



ÚŘAD PROVYNÁLEZŮ
A OBJEVŮ

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196671

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

G 05 B 19/04

(22) Přihlášeno 31 12 76

(21) (PV 8858-76)

(40) Zveřejněno 31 07 79

(45) Vydáno 15 07 81

(75)

Autor vynálezu

KOROPECKÝ IGOR ing. CSc., PARDUBICE, ČERNÝ VÁCLAV ing., ŽIVANICE,
TIMAR JULIUS ing. CSc., PARDUBICE, LICHTENBERG FRANTIŠEK ing.,
PARDUBICE a VÁNA JAROSLAV ing. CSc., PARDUBICE

(54) Zapojení sekvenčního automatu pro řízení diskontinuálního procesu

Vynález se týká zapojení sekvenčního automatu pro řízení diskontinuálního procesu např. při šaržových výrobcích v chemickém a potravinářském průmyslu.

Řada průmyslových i laboratorních procesů patří do třídy diskrétních objektů, k jejichž řízení se používá s výhodou sekvenčních automatů zajišťujících předepsaný sled činností realizujících v souhrnu potřebný průběh procesu. Sekvenční automaty jsou charakterizovány počtem vstupních dvouhodnotových signálů, počtem výstupních dvouhodnotových signálů a konečným počtem tzv. vnitřních stavů. Sekvenční automaty pracují tak, že postupně procházejí všemi svými vnitřními stavy. Každý vnitřní stav představuje aktivaci aspoň jednoho výstupního signálu. Každý výstupní signál však může ovládat jeden i více akčních členů řízeného procesu. Přejít sekvenčního automatu z jednoho vnitřního stavu do druhého je vázán jednak na splnění vnější podmínky dané hodnotou příslušného vstupního signálu, jednak na okamžitý vnitřní stav automatu.

Při řízení průmyslových diskontinuálních procesů se většinou žádá, aby po skončení určité přesně definované činnosti nebo skupiny činností se začala jiná přesně definovaná činnost nebo skupina činností.

Dosavadní automaty tohoto typu je možné rozdělit do dvou skupin, a to automaty s pevnou strukturou a tzv. programovatelné automaty.

Automaty s pevnou strukturou vyráběné průmyslově, jsou založeny na rotačním pohybu nějakého mechanického prvku jako např. systémy s otočným bubnem, nekonečnou děrnou nebo magnetickou páskou. Vnitřní stav těchto automatů je dán polohou rotačního prvku. Splnění podmínek pro přechod do nového vnitřního stavu způsobí pootočení rotační části do nové polohy. Tím je jednoznačně zajištěna předepsaná posloupnost aktivací vnitřních stavů a současně výstupních signálů automatu. Nevýhodou automatů založených na rotačním pohybu je to, že jsou vždy konstrukčně omezené na určitý počet vnitřních stavů.

Programovatelné automaty jsou v podstatě číslicové počítače s omezenou množinou instrukcí, orientovaných na operace s jednotlivými bity. Žadany sekvenční automat se realizuje jako program uložený v paměti univerzálního programovatelného automatu. Nevýhodou tohoto typu automatu je to, že pro řízení procesů nevyžadujících změny programu a složité logické rozhodování pro přechod mezi jednotlivými vnitřními stavy, je zbytečně univerzální a nákladný.

Nevýhody sekvenčních automatů obou uvedených skupin odstraňuje sekvenční automat sestavený podle předem daného zapojení tím, že využívá modulárního spojení libovolného počtu základních modulů tvořených základními logickými obvody, umožňujících generovat vždy jeden výstupní signál automatu na základě stavu bezprostředně před-

cházejícího základního logického obvodu a dvou vstupních signálů, představujících vnější podmínky pro aktivaci dvou za sebou jdoucích činností.

Zapojení sekvenčního automatu pro řízení diskontinuálních procesů, obsahujícího paměťové prvky s dominantním mazáním a prvky pro logickou konjunci a disjunci spočívá podle tohoto vynálezu v tom, že základní logické obvody sestávající z paměťového prvku s dominantním zpožděným mazacím vstupem, se dvěma záznamovými vstupy vázanými vzájemně logickou konjuncí a s výstupem jsou spojeny do série tak, že záznamový vstup prvního základního logického obvodu je připojen na startovací vstup sekvenčního automatu a vstupy všech dalších základních logických obvodů jsou připojeny na výstupy v sérii bezprostředně předcházejících základních logických obvodů, přičemž dominantní zpožděný mazací vstup posledního základního logického obvodu v sérii je připojen na ukončovací vstup sekvenčního automatu a dominantní zpožděný mazací vstupy všech ostatních základních logických obvodů jsou připojeny přes prvky logické konjunktce s vlastními výstupy a s vnějšími vstupy sekvenčního automatu připojenými na záznamové vstupy bezprostředně následujících základních logických obvodů v sérii, a dále tím že všechny základní logické obvody jsou připojeny svými záznamovými vstupy na vnější vstupy sekvenčního automatu a svými výstupy na vnější výstupy sekvenčního automatu tak, že první základní logický obvod v sérii je připojen k vnějšímu vstupu pro aktivaci první operace řízené sekvenčním automatem a vnějšímu výstupu pro řízení první operace, druhý základní logický obvod v sérii je připojen k vnějšímu vstupu pro aktivaci druhé operace a k vnějšímu výstupu pro řízení druhé operace a poslední základní logický obvod je připojen k vnějšímu vstupu pro aktivaci poslední operace a k vnějšímu výstupu pro řízení poslední operace.

Pro dominantní zpožděný mazací vstup každého základního logického obvodu s výjimkou posledního základního logického obvodu v sérii je využit prvek logické konjunktce, který je součástí základního logického obvodu a dominantní zpožděný mazací vstup je tedy propojen vždy přímo s výstupem bezprostředně následujícího základního logického obvodu.

Startovací vstup sekvenčního automatu je propojen s výstupem startovacího obvodu, sestávajícího z prvku pro logickou disjunci se dvěma vstupy a prvku pro logickou konjunci s jedním přímým vstupem a jedním negovaným vstupem, přičemž výstup prvku pro logickou disjunci je současně výstupem startovacího obvodu a jeden vstup prvku pro logickou disjunci je současně vstupem startovacího obvodu pro první startování sekvenčního automatu pomocí startovacího impulsu a druhý vstup prvku pro logickou disjunci je spojen s výstupem prvku pro logickou konjunci, jehož negovaný vstup je současně ukončovacím vstupem startovacího obvodu pomocí zastavovacího impulsu a jehož přímý vstup je současně vstupem startovacího obvodu pro opakované starto-

vání sekvenčního automatu a je propojen s posledním v sérii výstupem sekvenčního automatu.

Ukončovací vstup sekvenčního automatu je propojen přes prvek logické konjunktce s prvním v sérii vstupem a posledním v sérii výstupem sekvenčního automatu.

Ukončovací vstup sekvenčního automatu je spojen s prvním v sérii výstupem sekvenčního automatu.

Na připojených výkresech je na obr. 1 znázorněno zapojení základního logického obvodu, na obr. 2 je znázorněno základní schéma zapojení sekvenčního automatu podle tohoto vynálezu a na obr. 3 je znázorněno zjednodušené zapojení sekvenčního automatu, na obr. 4 je příkladné reléové zapojení sekvenčního automatu a na obr. 5 příkladné zapojení pomocí polovodičových integrovaných prvků.

Zapojení základního logického obvodu 1 podle obr. 1 je tvořeno paměťovým prvkem 11 s dominantním zpožděným mazacím vstupem 3 a dvěma záznamovými vstupy 2 a 2' vázanými vzájemně logickou konjuncí. Výstupní signál 4 paměti 11 je současně výstupním signálem základního logického obvodu 1.

Na obr. 2 je základní schéma sekvenčního automatu 10 podle předmětného spojení. Sekvenční automat 10 je oddělen od okolí vstupy 6, na něž se přivádějí signály představující podmínky pro aktivaci jednotlivých řízených operací, vstupem 8 pro startovací signál, vstupem 9 pro ukončovací signál a výstupy 7, jejichž signály bezprostředně řídí (aktivují) jednotlivé operace. Pro sekvenční automat s možností n vnitřních stavů, a tudíž i s možností řídit n operací, je spojeno do série n základních logických obvodů 1. Vzájemné spojení všech základních logických obvodů 1 se výjimkou prvního a posledního je úplně shodné. Pro osvětlení je popsáno zapojení druhého v sérii základního logického obvodu. Na jeho záznamový vstup 2' se přivádí signál q_1 z výstupu 4 bezprostředně předchozího, tj. prvního v sérii základního logického obvodu, a na jeho druhý záznamový vstup 2 signál x_2 , tj. podmínka pro aktivaci druhé v pořadí řízení operace, je vstupu 6 sekvenčního automatu. Na mazací vstup 3 druhého v sérii základního logického obvodu se přivádí signál r_2 vzniklý logickou konjuncí v prvku 5 pro logickou konjunci, a to výstupního signálu q_2 druhého základního logického obvodu 1 a signálu x_3 , tj. podmínky pro aktivaci třetí v pořadí řízené operace. Signál q_2 se přivádí rovněž na záznamový vstup 2' dalšího v sérii, tj. třetího základního logického obvodu 1. Zapojení prvního základního logického obvodu 1 se liší od ostatních tím, že jeho záznamový vstup 2' je propojen se startovacím vstupem 8 sekvenčního automatu, kam se přivádí startovací signál st umožňující definované zahájení činnosti sekvenčního automatu. Zapojení posledního, tj. n -tého základního logického obvodu v sérii se liší od ostatních jednak tím, že jeho dominantní zpožděný mazací vstup 3 je připojen na ukončovací vstup 9 sekvenčního automatu 10, kam se přivádí ukončovací signál r_n , umožňující definované ukon-

čit aktivaci poslední v pořadí operace, jednak tím, že jeho výstup 4 je propojen pouze s výstupem 7 sekvenčního automatu 10 určeným pro řízení poslední v pořadí operace.

Zapojení na obr. 3 představuje zjednodušené předmětné zapojení sekvenčního automatu a od zapojení na obr. 2 se liší tím, že na dominantní zpožděný mazací vstup 3 každého základního logického obvodu s výjimkou posledního v sérii je připojen výstup 4 bezprostředně následujícího základního logického obvodu, např. na mazací vstup 3 druhého základního logického obvodu se přivádí signál q_3 generovaný třetím základním logickým obvodem apod.

Spojení startovacího vstupu 8 sekvenčního automatu 10 s jeho výstupem 7 odpovídajícím poslednímu základnímu logickému v sérii u obou zapojení a dále u zapojení podle obr. 2 spojení výstupu 7, odpovídajícího poslednímu základnímu logickému obvodu v sérii a vstupu 6 do prvního základního logického obvodu přes prvek 5 logické konjunkce na ukončovací vstup 9 sekvenčního automatu nebo u zapojení podle obr. 3 spojení výstupu 7, odpovídajícího prvnímu základnímu logickému obvodu v sérii na ukončovací vstup 9 sekvenčního automatu umožňuje rotaci vnitřních stavů sekvenčního automatu, a tím i rotaci řízených operací.

Zařazení startovacího obvodu 12 mezi vstup 7 odpovídající poslednímu základnímu logickému obvodu a startovací vstup 8 sekvenčního automatu umožňuje definované startování a zastavování činnosti sekvenčního automatu. Startovací obvod 12 sestává z prvku 13 pro logickou disjunkci se dvěma vstupy 15 a 15' a prvku 16 pro logickou konjunkci s jedním přímým vstupem 17 a jedním negovaným vstupem 17' spojenými vzájemně tak, že na jeden vstup 15' prvku 13 pro logickou disjunkci je připojen výstup prvku 16 pro logickou konjunkci, přičemž druhý vstup 15 prvku 13 je současně vstupem startovacího obvodu 12 pro první odstartování sekvenčního automatu pomocí vnějšího startovacího impulsu b a výstup prvku 13 pro logickou disjunkci je současně výstupem 14 startovacího obvodu 12 přepojeným na startovací vstup 8 sekvenčního automatu. Negovaný vstup 17 prvku 16 pro logickou disjunkci je současně zastavovacím vstupem startovacího obvodu 12 pro zastavení činnosti automatu pomocí vnějšího zastavovacího signálu a a přímý vstup 17 téhož prvku je současně vstupem startovacího obvodu 12 pro opakované startování sekvenčního automatu signálem q_n z výstupu 7 posledního základního logického obvodu v sérii sekvenčního automatu.

Na výstupy 7 předmětného sekvenčního automatu je možné připojit výkonové členy ovládající větší počet akčních členů v řízeném procesu a na jeho vstupy 6 je možné připojit libovolně složité kombinační logické sítě.

Sekvenční automat podle předmětného zapojení na obr. 1 je možné popsat soustavou logických rovnic:

$$q_1 = (q'_1 \vee (st \wedge x_1)) \wedge \overline{(q_1 \wedge x_2)}$$

$$q_i = (q'_i \vee (q_{i-1} \wedge x_i)) \wedge \overline{(q_i \wedge x_{i+1})}, \text{ kde}$$

$$q_n = (q'_n \vee (q_{n-1} \wedge x_n)) \wedge \overline{r_n}$$

q'_1 , q'_i a q'_n jsou hodnoty bezprostředně přecházející hodnotám q_1 , q_i , q_n .

Je možné dokázat, že při přechodu sekvenčního automatu podle předmětného zapojení, ze stavu daného aktivací signálu q_i do stavu aktivace signálu q_{i+1} platí:

$$q_{i+1} = q_i \wedge x_{i+1},$$

potom předchozí soustavu rovnic je možné přepsat na:

$$q_1 = (q'_1 \vee (st \wedge x_1)) \wedge \overline{q_2}$$

$$q_i = (q'_i \vee (q_{i-1} \wedge x_i)) \wedge \overline{q_{i+1}}$$

$$q_n = (q'_n \vee (q_{n-1} \wedge x_n)) \wedge \overline{x_n},$$

což umožňuje zjednodušené zapojení sekvenčního automatu uvedené na obr. 3.

V obou zapojeních výstupní signály jednotlivých základních logických obvodů jsou jednak hodnotami, které určují vnitřní stav automatu podle předmětného zapojení, jednak jsou výstupními signály tohoto automatu a jsou vyvedeny na jeho výstupy 7. Obě zapojení zajišťují jednoznačnou posloupnost aktivací vnitřních stavů, a tím výstupních signálů automatu. Po aktivaci libovolného základního logického obvodu může nastat pouze aktivace bezprostředně následujícího základního logického obvodu, a potom teprve dalšího základního logického obvodu atd. Aktivací libovolného základního logického obvodu se současně ruší aktivace bezprostředně předchozího základního logického obvodu. Aktivace ostatních základních logických obvodů mimo uvedenou posloupnost je blokována.

Předmětné zapojení má vedle výhody dané modularitou, umožňující vytvářet automaty pro řízení diskontinuálních procesů libovolného rozsahu, další výhodu v univerzálnosti. Automat podle předmětného zapojení je možné sestavit z libovolného úplného souboru logických prvků.

Předmětné zapojení může být podkladem pro výrobu integrovaných obvodů združujících několik základních logických obvodů v jednom pouzdře včetně všech vnitřních propojení. Vztahy, popisující předmětné zapojení, jsou rovněž vhodné pro úsporné zapsání účinného programu pro programovatelné automaty realizující automat pro řízení diskontinuálního procesu. Zapojení podle obr. 2 je obecnější a je výhodnější pro realizaci automatu na bázi prvků řízených synchronizačními pulsy, zjednodušení zapojení podle obr. 3 je výhodnější pro realizaci automatu na bázi asynchronních prvků.

Pro ilustraci univerzálnosti jsou uvedeny dva příklady realizace automatu podle předmětného zapojení, a to na obr. 4 realizace na bázi univerzálních relé a na obr. 5 na bázi průmyslově vyráběných bistabilních klopných obvodů J-K, např. typu MH 5472 nebo MZJ 115 n. p. Tesla. V obou příkladech je vynechán startovací obvod.

Na obr. 4 jsou základní logické obvody tvořeny cívkami relé C, D, E až K zapojenými do série se sítí kontaktů. První základní logický obvod 1 je tvořen cívkou relé C a sériově připojenou k síti kontaktů tvořenou sériovým spojením kontaktu st představujícího startovací signál, kontaktu x_1 představující vstupní signál automatu pro aktivaci prvního v pořadí výstupu a klidového kontaktu d_2 příslušejícího k relé D, přičemž kontakty st a x_1 jsou překlenuty pracovním kontaktem c_1 relé C.

Zapojení na obr. 4 realizuje tedy v každém základním logickém obvodu reléovou paměť s dominantním mazáním, kde mazací vstup je tvořen klidovým kontaktem relé z bezprostředně následujícího modulu a záznamový vstup je tvořen sériovým spojením kontaktů představujícího vstup

ní signál automatu a pracovním kontaktem relé z bezprostředně předcházejícího základního logického obvodu, což vyhovuje předmětnému zapojení automatu pro řízení diskontinuálních procesů uvedenému na obr. 3.

V zapojení uvedeném na obr. 5 jsou základní logické obvody automaty tvořeny bistabilními klopnými obvody J-K typu MH 5472 řízenými synchronizačními pulsy. Zapojení je prakticky shodné se zapojením uvedeným na obr. 2 až na to, že do každého základního logického obvodu jsou ze svorky H zavedeny synchronizační impulsy h, a že potřebné logické konjunkce se provádějí přímo v bistabilním obvodu tvořícím základní logický obvod.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

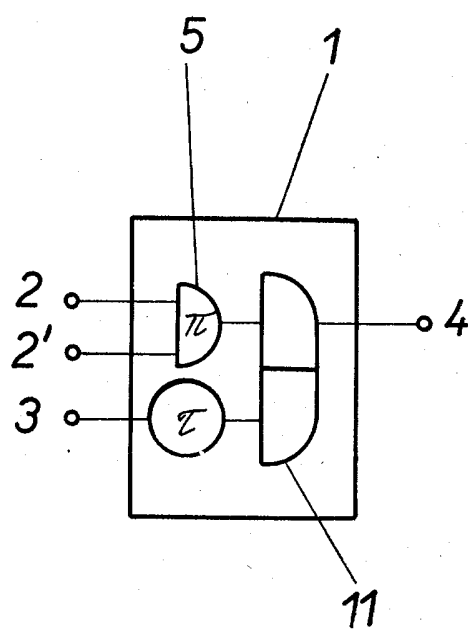
1. Zapojení sekvenčního automatu pro řízení diskontinuálního procesu obsahujícího paměťové prvky s dominantním mazáním a prvky pro logickou konjunkci a disjunkci, vyznačené tím, že základní logické obvody (1), sestávající z paměťového prvku (11) s dominantním zpožděným mazacím vstupem (3), se dvěma záznamovými vstupy (2 a 2') vázanými vzájemně logickou konjunkcí a s výstupem (4) jsou spojeny do série tak, že záznamový vstup (2') prvního základního logického obvodu (1) je připojen na startovací vstup (8) sekvenčního automatu (10) a vstupy (2') všech dalších základních logických obvodů (1) jsou připojeny na výstupy (4) v sérii bezprostředně předcházejících základních logických obvodů (1), přičemž dominantní zpožděný mazací vstup (3) posledního základního logického obvodu (1) v sérii je připojen na ukončovací vstup (9) sekvenčního automatu (10) a dominantní zpožděné mazací vstupy (3) všech ostatních základních logických obvodů (1) jsou připojeny přes prvky (5) logické konjunkce s vlastními výstupy (4) a s vnějšími vstupy (6) sekvenčního automatu (10), připojenými na záznamové vstupy (2) bezprostředně následujících základních logických obvodů (1) v sérii, a dále tím, že všechny základní logické obvody (1) jsou připojeny svými záznamovými vstupy (2) s vnějšími vstupy (6) sekvenčního automatu (10) a svými výstupy (4) na vnější výstupy (7) sekvenčního automatu (10) tak, že první základní logický obvod (1) v sérii je připojen k vnějšímu vstupu (6) pro aktivaci první operace řízené sekvenčním automatem (10) a vnějšímu výstupu (7) při řízení první operace, druhý základní logický obvod (1) v sérii je připojen k vnějšímu vstupu (6) pro aktivaci druhé operace a k vnějšímu výstupu (7) pro řízení druhé operace, a poslední základní logický obvod (1) je připojen k vnějšímu vstupu (6) pro aktivaci poslední operace a k vnějšímu výstupu (7) pro řízení poslední operace.

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačené tím, že pro dominantní zpožděný mazací vstup (3) každého základního logického obvodu (1), s výjimkou posledního základního logického obvodu (1) v sérii je využit prvek logické konjunkce, který je součástí základního logického obvodu (1), a dominantní zpožděný mazací vstup (3) je tedy propojen vždy přímo s výstupem (4) bezprostředně následujícího základního logického obvodu (1).

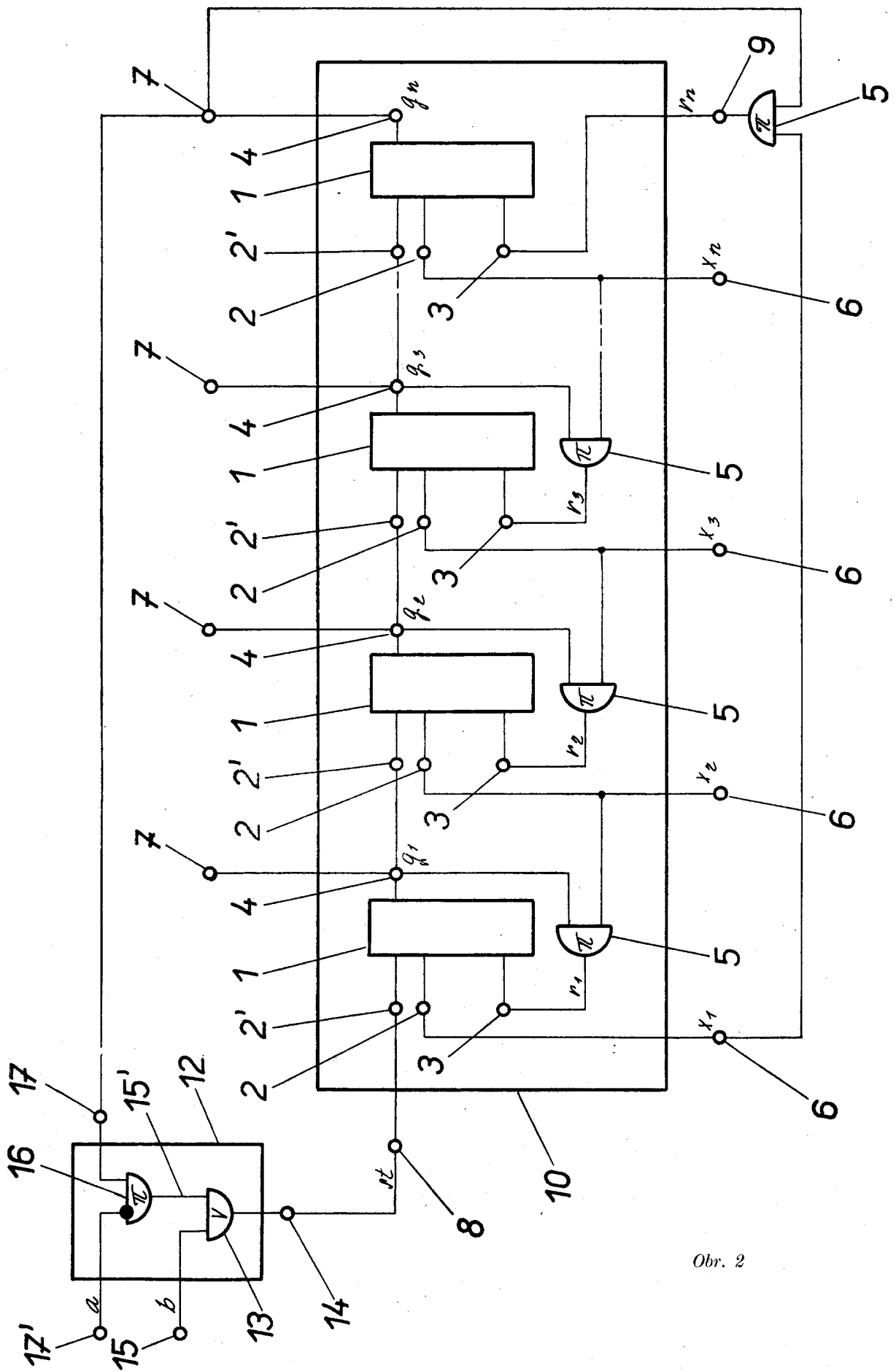
3. Zapojení podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že startovací vstup (8) sekvenčního automatu (10) je propojen s výstupem (14) startovacího obvodu (12) sestávajícího z prvku (13) pro logickou disjunkci se dvěma vstupy 15 a 15') a prvku (16) pro logickou konjunkci s jedním přímým vstupem (17) a jedním negovaným vstupem (17'), přičemž výstup prvku (13) pro logickou disjunkci je současně výstupem (14) startovacího obvodu (12) a jeden vstup (15) prvku (13) pro logickou disjunkci je současně vstupem, startovacího obvodu (12) pro první startování sekvenčního automatu (10) pomocí startovacího impulsu (b) a druhý vstup (15') prvku (13) pro logickou disjunkci je spojen s výstupem prvku (16) pro logickou konjunkci, jehož negovaný vstup (17) je současně ukončovacím vstupem startovacího obvodu (12) pomocí zastavovacího impulsu (a), a jehož přímý vstup (17) je současně vstupem startovacího obvodu (12) pro opakované startování sekvenčního automatu (10) a je propojen s posledním v sérii výstupem (7) sekvenčního automatu (10).

4. Zapojení podle bodů 1 a 3, vyznačené tím, že ukončovací vstup (9) sekvenčního automatu (10) je propojen přes prvek (5) logické konjunkce s prvním v sérii vstupem (6) a posledním v sérii výstupem (7) sekvenčního automatu (10).

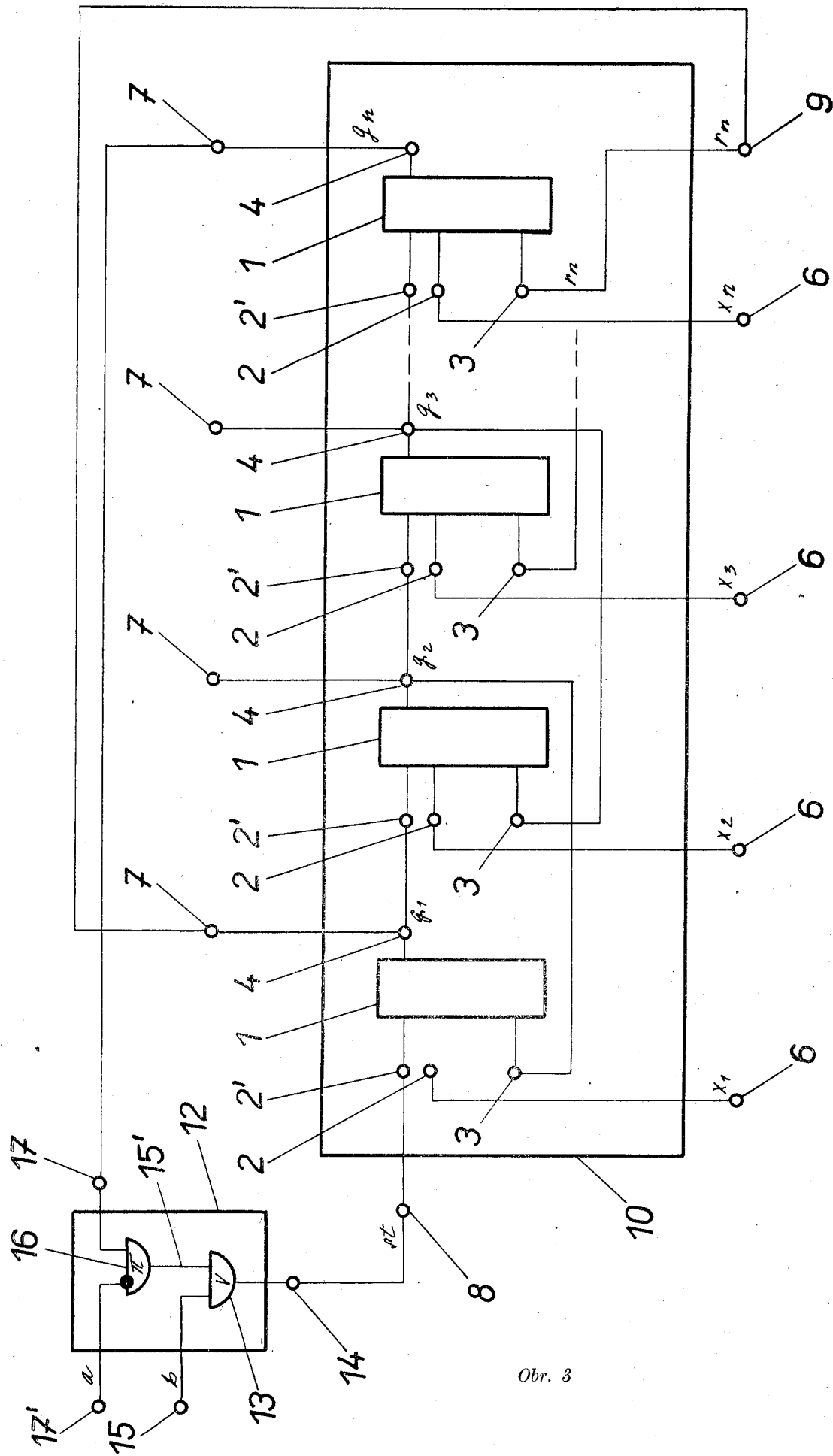
5. Zapojení podle bodů 2 a 3, vyznačené tím, že ukončovací vstup (9) sekvenčního automatu (10) je spojen přímo s prvním v sérii výstupem (7) sekvenčního automatu (10).



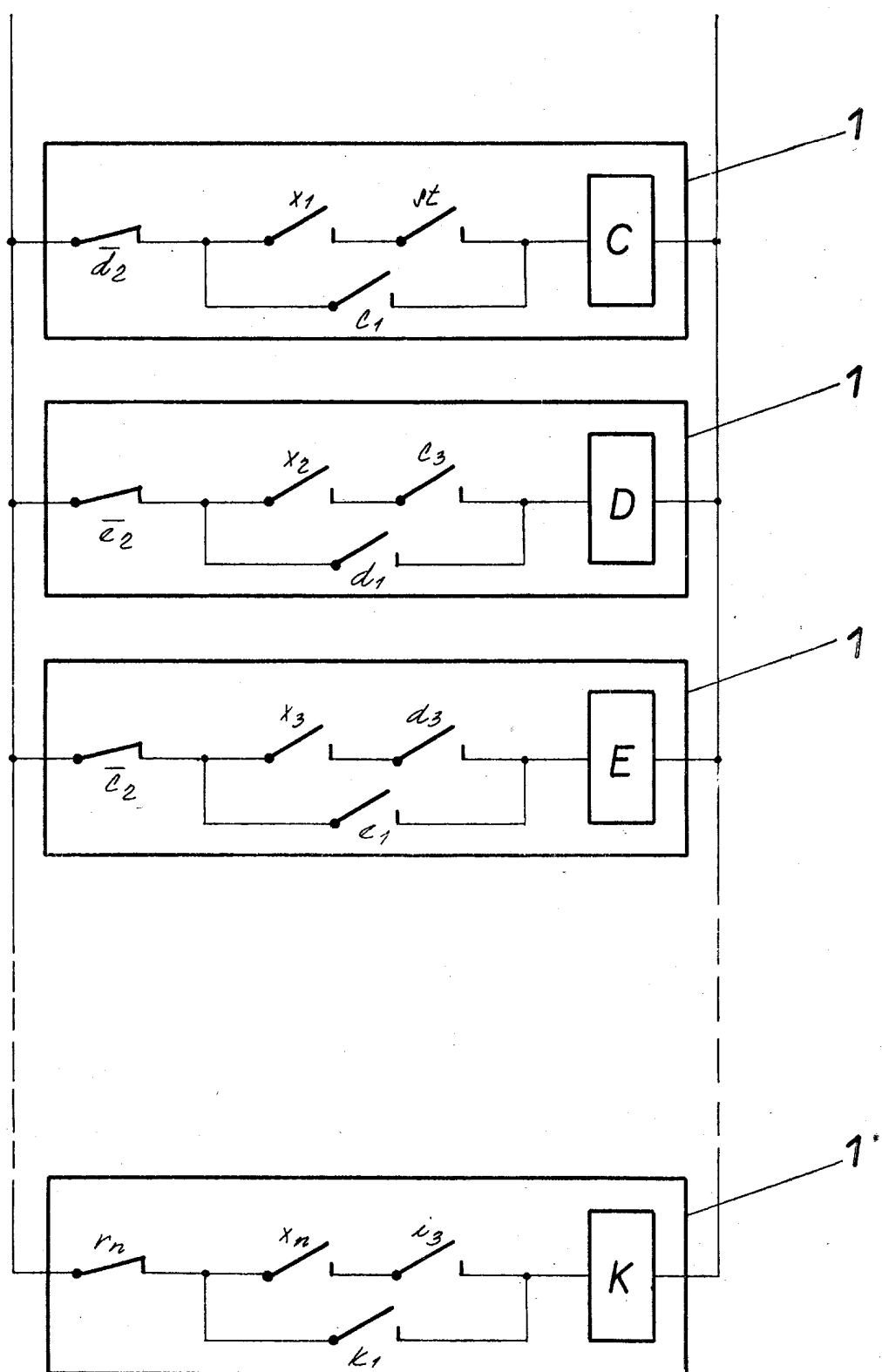
Obr. 1



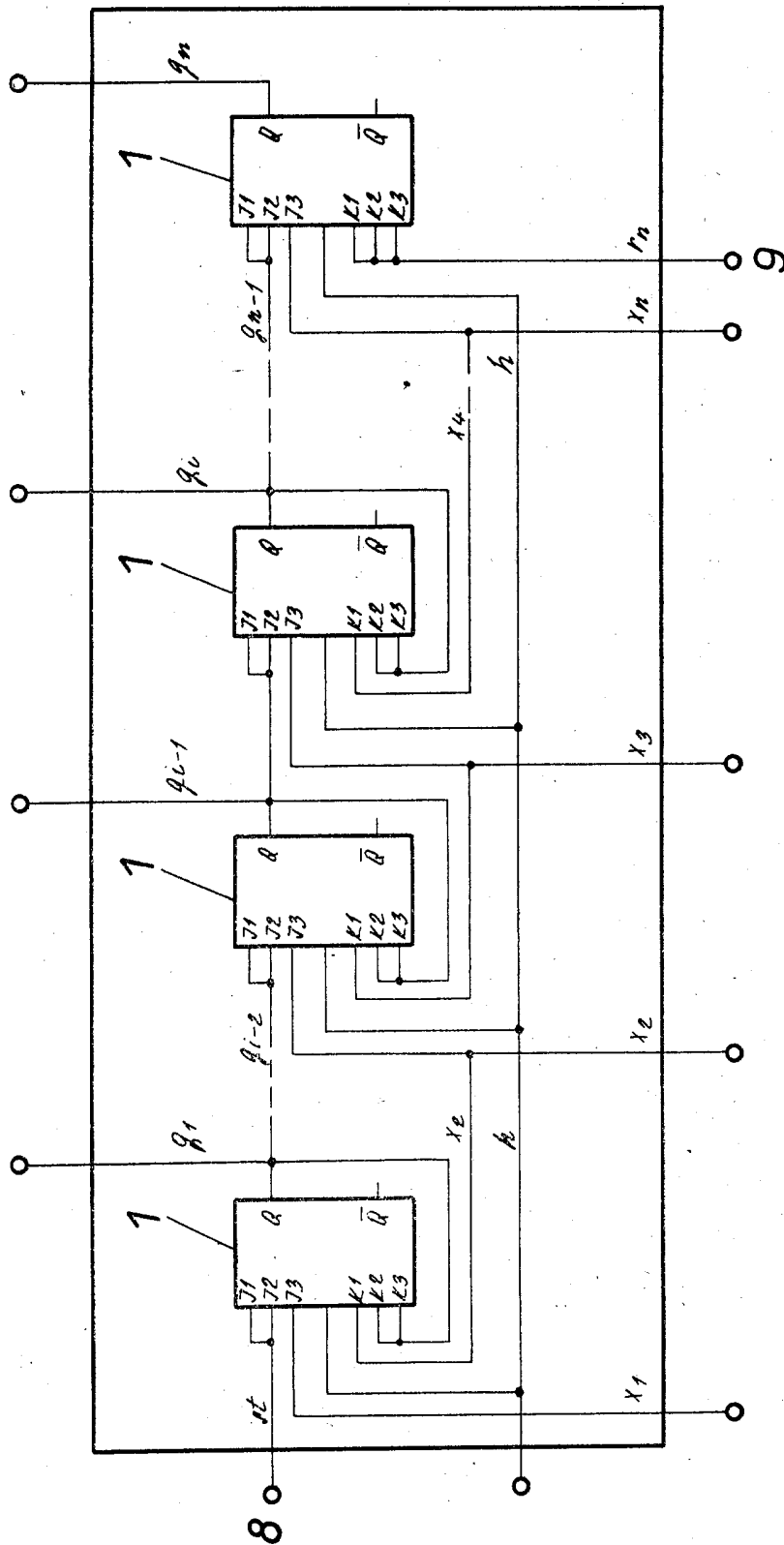
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5