

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2003 - 2262

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.02.2002**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **02.03.2001 14.03.2001
10.12.2001**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/10110184 2001/10112160
2001/10160412**

(33) Země priority: **DE DE DE**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.12.2003**
(Věstník č. 12/2003)

(86) PCT číslo: **PCT/EP02/02136**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO02/077527**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. C1. ⁷:

F 23 N 1/00

F 02 D 41/14

(71) Přihlašovatel:

POWITEC INTELLIGENT TECHNOLOGIES GMBH,
Essen, DE;

(72) Původce:

Wintrich Franz, Essen, DE;
Stephan Volker, Hüpstedt, DE;

(74) Zástupce:

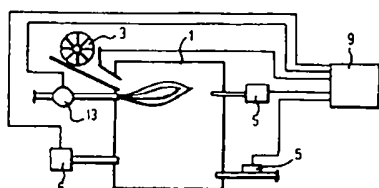
Andera Jiří Ing., Nad Štolou 12, Praha 7, 17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob regulace termodynamického procesu,
zejména procesu spalování, a zařízení k
provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Způsob regulace termodynamického procesu, zejména procesu spalování, při kterém se měří stav (s_t) systému, porovnává se s optimalizačními cíli (r'), a pro regulaci se v systému provádějí vhodné regulační akce (a'), přičemž se zjišťuje model (PM) procesu, nezávislý na optimalizačních cílech, který popisuje účinky akcí (a_t) na stav (s_t) systému, a situační zhodnocení (SB), nezávislé na modelu (PM) procesu, zhodnocuje pomocí funkce (u_t) kvality stav (s_t) systému vzhledem k optimalizačním cílům (r'). Zařízení zahrnuje senzory (5) pro měření stavu (s_t) systému, počítač (9) pro použití modelu (PM) procesu k situačnímu zhodnocení (SB) a zpětnou vazbu na systém pro provádění regulačních akcí (a').



Způsob regulace termodynamického procesu, zejména procesu spalování, a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu regulace termodynamického procesu, zejména procesu spalování, při kterém se měří stav systému, porovnává se s optimalizačními cíli, a pro regulaci se v systému provádějí vhodné regulační akce.

Dosavadní stav techniky

U známého způsobu tohoto druhu se ze stavových proměnných a možných regulačních akcí vytváří při zohlednění optimalizačních cílů slučováním kvalita. V rámci metody Monte-Carlo se, vycházeje ze starého stavu, provádí regulační akce a určuje se nový stav. Z toho vyplývající změna kvality je mírou pro vhodnost prováděné regulační akce pro dosažení optimalizačního cíle. Systém se tímto způsobem přizpůsobí nejbližše se nacházejícímu extrému, a to i při častých změnách optimalizačních cílů. Známý způsob ale neplní všechny požadavky.

Úkolem vynálezu je vylepšení způsobu výše popsaného druhu.

Podstata vynálezu

Tento úkol řeší způsob regulace termodynamického procesu, zejména procesu spalování, při kterém se měří stav systému, porovnává se s optimalizačními cíli, a pro regulaci se v systému provádějí vhodné regulační akce, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se zjišťuje model procesu, nezávislý na optimalizačních cílech, který popisuje účinky akcí na stav systému, a situační zhodnocení, nezávislé na modelu procesu, hodnotí pomocí funkcí kvality stav systému vzhledem k optimalizačním cílům.

Další výhodná provedení jsou předmětem závislých nároků.

Tím, že se zjišťuje model procesu, nezávislý na optimalizačních cílech, který popisuje účinky akcí na stav systému, a situační zhodnocení, nezávislé na procesu modelu, zhodnocuje pomocí funkcí kvality stav systému s ohledem na optimalizační cíle, je k dispozici způsob regulace, spočívající na modelu, který jak při zhodnocování stavu systému, tak i po větších změnách stavu, může dále použít informace z minulosti. U známého způsobu musejí být pro určení kvality téměř všechny informace pořizovány znovu, to znamená s adaptací na nový stav se staré informace zapomenou.

Na základě ušetřeného výkonu počítače mohou být "navigátorem procesu" podle vynálezu předem výhodně spočítány stavy a provedeny pro dosažení optimalizačního cíle jen vhodné regulační akce. Přitom se model procesu neustále zjemňuje, aby se příště dosáhlo příznivějšího optimalizačního cíle. Při výhodné manipulaci s modelem procesu se v neuronové síti výhodně nejdříve provede inicializace se zvolenými stavy a vyhlazenou a ohodnocenou časovou reakcí systému, aby se později předešlo regulačním akcím, které nevedou k cíli.

Zahrnutím ovládání kotlového dmychadla (ofukovače) jako regulační akce a/nebo velikosti hrudek paliva jako akční veličiny je k dispozici více akčních veličin, aby se provedla regulace. Současně již nové akční veličiny nejsou rušivými zdroji, které při aktivování vyvolávají vyšší náklady na regulaci. Místo obou akčních veličin v kombinaci se může do regulace zahrnout také jen jedna z těchto veličin. Výhodně se vliv nových akčních veličin měří předem v inicializační fázi, aby se regulace, která se například provádí pomocí neuronové sítě, adekvátně prověřila. Zahrnutí podle vynálezu je použitelné u procesů spalování i u jiných termodynamických procesů.

U kotlového dmychadla se rozhodnutí o jeho uvedení v činnost výhodně činí zhodnocením mezi úspěchem a náklady, tím že se například definují fiktivní náklady a integrují přes časový interval, aby mohlo být rozhodnutí provedeno automaticky. Při zahrnutí velikosti hrudek paliva může být doplňkově zohledněno i opotřebení přiřazeného mlýnu, aby se regulace zjemnila. Účinky různých velikostí hrudek se výhodným způsobem měří pomocí fluktuací v obrazu záření plamene. Se získanými informacemi o účincích uvedení kotlového dmychadla v činnost, velikosti hrudek paliva a opotřebení mlýnu, mohou být i kotlové dmychadlo, popřípadě mlýn samy o sobě regulovány, aniž by se k tomu reguloval proces spalování.

Jestliže u systémů se zařízeními na odebírání zkušebních vzorků stanoví počítač, spojený se senzory, okamžik uvedení zařízení na odebírání zkušebních vzorků v činnost, tak se jednak šetří prostředky, protože musí být proveden jen nutný počet vyhodnocení zkušebních vzorků. Jednak je v kritických situacích k dispozici více dat pro rozhodovací proces v počítači, což například umožní optimálnější regulaci. Odebírání zkušebních vzorků je tedy plně zahrnuto do monitorovacího procesu a výhodně do regulačního procesu. Kromě zařízení na odebírání zkušebních vzorků jsou myslitelné ještě další "offline" senzory, které společně s "online" senzory dodávají data do počítače. Uvádění zařízení na odebírání zkušebních vzorků v činnost může probíhat manuálně nebo strojně.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je v dalším blíže popsán a objasněn na příkladech jeho provedení podle připojených výkresů, které znázorňují na obr. 1 schematickou konstrukci příkladu provedení způsobu podle vynálezu, na obr. 2 časový diagram příkladného parametru procesu přes více intervalů čištění, na obr. 3 časový diagram nákladů v

modelu znečišťování a čištění, a na obr. 4 schematickou konstrukci dalšího příkladu použití.

Příklady provedení vynálezu

Příkladný proces probíhá jako proces spalování v topném kotli uhelné elektrárny a má být regulován tak, aby měl jednak určitou stabilitu a jednak určitou plasticitu, to znamená, aby se přizpůsobil daným okolnostem. Stav v kotli se popisuje (časově závislými) stavovými proměnnými s_t , například teplotami na různých místech v kotli, strukturami plamene a/nebo koncentracemi různých škodlivých látek ve výstupním vzduchu, které se zjišťují vhodnými senzory. Pro popis procesu spalování pomocí vzorců je třeba rozumět parametrům a proměnným, jako je například s_t , jako vícerozměrným vektorům. Stav s_t procesu spalování může být měněn různými akcemi a_t , zejména změnou akčních veličin, jakými jsou například přívod uhlí, jádrový vzduch nebo vyfukovaný vzduch, ale také kvalita uhlí. Pro proces spalování existují optimalizační cíle r^i , například aby koncentrace oxidů dusíku NO_x a oxidu uhelnatého CO ležela pod předem danými mezními hodnotami, nebo byla minimální.

Pro online - sledování a regulaci a předvídání budoucích stavů kotle pomocí neuronové sítě se podle vynálezu jednak definuje model PM procesu, který udává změnu stavu s_t procesu spalování jako reakci na akci a_t . Model PM procesu je nezávislý na optimalizačních cílech r^i a operuje na časovém oknu odpadajících stavů procesu, aby se integrovala časová souvislost. V logických operacích proměnných jsou obsaženy informace o specifických vlastnostech kotle. Jednak se pro situační zhodnocení SB definuje kvalita u_t , která zhodnocuje určitý aktuální stav s_t při zohlednění optimalizačních cílů r^i . Tato definice probíhá podle hledisek standardních charakteristik a Fuzzy-Logik, tedy v nejjednodušším případě je například pro určitou koncentraci škodlivých látek kvalita $u_t = 1$ při mizíci

koncentraci škodlivých látek, $u_t = 0$ při dosažení horní mezní hodnoty koncentrace škodlivých látek, a mezi nimi je dána lineární závislost. Situační zhodnocení SB je nezávislé na akcích a_t . Pro zhodnocení k časovému bodu t a krok k časovému bodu $t+1$ vyplývá:

$$u_t = \sum u(r_i, s_t) \quad (\text{SB})$$

$$s_{t+1} = f(s_t, a_t) \quad (\text{PM})$$

Oproti známé funkci kvality, která slučuje stav systému, akce a optimalizační cíle, takže při změnách stavu musí být znovu zjišťována celková funkce kvality, zůstává u způsobu podle vynálezu model PM procesu zachován. Při numerické realizaci pomocí neuronové sítě to znamená, že při ztrátě informací z minulosti nemusí být celá neuronová síť při každé akci nově adaptována, což stojí kapacitu a čas počítače, nýbrž informace o modelu procesu zůstávají zachovány. V myšleném znázornění stavového prostoru, u kterého je každý stav s_t symbolizován bodem v mapě, přibývá na mapě počet bodů, aniž by se body ztrácely.

Ušetřený výkon počítače může být využit k tomu, aby se vypočítaly budoucí stavy systému, aby se tak místo lokální optimalizace dosáhlo globální optimalizace. K tomu se definuje celková kvalita Q , ve které jsou zohledněny kvality u_t pro více předem vypočítaných situačních zhodnocení SB. Při N předběžně spočítaných časových krocích vyplývá:

$$Q_N(s_t, a_t) = \sum_{n=1}^N u_{t+n}$$

Na základě předběžných výpočtů již není nutné pomocí modelu s náhodnou cestou nechat kotel samotný najíždět na různé stavy, aby se našly podmínky pro optimální proces spalování.

Aby se model PM procesu vytvořil, tak se pro síťovou architekturu nejdříve určí akční veličiny a stavové veličiny, které jsou k dispozici, včetně všech technických možných a za smysluplné pokládaných mezních hodnot, přičemž jsou výhodně uvažovány možnosti rozšíření. Pro měřitelné stavové proměnné se před zadáním do neuronové sítě definuje použitelná šumová filtrační funkce. Metodou optimálního plánování experimentu se navrhne výzkumný plán, který v hranicích mezních hodnot, pokládaných za smysluplné, zvolí několik stavů (cca 500). Kotel se nyní postupně za sebou uvede pomocí cílených regulačních akcí alespoň přibližně do těchto stavů, které se potom v neuronové síti uloží do paměti. Při tomto zkoumání je smysluplné po ovládací akci za regrese na v paměti uložené minulé hodnoty stavových proměnných, které se vyhladí a ohodnotí (poměr stavových veličin před, během a po regulační akci), vytvořit vícekanálovou časovou funkci, která potom může být využita k tomu, aby přivedla řádné změny stavu.

Vycházeje z tohoto inicializovaného modelu PM procesu, tak se v běžném provozu kotel optimálně reguluje, tím že se nejdříve v neuronové síti v závislosti na optimalizačních cílech r^i , vycházeje z aktuálního stavu, předem numericky vyhledají globální optimum systému a regulační akce, optimální pro dosažení tohoto cíle. Optimální regulační akce mohou být získány následovně: Vycházeje z aktuálního stavu s_t , se zjistí účinky různých akcí a^i , zejména změn signifikantních akčních veličin, to znamená, že se přes model PM procesu spočítají předem stavy s_{t+1}^i , a potom přes situační zhodnocení SB kvality u_{t+1}^i , popřípadě více časových kroků. Kvalita u_{t+1}^i , popřípadě celková kvalita Q^i , potom automaticky určí, která akční veličina má být změněna.

s_t	a^1	s_{t+1}^1	$u_{t+1}^1 \dots$	Q^1
	...	...	...	
	a^i	s_{t+1}^i	$u_{t+1}^i \dots$	Q^i
	...	...	...	

Jestliže jsou zjištěny optimální regulační akce a^i , tak regulační elektronika kotle tyto regulační akce a^i provede, například tím, že se jako akční veličina změní ovládaný přívod rozličných provozních látek. Přitom se v kotli stále provádí sběr a validace dat stavových proměnných, aby se prověřováním neuronové sítě zvyšovala hustota známých stavů s_t v mapě stavového prostoru.

Jestliže se po dosažení optima vyskytují další akce a_t , to znamená plánované regulační akce nebo neplánované poruchy, je žádoucí nová optimalizace pomocí popsanych kroků. Při tomto prověřování modelu PM procesu může být smysluplné nebo potřebné síťovou architekturu rozšířit, například pomocí rozšíření od mezních hodnot, pokládaných za smysluplné, k technicky možným mezním hodnotám, jestliže se při vyhledávání optima neuronová síť často dostává k mezní hodnotě, pokládané za smysluplnou. Pomocí signifikantní zkoušky se běžně zjišťuje, které akční veličiny mají největší vliv na stav systému, takže jejich změna se při vyhledávání optima zohlední přednostně, zejména jestliže je nutná větší změna stavu.

Principiálně by pro regulaci kotle stačilo, jestliže by se z akcí zohlednily (obvyklé) akční veličiny a ze stavových proměnných několik charakteristických parametrů procesu. Jestliže se ale také vyskytují poruchové veličiny, jako je například kolísající kvalita uhlí nebo opotřebení kotle K , které mají do procesu

modelu vstoupit jako zadání, je nutné pozorování vnitřku kotle, například pomocí pozorování plamene. V následujícím je popsáno několik příkladů použití.

V prvním případě použití probíhá regulovatelný proces spalování systému v topném kotli 1 tepelné elektrárny. Před kotlem 1 je zapojen mlýn 3 na uhlí, který mele uhlí, určené ke spalování, které se potom přivádí do kotle 1. Do kotle 1 se dále přivádí jádrový vzduch a vyfukovaný vzduch. Vznikající výstupní vzduch se vede z kotle ven. Početné senzory 5 na přívodech ke kotli 1, na odbočkách a na vnitřních stěnách kotle, například pro přiváděný vzduch a uhlí, pro koncentrace škodlivých látek ve výstupním vzduchu, teploty v kotli 1, charakteristiky plamene a podobné veličiny, měří relevantní parametry procesu. Pro čištění vnitřní stěny kotle je uspořádáno tak zvané kotlové dmychadlo 6, při jehož činnosti se spalují usedliny na stěnách kotle.

Senzory 7 jsou spojeny s počítačem 9, na který jsou napojena různá ovládací zařízení 13, čímž je vytvořen regulační okruh. Změnou akčních veličin, například proudu uhelné hmoty nebo proudu vzduchu, se ovlivňuje proces spalování, to znamená že se mění parametry procesu. Činnost ovládacích zařízení 13, jako například ventilu v přírodním vedení vzduchu, se v následujícím označuje jako akce. V počítači 9 je implementována sama se kalibrující a sama se učící, rekurentní nebo Time-Delayd neuronová síť výše popsaného druhu. Takto vytvořený systém se použije pro optimalizaci procesu spalování, to znamená že počítač 9 vyhodnocuje do něho přiváděné informace a adekvátně řídí ovládací zařízení 13.

Příkladně se uvedení kotlového dmychadla 6 v činnost zpracovává jako akce. K tomu se v inicializační fázi ověřuje, jak rychle se kotel 1 při různých druhích uhlí a zatěžovacích stavech znečistí a jak dobré jsou výsledky čištění po uvedení kotlového dmychadla 6 v činnost, v závislosti na různých časových

intervalech Δt mezi dvěma uvedenímí kotlového dmychadla 6 v činnost. Výsledek čištění může být definován pomocí různých akčních konsekvencí, například pomocí změny koncentrace C škodlivých látek ve výstupním vzduchu, normovaně k proudu množství vzduchu nebo změně stupně účinnosti.

Neuronová síť se tuto technickou stránku modelu znečišťování a čištění, to znamená formu konsekvencí pro dvě možné akce, totiž uvádět kotlové dmychadlo 6 v činnost či nikoliv, naučí. Doplnkově se neuronová síť pro model znečišťování a čištění naučí nákladovou stránku, to znamená pro použití kotlového dmychadla 6, například pomocí ztrát energie nebo prostojů se rovněž definují náklady, a to jak pro špatný stupeň účinnosti tak i pro překročení přípustných mezních hodnot škodlivých látek ve výstupním vzduchu.

Jestliže se neuronová síť model znečišťování a čištění naučila, může se uvádění kotlového dmychadla 6 v činnost použít pro regulaci procesu spalování. Vycházejí z aktuálních parametrů procesu, tak neuronová síť vyhodnotí, které konsekvence pro parametry procesu má uvádění nebo neuvádění kotlového dmychadla 6 v činnost, a jaké náklady z těchto obou případů vyplývají. V závislosti na předem daném intervalu Δt plánování se naintegrují náklady K pro oba případy. Na obr. 3 je integrál nákladů s uvedením kotlového dmychadla 6 v činnost šikmo vyšrafován a integrál nákladů bez uvedení kotlového dmychadla 6 v činnost je vyšrafován svisle. Počítač 9 se potom v závislosti na tomto zhodnocení rozhodne, zdali má být kotlové dmychadlo 6 uvedeno v činnost či nikoliv.

Jako další akční veličina se zpracovává velikost hrudek namletého uhlí, to znamená akcemi pro změnu této akční veličiny jsou různé ovládací procesy v řízeném mlýnu 3 na uhlí, které působí na jemnost namletého uhlí, například otáčky válců, úhel nastavení klapky, přítlačný tlak válců nebo teplota vynášeného

vzduchu. Příslušná ovládací zařízení jsou napojena na stejný počítač 9, ve kterém je implementována neuronová síť.

V inicializační fázi se adekvátně přezkušuje, jak se parametry procesu mění v závislosti na velikosti hrudek uhlí. Například může být na jednom (místně a) časově rozlišeném měření vyzařování plamenů v kotli 1 prováděna frekvenční analýza v prostoru místo - čas, například pomocí neuronové sítě Time-Delay nebo tak zvaných w-flats. Z tvaru, výšky, šířky a popřípadě posunutí špiček mohou být získány informace o fluktuaci a tím o velikosti hrudek uhlí, které způsobují tyto fluktuace v obrazu plamene.

Neuronová síť se tento model mlýna, získaný z inicializační fáze, naučí, a v provozu ho vylepšuje pomocí poznatků, zprostředkovaných senzory 7. Jako další informační zdroj je v mlýnu 3 na uhlí nainstalováno pro kalibraci měřicí zařízení, například (speciální) videokamera, jako je například CCD - kamera, hloubkové snímací měřicí zařízení nebo měřicí zařízení pro strukturu zkušebních vzorků, které při každém uvedení mlýnu 3 na uhlí do klidu, například u příležitosti údržbářských prací, poskytne zprávu o stavu, která se potom v počítači 9 podrobí znakové analýze, zejména s ohledem na opotřebení. Takto získané informace se korelují s jinými informacemi o procesu spalování a jsou k dispozici pro učící se proces neuronové sítě. Model mlýna se proto rovněž používá k regulaci procesu spalování.

Regulace může v modifikované podobě zahrnout - kromě obvyklých akčních veličin - model znečišťování a čištění kotlovým dmychadlem 6, ale bez zohlednění velikosti hrudek uhlí, nebo model mlýna bez kotlového dmychadla 6.

U dalšího příkladu provedení se v kotli 1 pece na spalování odpadu běžně zjišťuje proces spalování pomocí více senzorů 5, například kamerou 7, která

snímá obraz plamene, a senzory 8 odpadního plynu, které zjišťují plynné produkty spalování. Různé senzory 5 jsou napojeny na počítač 9, ve kterém je implementována neuronová síť výše uvedeného druhu, která ze signálů senzorů 5 zjišťuje stav pece na spalování odpadu. Tento stav se zobrazuje na monitoru, například mezi jiným jako živý obraz.

Aby se proces spalování dal regulovat, například s ohledem na co možná nejnižší koncentraci škodlivých látek v produktech spalování, může počítač 9 řídit různá ovládací zařízení 13, která například definují přívod vzduchu nebo přívod doplňkového paliva. Změnou těchto akčních veličin, vypočítanou počítačem, se potom mění stav v kotli 1.

Kromě uvedených "online" pracujících senzorů 5 je jako "offline" pracující senzor uspořádáno zařízení 15 na odebírání zkušebních vzorků s napojeným vyhodnocovačem 17 zkušebních vzorků. Jestliže počítač 9 zjistí, že se stav v kotli 1 blíží kritickému stavu a další data pro strategii regulace jsou tomu nápomocna, tak počítač 9 k jím stanovenému časovému bodu vydá signál pro uvedení zařízení 15 na odebírání zkušebních vzorků v činnost.

V nejjednodušším případě se zařízení 15 na odebírání zkušebních vzorků po vyskytnutí se povelu k odebrání na monitoru 11 ovládá manuálně a sejmutý zkušební vzorek se přivede do vyhodnocovače 17 zkušebních vzorků. V automatické verzi se zařízení 15 na odebírání zkušebních vzorků, řízené počítačem 9, ovládá strojně a sejmuté zkušební vzorky se automaticky přivádějí do vyhodnocovače 17 zkušebních vzorků. Ve všech případech poskytuje vyhodnocovač 17 zkušebních vzorků výsledek vyhodnocení, výhodně chemické analýzy, do počítače 9, který data použije v procesu regulace.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob regulace termodynamického procesu, zejména procesu spalování, při kterém se měří stav (s_t) systému, porovnává se s optimalizačními cíli (r_i), a pro regulaci se v systému provádějí vhodné regulační akce (a_i), **vyznačující se tím**, že se zjišťuje model (PM) procesu, nezávislý na optimalizačních cílech (r_i), který popisuje účinky akcí (a_t) na stav (s_t) systému, a situační zhodnocení (SB), nezávislé na modelu (PM) procesu, hodnotí pomocí funkcí (u_t) kvality stav (s_t) systému vzhledem k optimalizačním cílům (r_i).
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se před skutečným provedením regulačních akcí (a_i) v systému numericky vypočítají s modelem (PM) procesu účinky různých regulačních akcí (a_i) na stav (s_t) systému a zhodnotí se situačním zhodnocením (SB), a potom se v systému provedou optimální regulační akce (a_i).
3. Způsob podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že se s předstihem několika časových kroků (t) vypočítají účinky různých regulačních akcí (a_i) na stav (s_t) systému a zhodnotí se celková kvalita (Q).
4. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že model (PM) procesu se průběžně zjemňuje informacemi z průběžných měření stavu (s_t) systému.
5. Způsob podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že výsledky průběžných měření se před zadáním do modelu (PM) procesu podrobí šumovému filtru.
6. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že model (PM) procesu se ukládá do paměti v neuronové síti, která se průběžně přezkuzuje.

7. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že před začátkem trvalého provozu systému se provede pro inicializaci modelu (PM) procesu zkoumání několika zvolených stavů (s_t) systému.
8. Způsob podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že zkoumání zohlední vyhlazenou a ohodnocenou časovou reakci systému na regulační akci (a^i).
9. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že funkce (u_t) kvality se nastaví po regulacích Fuzzy-Logik.
10. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že se při regulaci procesu spalování v kotli (1), vytápěném pevným palivem, použijí jako akční veličiny uvedení kotlového dmychadla (6) v činnost a/nebo velikost hrudek paliva.
11. Způsob podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že proces spalování, probíhající v kotli (1), se průběžně snímá alespoň jedním senzorem (5) a vyhodnocuje počítačem (9), napojeným na senzor (5), a pomocí zařízení (15) na odebírání zkušebních vzorků se odebírá z pece (1) zkušební vzorek, přičemž okamžik pro uvedení zařízení (15) na odebírání zkušebních vzorků do činnosti stanovuje počítač (9).
12. Zařízení k provádění způsobu podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zahrnuje senzory (5) pro měření stavu (s_t) systému, počítač (9) pro použití modelu (PM) procesu k situačnímu zhodnocení (SB) a zpětnou vazbu na systém pro provádění regulačních akcí (a^i).

1 / 2

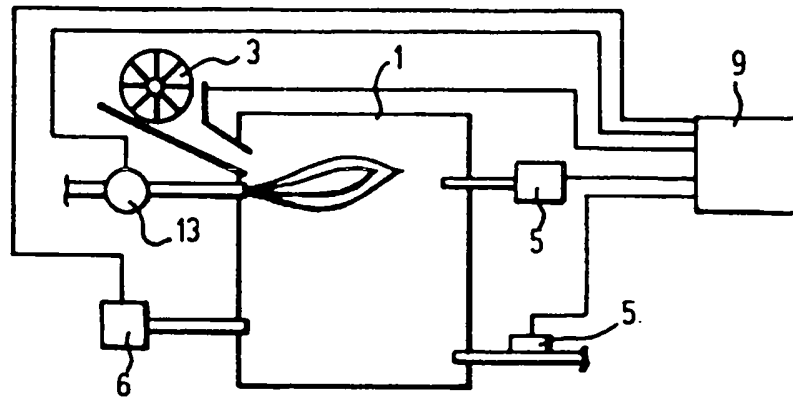


Fig.1

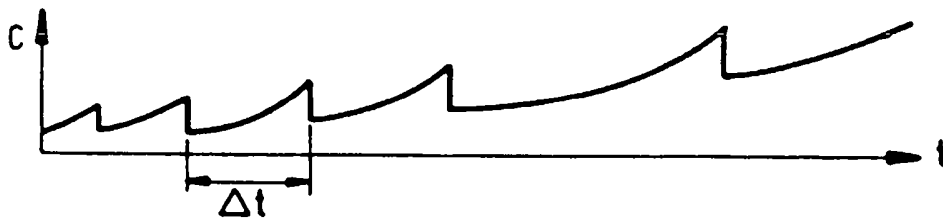


Fig.2

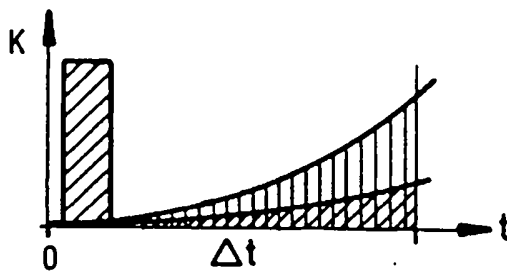


Fig.3

2 / 2.

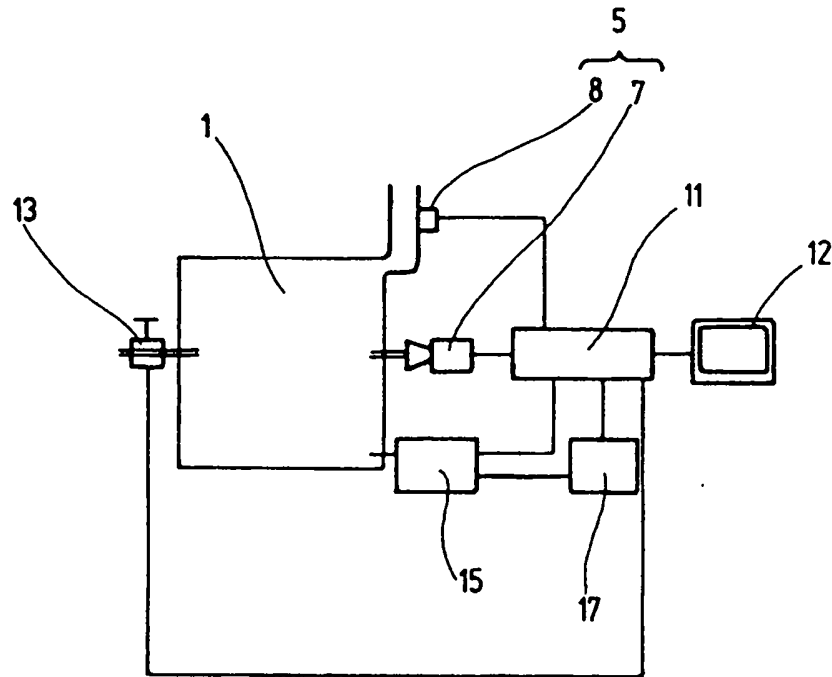


Fig.4