

## • FOTOELEKTRICKÝ RIADENÉ ZARIADENIE PRE AUTOMATIZOVANIE HRÁŠKOVEJ LINKY

KAROL JANKO

Všeobecné zvýšenie životnej úrovne kladie na výrobu neustále sa zvyšujúce požiadavky. Zo zvyšovania množstva a akosti vyrobeného tovaru vyplývajú vysoké nároky na zariadenia, ktorých výroba používa, najmä na strojové vybavenie. Zvýšiť množstvo vyrobeného tovaru však nemožno bez dôsledného zvyšovania produktivity práce a preto neustále rastie dôležitosť automatizácie, ako najvyššieho stupňa mechanizácie.

Ak zisťujeme, aký stupeň mechanizácie a automatizácie dosiahli jednotlivé výrobné odvetvia, musíme konštatovať, že je to práve potravinársky priemysel, ktorý bol v tomto smere najviac zanedbaný. Najväčší podiel manufaktúry v pravom zmysle slova nachádzame práve v tomto veľmi dôležitom výrobnom odvetví.

V odbore konzervácie potravín je najpokrokovejšou metódou zmrazovanie. Mraziarenský priemysel už svojou podstatou potrebuje moderné strojové zariadenie, ktoré by bolo už v značnej miere zautomatizované. Realizáciu tejto požiadavky umožňuje fakt, že výroba chladiarenských zariadení v našej vlasti patrí medzi najlepšie.

Konzervácia potravín chladením potrebuje lepšiu prípravu surovín ako konzervovanie teplou cestou. V tomto smere treba v mraziarensko-konzervarenskom priemysle veľa doháňať. Zavádza sa síce postupne vo zvýšenej miere mechanizácia, ale automatizácia je ešte len v začiatkoch. Požiadavka značného zvýšenia produktivity práce si aj tu vyžaduje zavedenie automatizácie výrobných procesov, o čom svedčí aj tendencia automatizácie tejto výroby v zahraničí.

Jedným z najobľúbenejších mrazených produktov je mrazený zelený hrášok. Kvalita tohto výrobku závisí nielen od spôsobu zmrazovania a jeho uskladňovania, ale v značnej miere aj od jeho prípravy pred zmrazovaním. V poslednom čase môžeme pozorovať určitý pokrok, vďaka zavedeniu mechanizácie, ale značné a veľmi potrebné zvýšenie produktivity dosiahneme len zautomatizovaním celého výrobného procesu. V tomto smere vo Výskumnom ústave mraziarenskom v Bratislave sa urobil výskum a ako výsledok týchto prác vznikol návrh na automatizovanú výrobnú linku pre mrazený zelený hrášok.

Podľa technologického procesu u zeleného hrášku ako najvýhodnejšie miesto pre umiestnenie základného riadiaceho prvku sa ukázala nádrž na flotačné pranie hrášku po veľkostnom vytriedení. Z tohto miesta môžeme v závislosti od množstva vytriedeného hrášku a pri zachovaní daného technologického postupu a kontinuálnosti riadiť celú výrobnú linku vyhovujúcim spôsobom. Na tento účel sme použili fotobunky, a to z týchto dôvodov:

Vymýtaný a vyčistený zelený hrášok padá podľa veľkosti do nádrží, ktoré sú naplnené vodou. Hladina tejto vody, sa udržiava prepadom. Voda prúdi mierne a sa znečisťuje jednak vyplavenými drobnými nečistotami a jednak vylúhovaným škrobom a cukrom. Hrášok, ktorý padá z triedičového bubna do vody, klesá svo-

jou vlastnou váhou na kónusové dno nádrže a tu sa nahromadi. Na dne nádrže je otvor, uzatváraný motorickou klapkou, cez ktorú sa hrášok dopravuje pomocou čerpadla potrubím do odlučovača vody a do blanšéra na ďalšie spracovanie. Flotačná nádrž je troj- alebo viacdielna podľa toho, na koľko veľkostných tried bol hrášok roztriedený. Každá nádrž sa uzatvára samostatným motorickým ventilom, pričom všetky nádrže ústia do toho istého potrubia. Čerpadlo je spoločné pre všetky nádrže. Aby bol hrášok roztriedený do jednotlivých veľkostných tried a pri ďalšom spracovaní od seba oddelený, prečerpáva sa postupne s dodržaním minimálneho časového odstupu. Riadiacou veličinou celého ďalšieho postupu spracovania je teda hladina hrášku pod vodou.

Bolo treba vyriešiť spoľahlivé a pritom jednoduché a z hľadiska technológie nezávadné meranie výšky hladiny hrášku pod vodou. Nakoľko skutočnosť, že sa hladina sypkého materiálu musí merať pod konštantnou hladinou vody, vopred vylúčila všetky spôsoby mechanické, zostali len možnosti elektrického merania. Podmienka jednoduchosti však vylúčila všetky chůlostivé spôsoby elektrického merania ako napr. merania rozdielu dielektrickej konštanty, podmienka nezávadnosti zasa všetky možnosti merania s použitím priameho prechodu elektrického prúdu alebo žiarenia. Po uvážení všetkých daných možností sa javilo ako najlepšie používať zatienenie svetelného zväzku, teda cesta opticko-elektrická, s použitím fotoelektrických zariadení, fotobuniek. Pokusy, ako aj uskutočnená automatika pre výrobnú linku mrazeného zeleného hrášku v Bratislave dokázali, že môžeme tento spôsob riešenia považovať t. č. za najvýhodnejší.

Praktické vyhotovenie fotoelektrického snímača sa skladá:

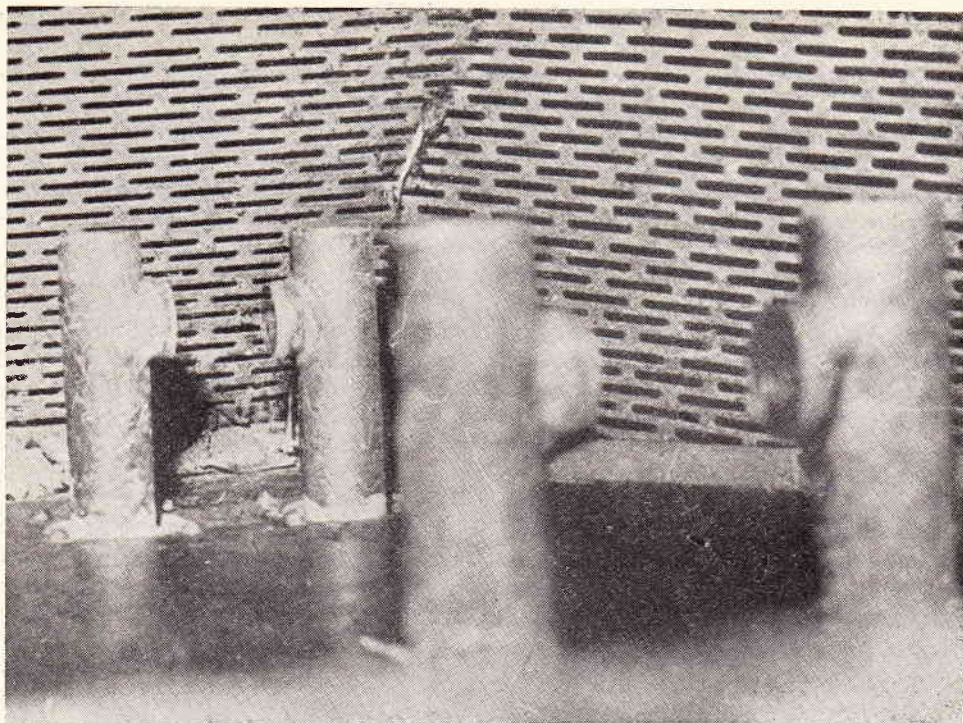
1. z osvetľovacieho telesa so žiarovkou,
2. zo snímača s fotobunkou a
3. z elektrónkového obvodu.

1. Osvetľovacie teleso sa vyhotovilo tak, aby bolo bezpečne vodotesné. V pokusnom zariadení sa vyhotovilo zo železnej rúrky, na boku ktorej sme umiestnili okienko o priemere asi 15 mm, zakryté brúseným sklom, ktoré sme prilepili k okienku epoxydovým lepidlom. Celé teleso sme natreli epoxydovým lepidlom (Epoxy 1200), ktoré vytvorilo dokonalú ochranu kovového telesa proti korodovaniu. Osvetľovacie teleso sme priskrtykovali do otvoru v boku nádrže. Upevnenie a vyhotovenie tohto osvetľovacieho telesa vidíme na obr. 1.

Ako zdroj svetla sme použili žiarovku pre signálne svetlo v autobusoch 24 V, 0,3 A, ktorá za účelom zvýšenia prevádzkovej spoľahlivosti a predĺženia životnosti bola žhavená len napätím 20 V. Na zvýšenie intenzity svetla sme vnútornú stenu osvetľovacieho telesa za žiarovkou pokryli hliníkovou fóliou.

2. Snímač sme vyhotovili tak isto, ako osvetľovacie teleso, len namiesto žiarovky sme za okienkom umiestnili fotobunku. Snímač bol vzdialený od osvetľovacieho telesa 70 mm. Vyhotovenie snímača ako aj vzájomné umiestnenie osvetľovacieho telesa a snímača v pokusnej úprave na boku nádrže, a to pre najnižšiu a najvyššiu hladinu vidíme z obr. 1.

Pre definitívnu úpravu kompletného snímača sa javí výhodnejšie umiestniť tak osvetľovacie teleso ako aj snímač na spoločnom držáku tak, ako je znázornené na obr. 2. Týmto vyhotovením získame aj tu možnosť, že podľa potreby môžeme ľubovoľne meniť výšku snímanej hladiny ako aj možnosť používať celé zariadenie pre iné nádrže a ciele, bez potreby nádrže prevrátať alebo ináč upraviť. V tomto prípade je elektrónkový obvod umiestnený vo vodotesnej kovovej krabici na konci



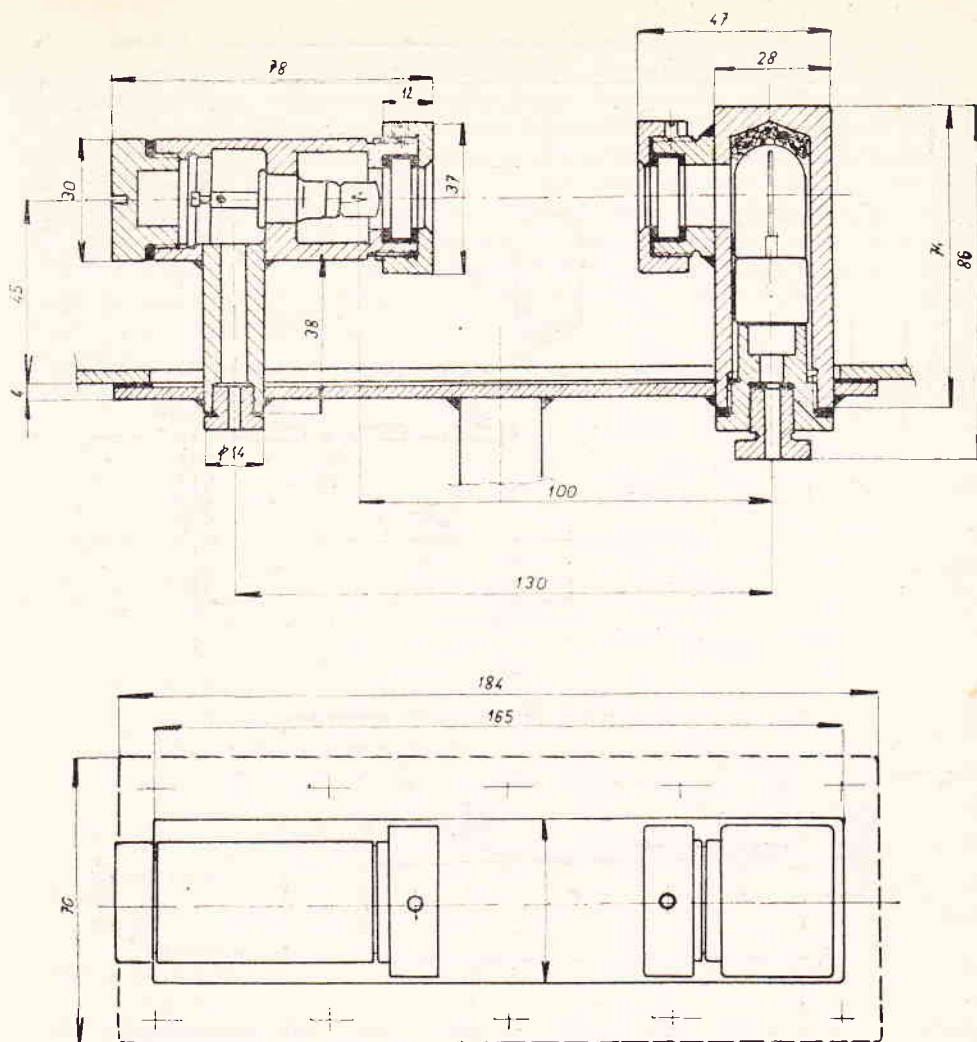
Obr. 1.

spoločnej držiakovej rúrky, ktorá má potrebnú dĺžku. V pokusnej úprave bol elektrónkový obvod umiestnený len na telese snímača.

Ako fotobunku v pokusnej aparátúre sme použili plynom plnenú fotónku typu Tungsram 221, citlivú v oblasti infračervených kmitočtov svetelného spektra. Môže sa však použiť hociaká plynom plnená, vákuová alebo polovodičová fotónka, ktorá má potrebnú citlivosť aspoň 150 mikroamp./lumen, aby jednak bola zaručená spoľahlivá funkcia s pomerne slabým zdrojom svetla a jednak pre značné zakaľenie vody.

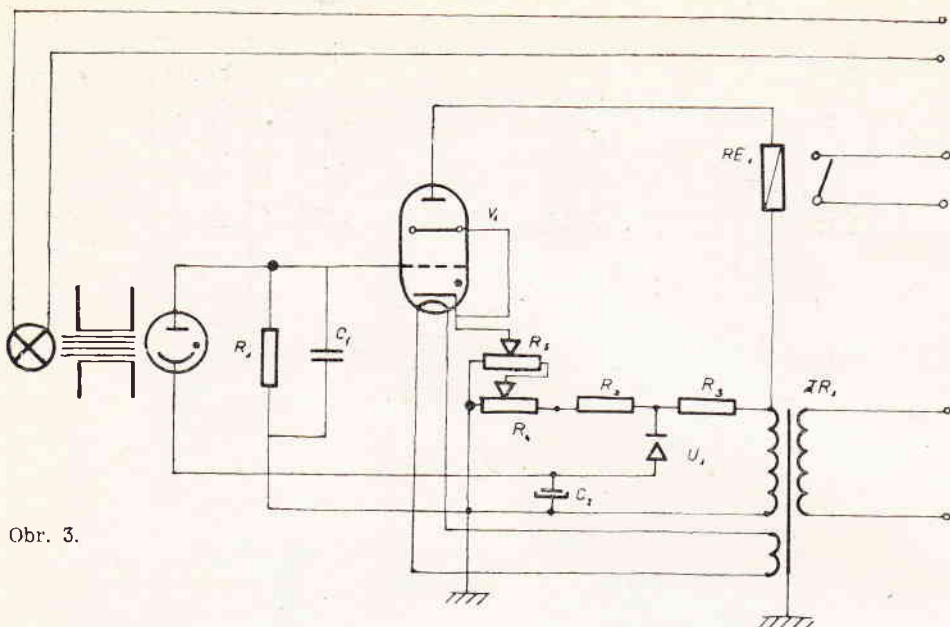
3. Elektrónkový obvod sa skladá z elektrónky, zapojenej ako elektrónkové relé, z odporov, kondenzátorov a z elektromagnetického relé. V pokusnej úprave sme použili miniatúrny tyratrón Tesla 21 TE 31 a telefónne relé s odporom cievky 5 K, ako vidíme na obr. 3. Anódový obvod tyratrónu je napájaný z transformátora TR1 striedavým napätím 110 V cez vinutie relé RE1. Mriežka tyratrónu je spojená s katódou cez vysoký zvodový odpor R1, ktorý tvorí súčasne aj pracovný odpor fotónky. Katóda tyratrónu dostáva cez delič R2—R5 záporné predpätie, ktoré sa môže nastaviť odpormi R4 hrubo a R5 jemne, a tým sa nastaví aj základná citlivosť elektrónkového relé. Fotónka je napájaná rovnosmerným napätím z deliča R2, R3 a R4 cez polovodičový usmerňovač U1 napätím asi 80 V. Toto napätie je vyhladené kondenzátorom C2.



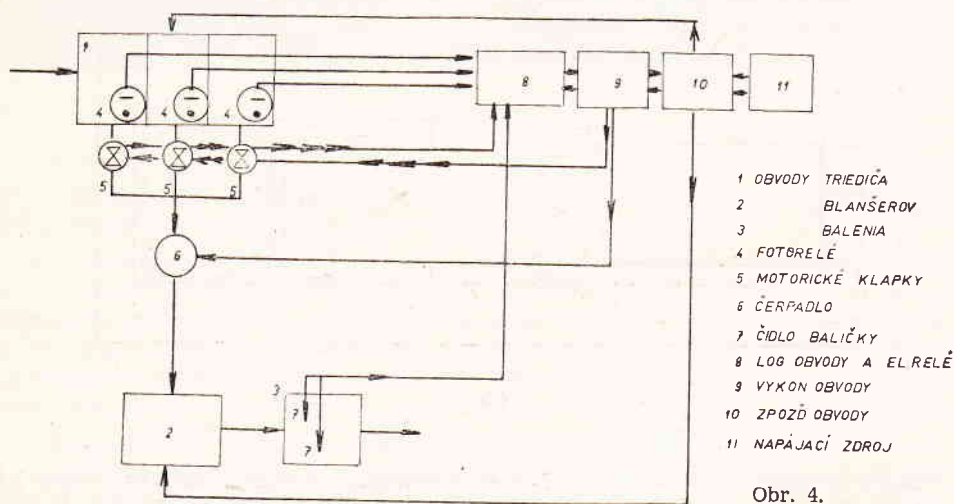


Obr. 2

Funkcia obvodu je nasledovná: Pokiaľ je fotónka osvetlená, tečie cez odpor R1 prúd, ktorý vytvára na mriežke spolu so základným predpätím z katódového deliča také záporné predpätie, že tyratrón zhasne a cez RE1 netečie prúd takej intenzity, aby toto relé mohlo pritiahnuť svoju kotvičku. Keď osvetlenie prerušíme, nabije sa mriežka tyratrónu kladne a záporné predpätie z katódového deliča nestačí udržať zhasnutý stav, tyratrón v každej kladnej polvlně sa zapáli a cez relé tečie výsledný anódový prúd, ktorý kotvičku pritiahne. Pretože cez relé tečie prúd len v každej polvlně, ktorá má kladnú polaritu, relé by vibrovalo, keby nemalo vinutie na krátko, v ktorom sa indukuje skratový prúd veľkej intenzity.



Obr. 3.

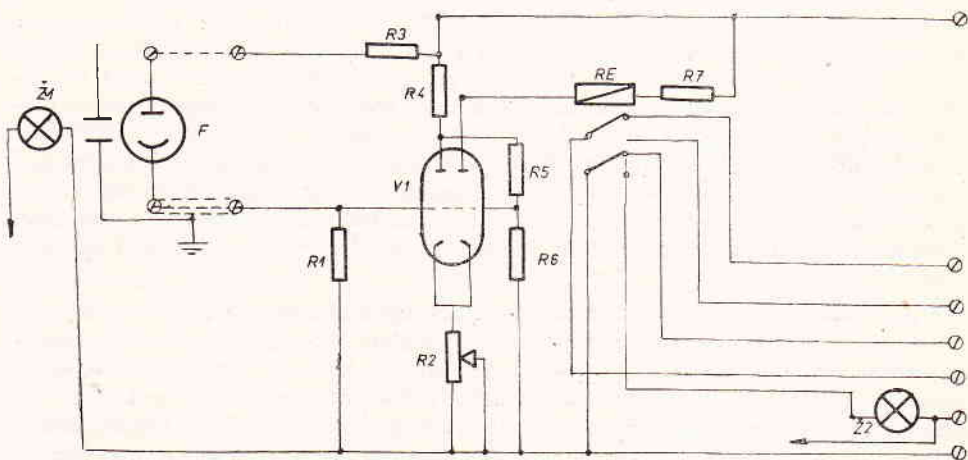


Obr. 4.

takže relé pritiahne celkom a pokojne. Keď použijeme relé bez takého vinutia, treba ho preklenúť kondenzátorom, potrebnej veľkosti, aby priťahovalo pokojne. Kontakty relé ovládajú ďalšie obvody, ktorými sa ovládajú obvody automatickej regulácie. Príklad pre automatiku hráškovvej linky s 3 veľkostnými triedami je uvedený na obr. 4.

V opísanom elektronickom relé bol použitý tyratrón, lebo umožnil veľmi jednoduchými prostriedkami konštrukciu obvodu so žiadanými vlastnosťami, t. j. veľkú citlivosť pri značnom znečistení vody, jednoduché napájanie a jednoduché nastavenie prahovej citlivosti. Pri pokusoch a najmä pri skúšaní prototypu v prevádzke sme zistili, že zvolený tyratrón Tesla 21 TE 31 má nedostatky, ktoré vyplývajú z výroby tejto elektrónky, pre ktoré ho nemožno odporučiť pre konštrukciu prevádzkového zariadenia. Takto sú napr. medzi jednotlivými kusmi elektrónok tak značné rozdiely, že ich nie je možné regulačnými prvkami obvodu vyrovnať, ďalej majú veľmi často skrat katódy na vlákno a majú malú životnosť. Treba sa teda zamerať pri konštrukcii takého zariadenia na iné elektrónky, čo si vyžaduje aj zmenu zapojenia.

Rozvoj polovodičovej techniky núka veľmi dokonalé riešenie takého fotorelé, ktoré by bolo osadené napr. polovodičovou fotónkou 10 PN 70, dvoma tranzistormi



Obr. 5.

3 NU 70 a polarizovaným relé. Urobili sme laboratórne skúšky takého obvodu, a potvrdili sme jeho použiteľnosť. Nemôžeme ho však t. č. ešte odporučiť, lebo týchto polovodičových výrobkov je na trhu ešte nedostatok.

Tak isto by sa mohli používať aj stavebné prvky Závodov priemyselnej automatizácie ako napr. tranzistorové relé R 584 a R 601. Pri týchto výrobkoch platí to isté ako u polovodičov samých. Dodacia lehota je dlhá a preto môžeme počítať s ich používaním len perspektívne. Nakoľko je automatizácia terajších alebo nových výrobných liniek momentálne nevyhnutná, treba hľadať riešenie, ktoré umožní automatizáciu rýchle uskutočniť. Takéto riešenie je v používaní priemyselných elektrónok s tzv. dlhou životnosťou (5—10 000 hod. a viac), ako sú napr. elektrónky E 88 CC, E 180 F a pod. Tieto sa dajú zadovážiť na trhu a možno s nimi vyhotoviť automatizačné prvky, ktoré majú všetky požadované vlastnosti, ako úplná prevádzková spoľahlivosť a dlhá životnosť. Bolo vyhotovené elektrónkové fotorelé, ktoré má tie isté vlastnosti ako vyššie opísané relé s tyratrónom, a to

s elektrónkou E 88 CC. Táto elektrónka patrí do zvláštneho radu elektrónok Tesla s dlhou životnosťou a má všetky dobré vlastnosti priemyselných elektrónok. Zapojenie obvodu fotorelé s touto elektrónkou je zrejmé z obr. 5.

Funkcia tohto obvodu je nasledovná:

Dvojitá trióda E 88 CC je zapojená ako bistabilný multivibrátor s katódovou väzbou. Keď je fotónka F osvetlená, ľavá trióda V1 je otvorená a pravá trióda V2 blokováaná. Napätie na mriežke V1 je totiž výsledné napätie spádu napätia na katódovom odpore RK a spádu napätia na R4 následkom prietoku prúdu fotónky. Prúd fotónky treba voliť tak, aby bola ľavá trióda V1 pri osvetlenej fotónke vodivá. Tak je anódové napätie V1 zápornejšie ako napájacie napätie. Delič napätia R3 až R5 dodáva mriežke V2 napätie takej výšky, že je táto mriežka zápornejšia ako ohyb charakteristiky. Keď klesá osvetlenie fotónky, znižuje sa aj anódový prúd elektrónky V1 a anódové napätie stúpa. Následkom toho rastie aj mriežkové napätie V2. Akonáhle toto napätie dosiahne ohyb charakteristiky, začína elektrónka V2 viesť prúd, spád napätia na RK stúpa, čo má za následok klesanie napätia na anóde V2, čo vedie k blokovaniu elektrónky V1. Tento stav potrvá, pokiaľ osvetlenie fotónky zostáva malé. Akonáhle sa osvetlenie fotónky zvyšuje, opakuje sa celý pochod, ale opačným smerom a až po dosiahnutí určitého stupňa osvetlenia sa blokuje V2 a V1 je vodivá. Správnou voľbou odporov a napätí možno dosiahnuť takú istú funkciu, akú má obvod s tyratronom, t. j. že relé zostáva do určitého minimálneho osvetlenia fotónky odpadnuté a spína len pri úplnom zatemnení fotónky. Takto je zaručená necitlivosť zariadenia na menšie zmeny osvetlenia. Tento obvod pracuje úplne spoľahlivo, použitá elektrónka má veľmi dlhú životnosť a pri správnej stavbe obvodu má tento výbornú prevádzkovú spoľahlivosť.

Z predchádzajúcich úvah a z opisu uskutočnených skúšok a zapojení je zrejmé, že je možné jednoduchými prostriedkami a malým nákladom vytvoriť automatizačný prvok, ktorý v značnej miere zvýši produktivitu výrobnéj linky na mrazený zelený hrášok. Zavedenie tohto alebo podobných prvkov je možné prirodzene aj v iných výrobnách. Prípadné prispôbenie na inú funkciu nerobí žiadne ťažkosti a tým sú dané predpoklady pre automatizáciu vo všetkých závodoch potravinárskeho priemyslu. Uskutočnením a dôsledným a rýchlym zavedením elektronických automatizačných prvkov možno v krátkom čase zmodernizovať terajšie výrobné zariadenia, z hospodárniť prevádzku a značne a rýchlo zvýšiť produktivitu práce.

## S ú h r n

Za účelom zvyšovania produktivity a množstva vyrábaných produktov v potravinárskom priemysle, najmä v mraziarenstve sa poukazuje na potrebu rýchleho zavedenia automatizácie. Ako príklad z prístupných možností sa popisuje elektronické regulačné zariadenie automatizovanej linky na výrobu mrazeného zeleného hrášku, ktoré pracuje pomocou fotobuniek. Odôvodňuje sa použitie fotobuniek a popisuje sa zapojenie a spôsob činnosti. Súčasne sa popisujú možnosti potrebných alternatív tohoto zapojenia a ich činnosť, ktoré autor navrhol a uskutočnil pre plné automatizovanie novej dokonalejšej linky na mrazený zelený hrášok.

# АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ЗЕЛЕННОГО ГОРОШКА С ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

## Резюме

Для повышения производительности и количества изготавливаемых продуктов в пищевой промышленности, особенно в холодильной, подчеркивается необходимость скорого внедрения автоматизации. Как пример приведена, технически доступная, электронная регулирующая аппаратура автоматизированной линии для производства замороженного зеленого горошка, которая работает на принципе фотоэлементов. Далее объясняется применение фотоэлементов, описывается их подключение и эксплуатация. В то же время излагаются преимущества и работа различных вариантов указанного подключения, которые были автором спроектированы и осуществлены, для полной автоматизации новой, более совершенной, линии для производства замороженного зеленого горошка.

## PHOTOELEKTRISCH GESTEUERTE ANLAGE FÜR DIE AUTOMATISIERUNG DER ERBSENERZEUGUNGSSTRASSE

### Zusammenfassung

Zur Erhöhung der Produktivität und der Menge der erzeugten Produkte der Lebensmittelindustrie, insbesondere in der Tiefkühlindustrie wird auf die Notwendigkeit der raschen Einführung der Automatisierung hingewiesen. Als Beispiel der zugänglichen Möglichkeiten wird die elektronische Regeleinrichtung der automatisierten Verarbeitungsstrasse zur Herstellung von tiefgekühlten grünen Erbsen beschrieben, die mittels Photozellen arbeitet. Es wird die Anwendung der Photozellen begründet, deren Schaltung und Arbeitsweise beschrieben. Es wird auch die Möglichkeit notwendiger Alternativen dieser Schaltung und deren Funktion beschrieben, die der Autor zur Vollautomatisierung einer neuen, vollkommeneren Verarbeitungsstrasse für tiefgekühlte grüne Erbsen vorgeschlagen und realisiert hat.

### Literatúra

1. Görlich P., Die Anwendung der Photozellen, Ak. Verlagsges., Leipzig, 1954.
2. Rumpf K. H., Bauelemente der Elektronik, VEB Verlag, Berlin, 1959.
3. Rose G., Fundamente der Elektronik, Verlag für Radio..., Berlin, 1959.
4. Kretzmann R., Handbuch der Automatisierungstechnik, Verlag für Radio..., Berlin, 1959.
5. Barkhausen H., Elektronen-Röhren, Hirzel, Leipzig, 1945.
6. Bonč — Brujevič, Použitie elektrónok v experimentálnej fyzike, SNTL, Praha, 1959.
7. Ben z F., Rádiótechnika, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1959.
8. AEG-Mitteilungen, fir. lit. roč. 1959.
9. Sdělovací technika, ročníky 1961 a 1962.
10. Elektronische Rundschau, čas. 6 a 8, 1959.
11. Slaboproudý obzor, 22, čís. 10, 1959.
12. Katalóg elektrónok Tesla, fir. lit., 1961.
13. Katalogy ZPA, fir. lit., 1961.