



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

258398

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 01 S 3/00
G 01 T 1/16
H 01 L 31/10

(22) Přihlášeno 06 01 87

(21) PV 130-87.W

(40) Zveřejněno 15 01 88

(45) Vydáno 14 04 89

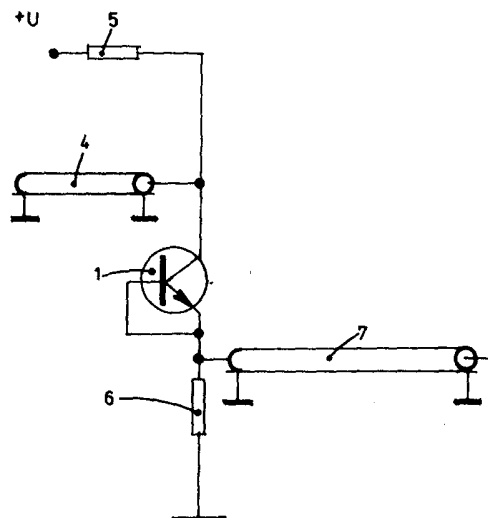
(75)

Autor vynálezu

PROCHÁZKA IVAN ing. CSc., PRAHA

(54) Detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů

Detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů sestává ze spínacího křemíkového tranzistoru, propojeného s elektrickými součástmi a opatřeného v horní části pouzdra matnicí. Ke kolektoru tranzistoru je připojen odpor a k emitoru tranzistoru je připojen jedním koncem střední vodič dalšího koaxiálního kabelu, jehož vodič je uzemněn a opačný konec tvoří výstup zařízení. Emitor tranzistoru je dále uzemněn přes další odpor, přičemž báze a emitor tranzistoru jsou navzájem vodivě propojeny. Ke kolektoru tranzistoru je buď připojen jednou svorkou kondenzátor, jehož druhá svorka je uzemněna, nebo je k němu připojen jedním koncem střední vodič koaxiálního kabelu, jehož vnější vodič je uzemněn a opačný konec je otevřen. Detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů je využitelný v laserové technice a v měřicí technice.



Obr. 2

Vynález se týká zařízení pro detekci záření laseru ve formě sledů ultrakrátkých pulsů a současně řeší problém amplitudové diskriminace s velmi malým časovým rozptylem.

Dosud jsou známa různá uspořádání pro tyto účely, například obvod skládající se z rychlé fotodiody, jejíž výstupní signál je veden koaxiálním kabelem a zpracován amplitudovým diskriminátorem. Tento obvod však neumožňuje detekovat sled ultrakrátkých světelných impulsů se vzájemnou vzdáleností jednotky ns s časovým rozptylem menším než 300 ps, průchozí zpoždění obvodu je větší než desítky ns, také výroba zařízení je složitá, vyžaduje speciální elektronické součásti, cena zařízení je vysoká a zařízení je citlivé na vnější rušivé elektromagnetické pole. Dále je znám obvod skládající se z rychlé fotodiody, jejíž signál je amplitudově diskriminován bezprostředně navazujícím monostabiálním klopným obvodem s tunelovou diodou.

Tento obvod však neumožňuje detekovat sled ultrakrátkých světelných impulsů se vzájemnou vzdáleností jednotky ns s časovým rozptylem menším než 150 ps, průchozí zpoždění obvodu je 5 ns, nastavení obvodu je obtížné a přetížení obvodu vstupním signálem 10 x silnějším, než je minimální detekovatelný, obvod poschodí. Dále je znám Austonův elektrooptický spínač, což je prvek tvořený polovodičovým krystalem, který je součástí výstupního páskového vedení.

Tento spínač umožňuje detekovat sled ultrakrátkých světelných impulsů se vzájemnou vzdáleností jednotky ns s časovým rozptylem jednotky až desítky pikosekund v závislosti na délce vstupních optických pulsů, průchozí zpoždění je menší než 1 ns, napájecí napětí převyšuje 1 000 voltů, což klade nároky na konstrukci zařízení a napájecí zdroje, amplituda výstupních elektrických pulsů dosahuje 1 000 voltů, pro použití v měřicí technice je nutno signál zeslabovat více než 25krát, což komplikuje zařízení a vede ke zhoršení tvaru výstupního pulsu a výroba zařízení vyžaduje speciální postupy, cena zařízení je vysoká.

Jako vysvětlivku je možné uvést, že průchozí zpoždění je časový interval mezi dopadem detekovaného světelného pulsu a generací elektrického pulsu na výstupu diskriminátoru, časový rozptyl je rozptyl průchozího zpoždění. Uváděny jsou hodnoty odpovídající středním kvadratickým odchylkám naměřených intervalů.

Uvedené nedostatky odstraňuje detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů, sestávající ze spínacího křemíkového tranzistoru, propojeného s elektrickými součástmi a opatřeného v horní části pouzdra matnicí, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že ke kolektoru tranzistoru je připojen odpor a k emitoru tranzistoru je připojen jedním koncem střední vodič dalšího koaxiálního kabelu, jehož vnější vodič je uzemněn a opačný konec tvoří výstup zařízení, a emitor tranzistoru je dále uzemněn přes další odpor, přičemž báze a emitor tranzistoru jsou navzájem vodivě propojeny.

Ke kolektoru tranzistoru může být buď připojen jednou svorkou kondenzátor, jehož druhá svorka je uzemněna, nebo k němu může být připojen jedním koncem střední vodič koaxiálního kabelu, jehož vnější vodič je uzemněn a opačný konec je otevřen.

Vyšší účinek detektoru podle vynálezu ve srovnání s detektory používajícími na vstupu rychlé fotodiody je v tom, že dosahuje navrhovaný výrazně lepších parametrů, například průchozí zpoždění je nejméně 5krát nižší, časový rozptyl je nejméně 5krát nižší, lepší odolnost vůči rušivým elektromagnetickým polím, dále jednodušší konstrukce, jednodušší nastavení a uvádění do chodu a nižší cena. Popsaný detektor podle vynálezu dosahuje srovnatelných hodnot průchozího zpoždění a časového rozptylu jako Austonův elektrooptický spínač, ve srovnání s ním má však výhody například jednodušší konstrukci a výrobu, nižší napájecí napětí a nižší cenu.

Vynález se jeho účinky jsou blíže vysvětleny v popisu příkladů jeho provedení podle přiložených výkresů, kde obr. 1 znázorňuje schematicky křemíkový tranzistor u detektoru pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů podle vynálezu, obr. 2 a 3 znázorňují schematicky

dvě varianty celkového uspořádání detektoru pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů podle vynálezu a obr. 4 znázorňuje závislost intenzity laserového záření dopadajícího na detektor na čase a také závislost amplitudy výstupního napětí detektoru na čase, obojí pro detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů podle vynálezu.

Detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů podle vynálezu je elektrooptický lavinový spínač tvořený upraveným spínacím křemíkovým tranzistorem 1, který je použit k novému účelu. Je použit jako lavinový spínač spínaný světlem. Úprava tranzistoru 1 spočívá v odstranění horní části 3 pouzdra a jejím nahrazení skleněnou matnicí 2. Úprava tranzistoru 1 je naznačena na obr. 1.

Původní pouzdro tranzistoru 1 je v horní části 3 ubroušeno a vzniklý otvor je překryt matnicí 2. Schéma zapojení detektoru je na obr. 2. V kolektoru tranzistoru 1 je zapojen střední vodič koaxiálního kabelu 4, vnější vodič tohoto kabelu je uzemněn, opačný konec je otevřený. Kladné napájecí napětí U je přivedeno do kolektoru tranzistoru 1 přes odpor 5. Emitor tranzistoru 1 je uzemněn přes další odpor 6. Výstupní puls se odebírá z emitoru tranzistoru dalším koaxiálním kabelem 7, jehož vnější vodič je uzemněn. Báze tranzistoru 1 je spojena s emitorem.

Alternativně může být koaxiální kabel 4 nahrazen kondenzátorem 8, jehož jeden konec je připojen ke kolektoru tranzistoru 1 a druhý konec je uzemněn, podle obr. 3.

Laserové záření odpadá na matnici 2, je jí rozptylováno a dále dopadá na systém tranzistoru 1. Tranzistor 1 sepne jako spínač v lavinovém režimu a vybijí náboj v koaxiálním kabelu 4 do zátěže tvořené dalším odporem 6 a výstupním dalším koaxiálním kabelem 7. Poklesne-li proud tekoucí tranzistorem 1 pod minimální nutnou přídržnou hodnotu, tranzistor 1 rozepne a koaxiální kabel 4 se znovu nabíjí přes odpor 5 ze zdroje na napětí $+U$.

Detektor pro laser se sledem ultrakrátkých pulsů podle vynálezu detekuje první ze sledu ultrakrátkých pulsů, jehož amplituda převyší nastavenou úroveň, s časovým rozptylem typicky 30 pikosekund a průchozím zpožděním menším než 1 nanosekunda. Časový průběh detekce je znázorněn na obr. 4. Horní křivka je závislost intenzity E laserového záření dopadajícího na detektor na čase t . Dolní křivka a je závislost amplitudy výstupního napětí u detektoru na čase t . Křivka b je závislost amplitudy výstupního napětí u detektoru na čase t pro alternativní zapojení detektoru. Detektor detekuje druhý puls, jehož amplituda převýšila úroveň spouštění h .

Energie laserového pulsu potřebná k sepnutí spínače, to je k funkci detektoru, je 10 mikroJoule. Bez zhoršení parametrů je možné použít detektoru i k detekování signálů až 100krát silnější než je uvedené minimum. Detektor je možno použít v rozsahu vlnových délek laserového záření 400 až 1 100 nm. Zařízení není citlivé na přetížení optickým signálem; bez poškození snese přetížení až 10 000 násobné. Funkce detektoru není závislá na fluktuacích rozložení intenzity záření uvnitř laserového svazku.

Výstupní signál detektoru je kladný elektrický impuls o amplitudě typicky 25 V s velmi strmou náběžnou hranou, respektive čelem, impulsu 1 ns. V jedné třetině amplitudy pulsu je strmota nárůstu pulsu větší než 10 mV/ps. Délku výstupního pulsu je možné měnit v rozmezí 1 až 200 nanosekund změnou délky koaxiálního kabelu v kolektoru tranzistoru v rozmezí 0,1 až 20 metrů. Délka výstupního pulsu detektoru v alternativním zapojení je 5 až 500 ns při velikosti kapacity v rozsahu 30 až 300 pF.

Zařízení je velmi odolné vůči rušivým elektromagnetickým polím, může bez zhoršení parametrů pracovat v těsné blízkosti zdrojů intenzivního rušení jakými jsou výbojky pulsních laserů, spínací jiskřiště a jiné. Zařízení má velmi malé rozměry a jednoduchou konstrukci, je možno jej umístit přímo do laserové hlavičky.

Ověření funkce detektoru je možné prostým zvýšením napájecího napětí na hodnotu, při které dojde k vlastním kmitům lavinového spínače. V tomto nastavení generuje obvod elektrické pulsy stejného průběhu, jako při detekci laserového záření. Nastavení optimálního pracovního napětí se provede tak, že minimální napětí, při kterém dochází k vlastním kmitům, se sníží o deset procent. Intenzita dopadajícího záření se snižuje neutrálními optickými filtry před detektorem. Při zeslabení optického signálu pod 1 mikroJoule detektor funguje jako rychlá fotonka se šířkou pásma 700 MHz a může být použit ke sledování průběhu sledu laserových pulsů na osciloskopu.

P ř í k l a d 1

Navrhovaný detektor podle vynálezu byl sestaven podle zapojení vyznačeném na obr. 2. Bylo na něj použito jako tranzistoru 1 tranzistor KSY62A, upravený tak, jak je popsáno výše, jako koaxiálního kabelu 4 koaxiální kabel o impedanci 50 Ohmů, délky 0,5 m s plným PVC dielektrikem jako odporu 5 odpor M1, jako dalšího odporu 6 odpor 56 Ohmů, bezindukční a jako dalšího koaxiálního kabelu 7 koaxiální kabel o impedanci 50 Ohmů pro výstup pulsů. Napájecí napětí +U bylo nastaveno individuálně pro každý z použitých tranzistorů v rozmezí +70 až +90 V. Detektor detekoval laserové impulsy ze sledu ultrakrátkých pulsů generovaných laserem Nd YAP pracujícím v režimu pasivní synchronizace módů. Délka ultrakrátkých pulsů byla 12 ps, intervaly mezi pulsy 2 ns.

Detektor podle vynálezu dosáhl průchozí zpoždění menší než 1 ns, časový rozptyl menší než 30 pikosekund, amplitudu výstupního pulsu 25 voltů a délku výstupního pulsu 5 ns.

P ř í k l a d 2

V alternativní variantě byl detektor sestaven podle obr. 3, bylo na něj použito jako tranzistoru 1 tranzistor KSY62A, upravený tak, jak je popsáno výše, jako kondenzátoru 8 rychlý kondenzátor o kapacitě 30 pF, jako odporu 5 odpor M1, jako dalšího odporu 6 odpor 56 Ohmů, bezindukční a jako dalšího koaxiálního kabelu 7 koaxiální kabel o impedanci 50 Ohmů pro výstup pulsů. Délka výstupního pulsu byla 5 ns, tvar výstupního pulsu je na obr. 4, křivka b. Všechny ostatní vlastnosti detektoru jsou shodné s původní variantou s koaxiálním kabelem 4. Parametry výstupního pulsu detektoru byly měřeny číslicovým osciloskopem se šířkou 400 MHz a časovým rozlišením 10 pikosekund na kanál. Hodnoty průchozího zpoždění a časového rozptylu byly měřeny třemi nezávislými metodami s pomocí uvedeného číslicového osciloskopu, dále rychlé kamery s časovým rozlišením 10 ps a ekvivalentní šířkou pásma 40 GHz a dále pomocí měřiče časových intervalů s rozlišením 10 ps. Hodnoty naměřené jednotlivými metodami se shodují v rozsahu měřicích chyb.

Použití detektoru podle vynálezu bylo ověřeno v laserovém družicovém dálkoměru pro detekci vysílaného laserového záření. Použití detektoru vedlo ke zvýšení přesnosti měření vzdálenosti dálkoměru z 8 na 4,5 c. Detektor byl dále použit v laserových laboratořích při vývoji nových pevnolátkových laserů pro spouštění rychlé kamery. Použitím tohoto detektoru výrazně stoupla výtěžnost měření rychlou kamerou, neboť na rozdíl od dříve užívaných detektorů, byla kamera vždy spuštěna ve stejný okamžik vzhledem ke sledu ultrakrátkých pulsů. Pro dosažení stejného efektu bylo třeba dosud používat velmi složitého zařízení pro vydělení jediného ultrakrátkého pulsu ze sledu. Detektor byl dále úspěšně použit ke spouštění vydávající laserových pulsů.

Ve všech uvedených použitích byl přínosem malý časový rozptyl, malé průchozí zpoždění, strmý nárůst čela výstupního pulsu a amplituda výstupního pulsu. Detektor byl použit na vlnových délkách 532, 534, 1 064 a 1 079 nm bez změny dosažených parametrů.

Detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů podle vynálezu je využitelný v laserové technice a v měřicí technice.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

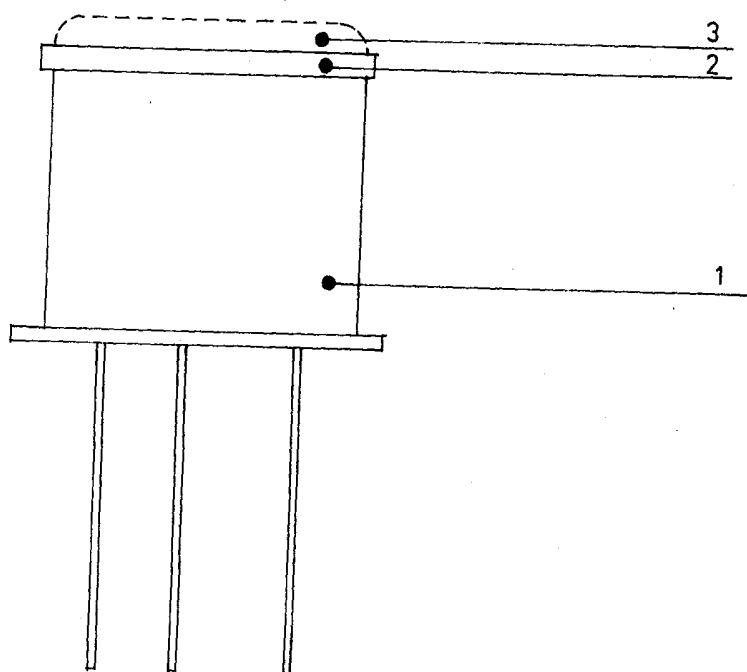
1. Detektor pro lasery se sledem ultrakrátkých pulsů, sestávající ze spínacího křemíkového tranzistoru, propojeného s elektrickými součástmi a opatřeného v horní části pouzdra matnicí, vyznačující se tím, že ke kolektoru tranzistoru (1) je připojen odpor (5) a k emitoru tranzistoru (1) je připojen jedním koncem střední vodič dalšího koaxiálního kabelu (7), jehož vnější vodič je uzemněn a opačný konec tvoří výstup zařízení, a emitor tranzistoru (1) je dále uzemněn přes další odpor (6), přičemž báze a emitor tranzistoru (1) jsou navzájem vodivě propojeny.

2. Detektor podle bodu 1, vyznačující se tím, že ke kolektoru tranzistoru (1) je připojen jednou svorkou kondenzátor (8), jehož druhá svorka je uzemněna.

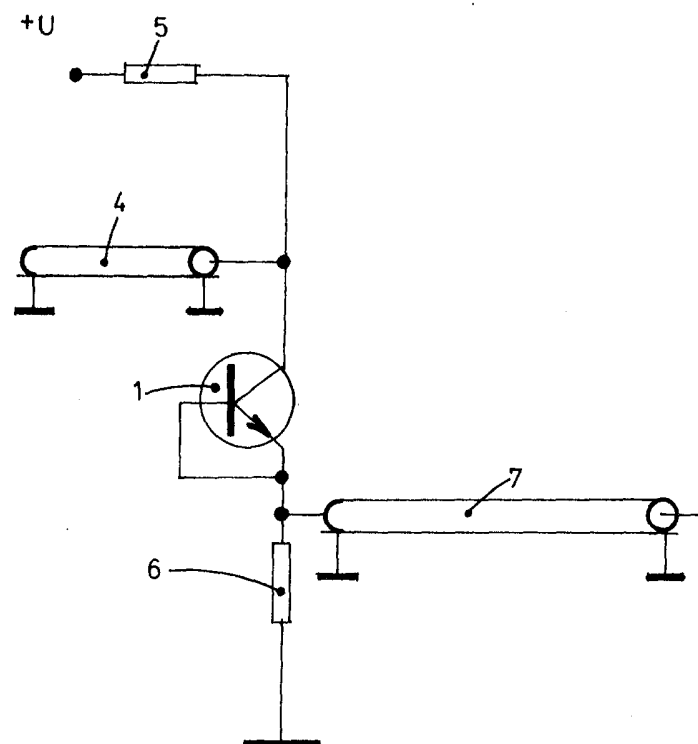
3. Detektor podle bodu 1, vyznačující se tím, že ke kolektoru tranzistoru (1) je připojen jedním koncem střední vodič koaxiálního kabelu (4), jehož vnější vodič je uzemněn a opačný konec je otevřen.

4 výkresy

258398

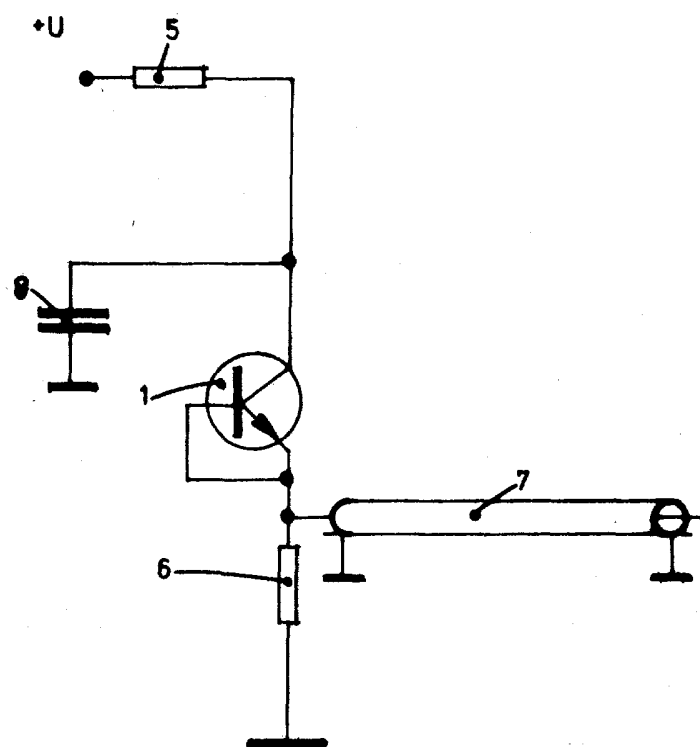


Obr. 1



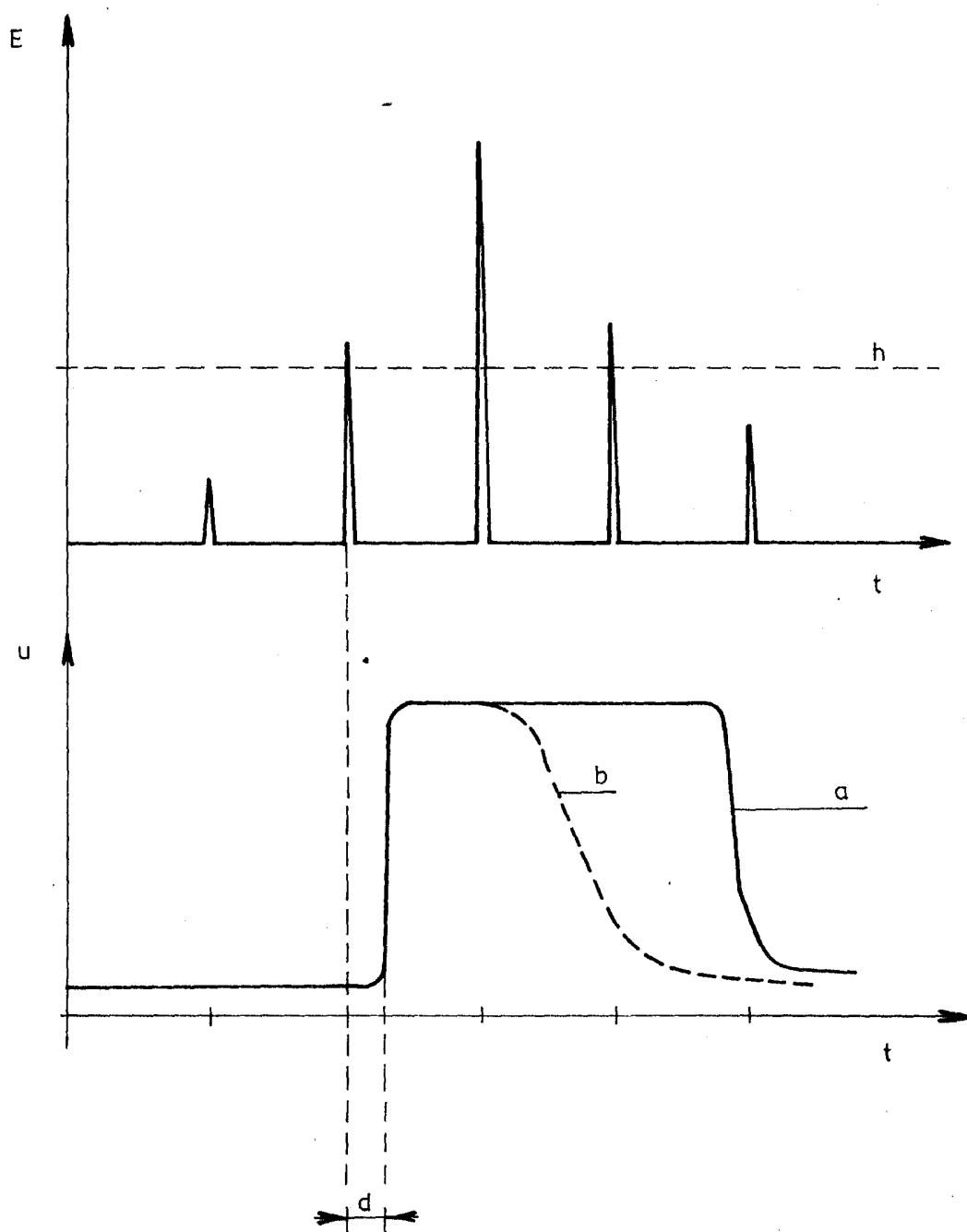
Obr. 2

258398



Обр. 3

258398



Obr.4