systému zajišťující rotační pohyb komory reaktoru 2. Napájecí napětí 22 230 V AC jde přes jistič a blokovací central-stop relé na vstup spínaného napájecího zdroje 23 230 V/24 V. Výstupní napětí 24 24 V z výstupu napájecího zdroje 23 je přivedeno do driveru – řídicí jednotky 25 krokového motoru 4 a zároveň do step-down regulátoru 26 24 V/5 V. Výstupní napětí 27 5 V slouží k napájení řídicí elektroniky, která se skládá z mikroprocesoru 28 napájeného na vývojové desce. Zároveň je přivedeno výstupní napětí 27 5 V na napájecí pin vývojové desky s hlavním procesorem 29. Vývojová deska komunikuje s mikroprocesorem 28 po sériové lince 30. Z předdefinovaných souřadnic a aktuálního času vypočte hlavní procesor 29 prostřednictvím kódu Soltrack aktuální polohu slunce na obloze. Mikroprocesor 28 prostřednictvím svých výstupů 31 ovládá řídicí jednotku 25 krokového motoru 4. K řídicí jednotce 25 krokového motoru 4 je přes spoj 32 s napětím 24 V připojen krokový motor 4. Krokový motor 4 je propojen mechanickým propojením 34 s otočnou konstrukcí 35 reaktoru. Poloha otočné konstrukce 35 reaktoru je snímána prostřednictvím hallových sond 36, které jsou připojeny k mikroprocesoru 28.

20

25

30

### Průmyslová využitelnost

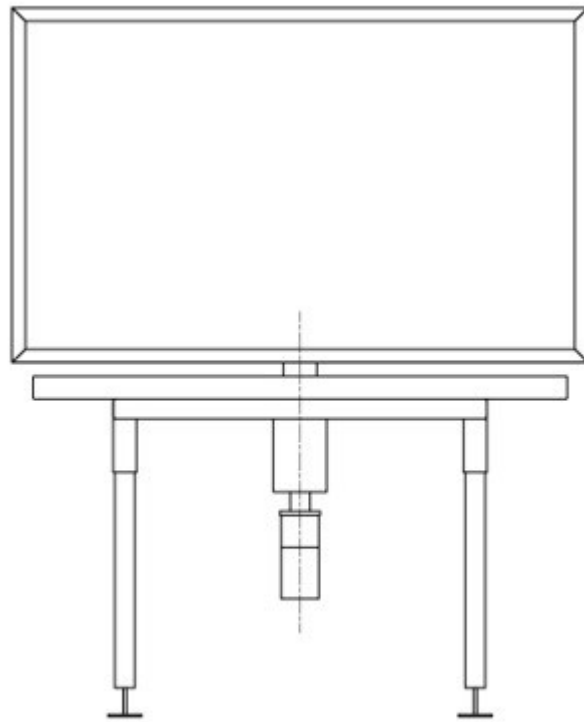
Rotační deskový reaktor podle tohoto technického řešení lze použít zejména při intenzifikaci procesu kultivace mikrořas vlivem efektivnějšího využívání slunečního záření.

35

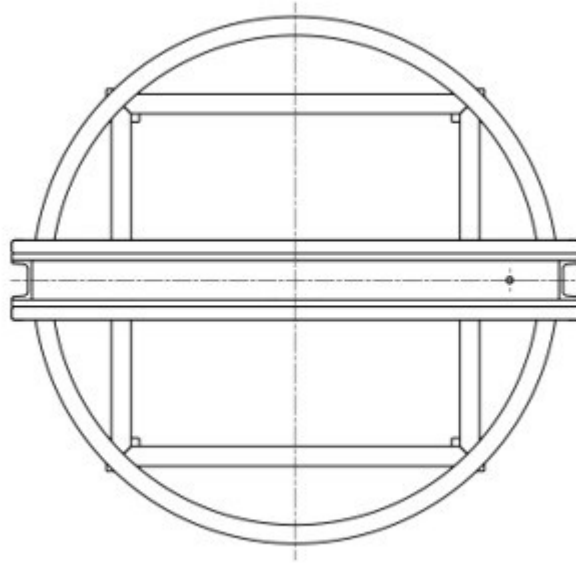
## NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Rotační deskový reaktor, zejména pro kultivaci mikrořas ve venkovním prostředí s alespoň jednou komorou, **vyznačující se tím**, že obsahuje rotační mechanismus (1) pro zajištění otáčení komory reaktoru (2) kolem vertikální osy podle pohybu slunce.
2. Rotační deskový reaktor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rotační mechanismu (1) je opatřen zařízením pro natočení komory reaktoru (2) do polohy kolmé k dopadajícímu slunečnímu záření.
- 10 3. Rotační deskový reaktor podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň dvě komory v řadě propojené přes převody (12) s rozvodovou hřídelí (8) centrálního pohonného mechanismu pro rotaci komor reaktorů (2).
4. Rotační deskový reaktor podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že je opatřen nosnou rotační podstavou (13) propojenou s pohonným rotačním mechanismem (15) ke kterému je připojeno hnací kolo (14) pro rotační pohyb komory reaktoru (2).
- 15 5. Rotační deskový reaktor podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že je opatřen přívodem aeračního plynu skrz trubkovou hřídel (18) rotačního mechanismu (1) komory reaktoru (2) a ložiskový domek (19).
6. Rotační deskový reaktor podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že zařízením pro natočení komory reaktoru (2) je krokový motor (4) řízený pomocí mikroprocesoru (28).
- 20 7. Rotační deskový reaktor podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že k mikroprocesoru (28) je připojen hlavní procesor (29) s aktuálními údaji v závislosti na předdefinovaných souřadnicích a aktuálním čase.
- 25 8. Rotační deskový reaktor podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že krokový motor (4) je propojen s otočnou konstrukcí (35) reaktoru (2) pro počáteční nastavení krokového motoru (4) do referenční polohy definované pomocí hallových sond (36), které jsou připojeny k mikroprocesoru (28).

10 výkresů

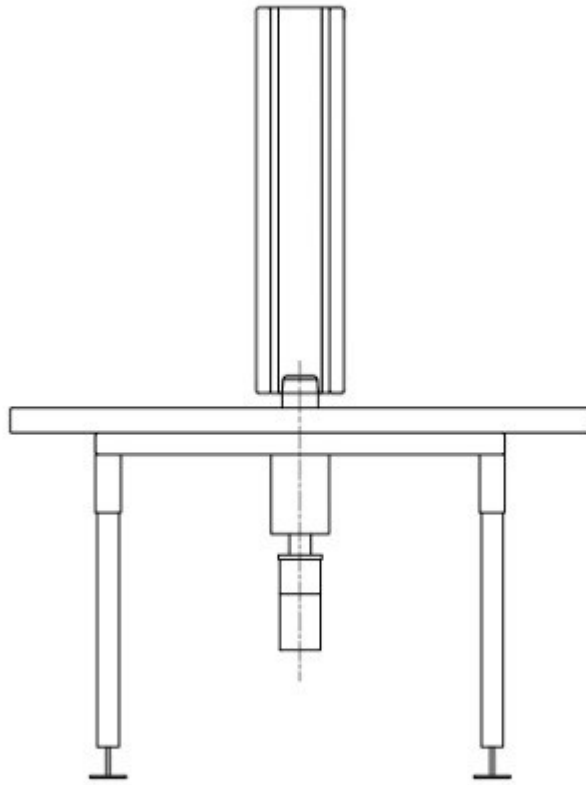


Obr. 1a

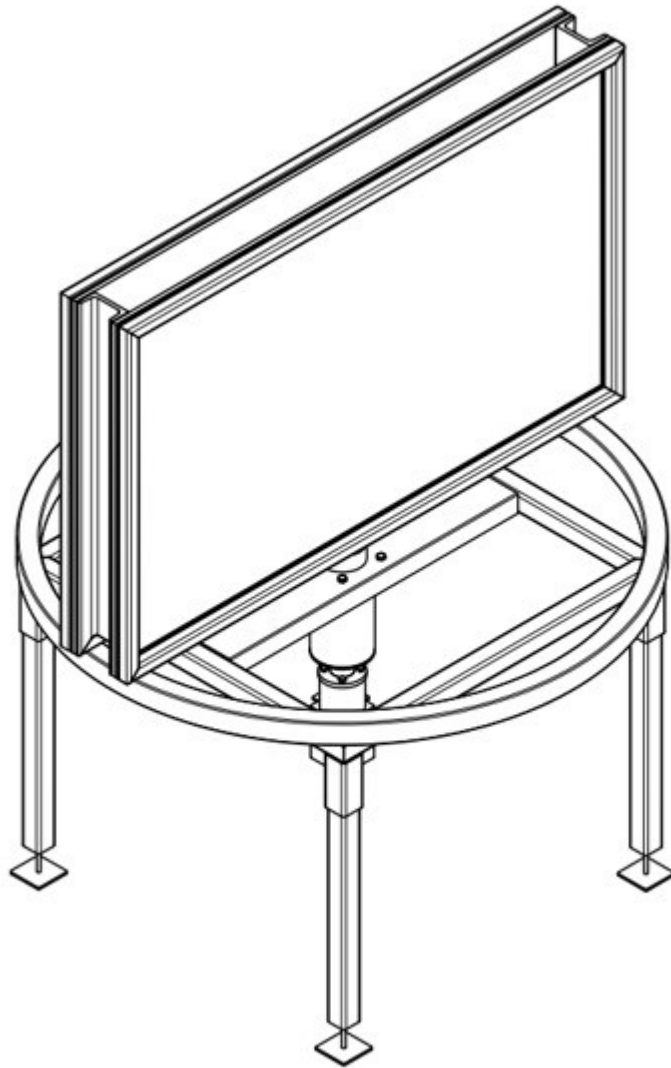


Obr. 1b

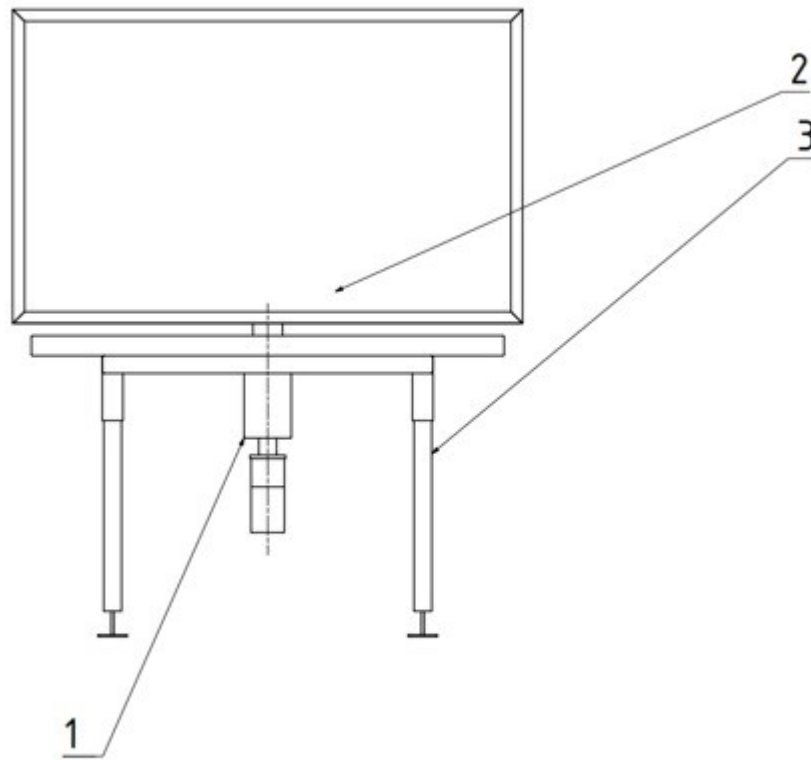




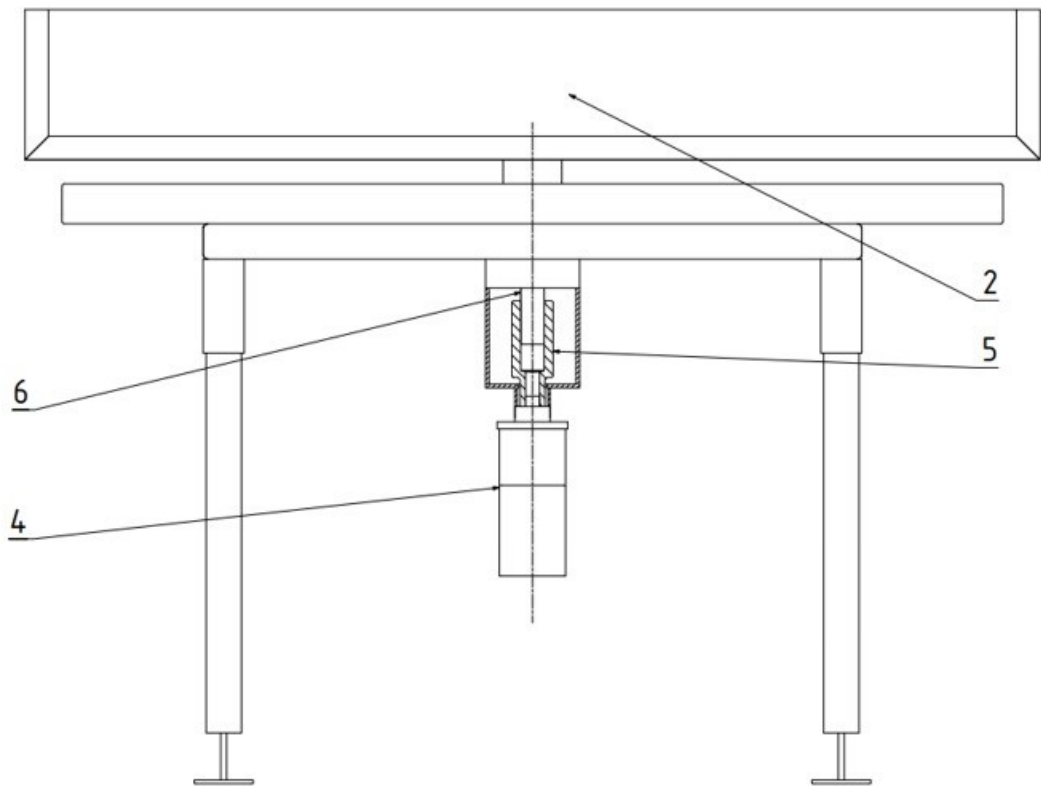
Obr. 1c



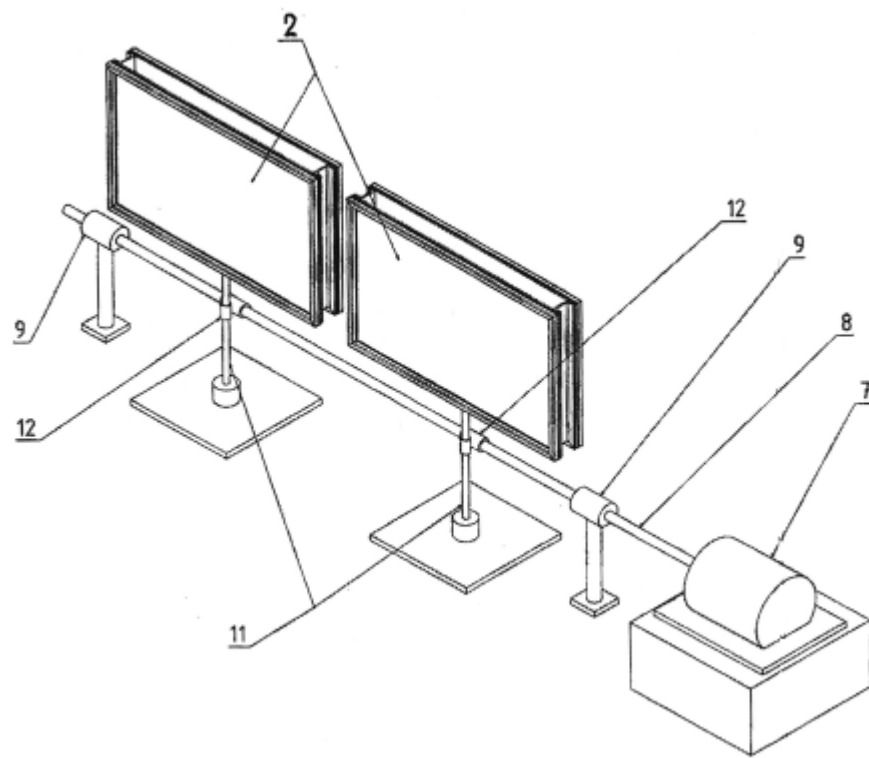
Obr. 1d



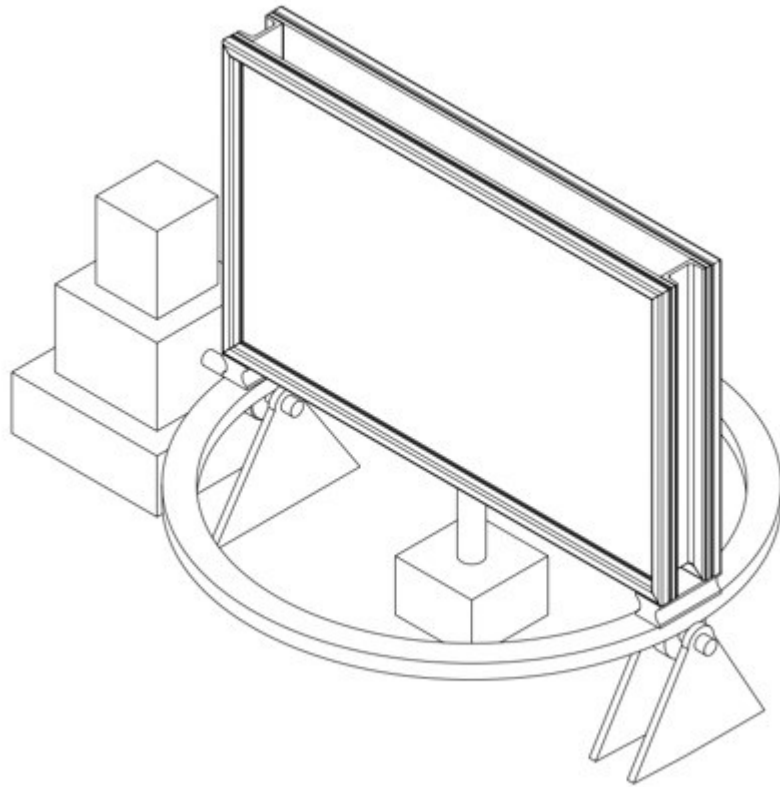
Obr. 2a



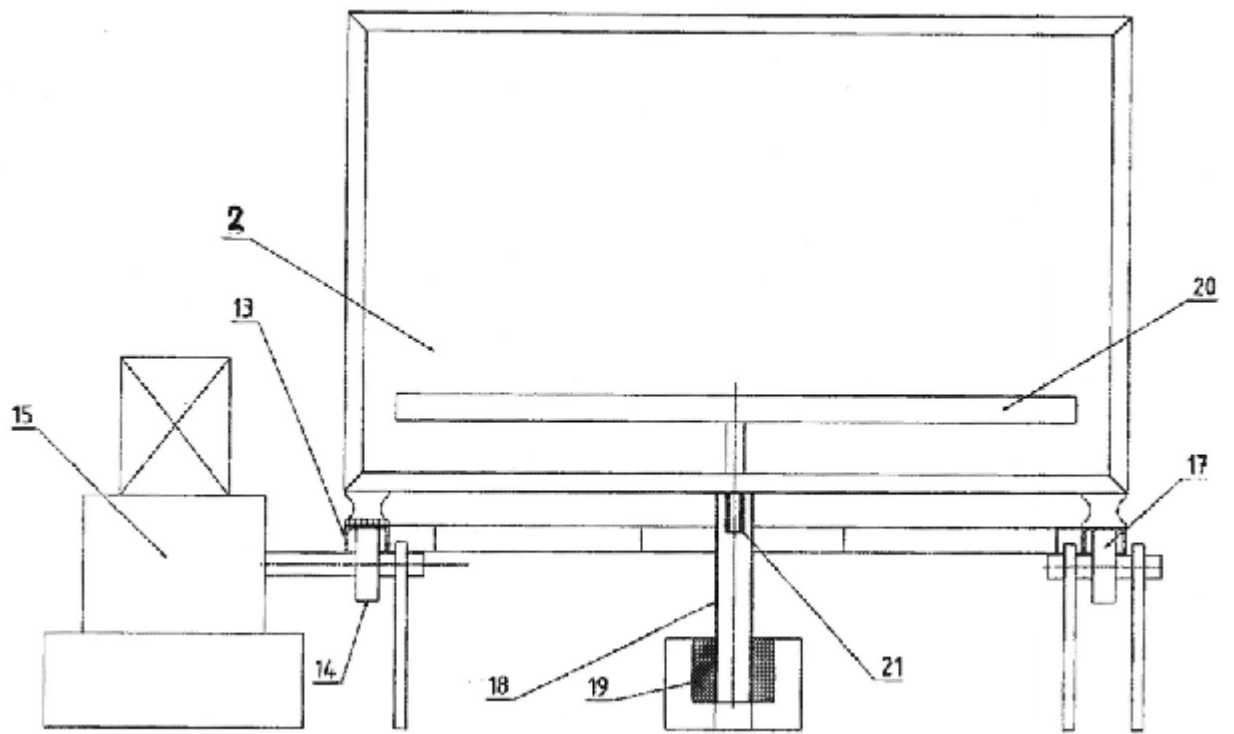
Obr. 2b



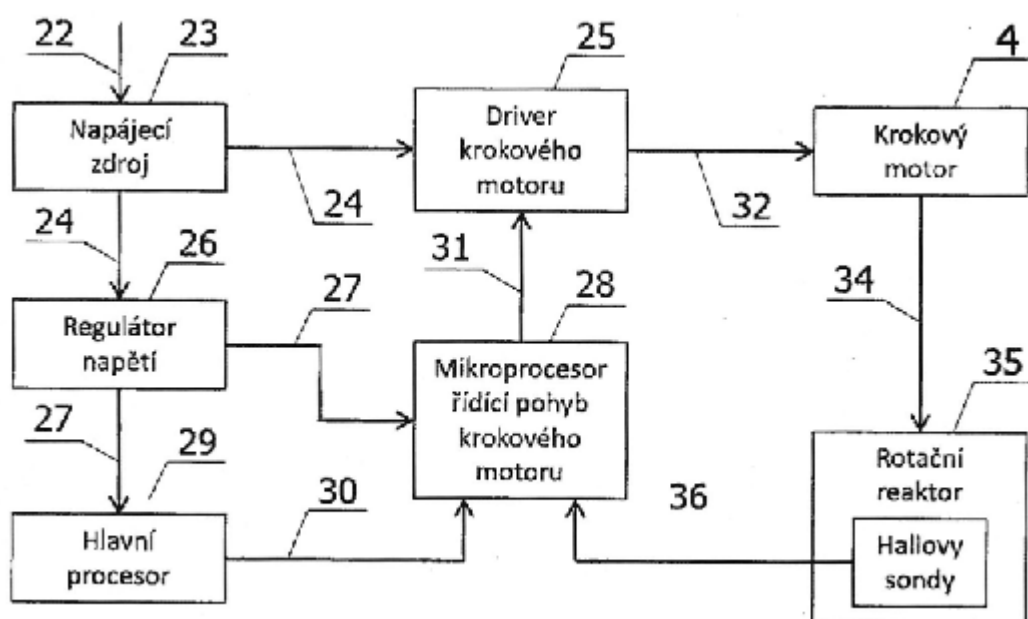
Obr. 3



Obr. 4a



Obr. 4b



Obr. 5