

专用(下棋)电子数字计算机

电子计算机教研室

为了学习了解数字计算机在逻辑运算中的作用,提高理论与实际工作水平,并为进一步研究直接控制生产的专用数字计算机开辟道路,在党的教育方针正确指导下,于一九五八年八、九两月间制成一台能说话会下棋的专用电子数字计算机,它的逻辑设计是在没有任何参考资料的情况下自己设计的。一九五九年九月,为了使机器工作得更稳定,进一步提高科研水平,与省计算所合作改装了这台专用机,在机器中采用了自己定型的新的标准元件,改进了逻辑设计与结构。

这台机器是用来下三堆棋的,采用了二进制制,工作频率为20千週,共用了300个真空管。

一、三堆棋的必胜下法

下棋规则:设有 n 堆棋子,每堆各为若干个。每人每次可以从 $K[K \leq (n-2)]$ 堆中取任意数目的棋子,但不得少于从一堆中取一子,双方对下,取最后一个棋子者为输。

用数学方法分析,如欲得胜,有以下结论:

每堆棋子数以二进制数表示,若诸堆各位之和能为 $(K+1)$ 除尽时,则为必胜之棋局。

如有A、B、C三堆,限定每次只许从一堆中取子,则诸堆各位之和能被2除尽时,即得必胜棋局。简言之,即当三堆各位之和为偶数时,则为胜局,为奇数时,则为负局。设三堆各有7, 6, 5个棋子,且各位之和为3, 2, 2。

	2^2	2^1	2^0	
A	1	1	1	(7)
B	1	1	0	(6)
C	1	0	1	(5)
和	3	2	2	

最高位(2^2)之和为3——奇数,故为了取胜,必须设法使它变成偶数。若从A堆中取走四个棋子,则为必胜状态。

	2^2	2^1	2^0	
A	0	1	1	(3)
B	1	1	0	(6)
C	1	0	1	(5)
和	2	2	2	

若从 B 或 C 堆中取走 4 个棋子，亦得必胜结果。

对于最后几步棋，为了取得胜利，就必须改变上述法则，而按下面之特殊逻辑法则进行。当三堆出现 0, 0, x 时，应取为 0, 0, 1，即将 x 取为 1；出现 0, 1, x 时，应取为 0, 1, 0，即将 x 取光；出现 1, 1, x 时，应取为 1, 1, 1；即将 x 取为 1；出现 0, 1, 1 时，应取为 0, 1, 0，即将一堆之 1 取光。（其中 $x > 1$ ）。

归纳上述几种情况，可得特殊法则，每堆中除最低位外，各位皆为“0”时，必使三堆最低位之和为奇数，才为必胜之棋局。

这台机器用了三堆棋子，每堆最多可置 15 个棋子，一局棋各堆之棋子数由对奕者决定，但机器决定由谁先开棋，遵守上述法则，机器则必胜。

二、机器之框图及工作原理：

机器之框图如图 1 所示，以箭头表示各部件之间的信息联系。

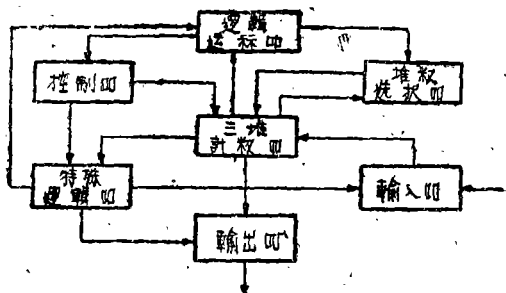


图 1 总机框图

机器的工作原理简述如下：

下棋之前用手动开关，将三堆计数器置于零状态，为了在各堆计数器中置入一定量的棋子，将输入器中单脉冲发生器之单脉冲依次送入各堆计数器，送入一个单脉冲，则存数为 1111，即为 15；再送入一个单脉冲，则存数为 1110，为 14。如此，就在各堆中给定要求之棋子数。

当机器走时，计数器接受控制器之控制信号，依次将各位各触发器状态的信号送到逻辑运算器及堆数选择器，在特殊逻辑生效之前，若同一位的三个触发器状态和为奇数（1 或 3）时则发出取子信号，并进行堆数选择，至于选那一堆，就由堆数选择器来决定。直到出现偶数（0 或 2）时，通知控制器，则转到下一位，当三堆各位之和皆为偶数时，机器走成必胜棋局。

当三堆计数器之前三位皆为“0”时，转到特殊逻辑法则——最低位之和为奇数时，机器不取子；为偶数时，则或自第一堆或自第二堆取一子，将最后的一个棋子留给对方，机器获胜。

当人走时，扳动扳键，利用单脉冲发生器将单脉冲送到被选择之计数器进行取子。

输出器在下棋过程中和終了发出各种指示，共分两部分：

1) 灯光指示输出；

用譯碼器將二進位制轉換為十進位制，以氣燈之亮暗表示各堆棋子數目。

2) 聲音輸出：

當機器走完后，通知對方，則說：“請您走”。

機器最后取勝時說：“您輸了”。

三、機器中採用的元件

1. 觸發器 (T)

它有两种穩定狀態：一種表示“1”；另一種表示“0”。本機器採用的是非對稱觸發器，輸出端的低電平（50伏）對應於“1”，高電平（100伏）對應於“0”。

2. 與門 (И)

它執行邏輯乘法。有兩個或更多個輸入端，只有當所有之輸入端為“1”時，輸出端才為“1”。這裡採用了三極管與門。

3. 或門 (ИЛИ)

它執行邏輯加法。只要有一個輸入端為“1”時，輸出即為“1”。

4. 反相器 (ПИ)

執行邏輯否定。當輸入端為“1”時，輸出端為“0”，反之亦然。

5. 單穩多諧振盪器 (M)

作為延遲元件，當輸入為階躍訊號時，輸出為方波。

除上述元件外，尚有陰極跟隨器 (K)、放大器 (У)、整形器 (Ф) 等。

6. 機器採用了自己定型的方波發生器。

四、機器各部份之邏輯圖

1. 計數器

本機器採用了三個四位二進位減法計數器，共由 12 個觸發器組成，有寄存棋子之作用。圖 2 是減法計數器之框圖。

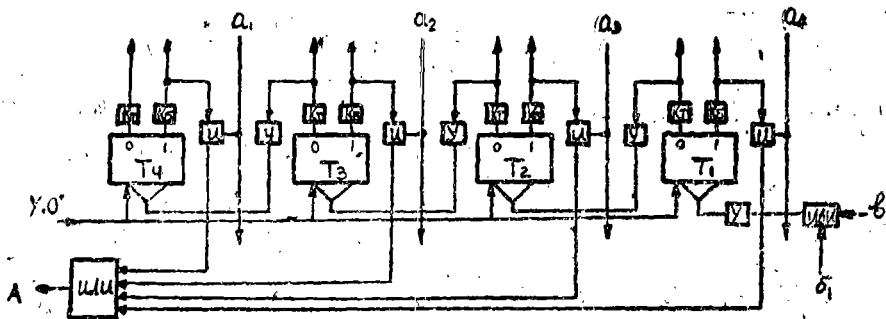


圖 2 減法計數器框圖

其他二個計數器與此計數器線路相同。

下棋开始之前，首先用 y “0” 脉冲将三个计数器均置于 “0” 状态，然后由输入器向计算器置数，置数用手动扳键，每扳动一次，有一个单脉冲输出，当最初为 0000 时，置一次后，计数器处于 1111 状态；如果输入器再送入 1 个单脉冲，则又减 1，于是计数器变为 1110，这样就可各个计数器中置入任意的数。

同样，当人走时，也要从输入器中通过 B₁、B₂、B₃ 输入讯号到相应的一堆中去取子，原理与置数相同。

如果是机器走控制器依次通过 a₁、a₂、a₃、a₄ 发出电位讯号，同时将三堆计数器各同一位触发器所存之数，送到逻辑运算器及堆数选择器中去，逻辑运算器遵守必胜法则通过相应的 b₁、b₂、b₃ 到某一堆中去取子，且在取子过程中堆数选择器保证始终到被选的那一堆中去取子。

2. 控制器

控制器主要由一个两位计数器及一个标志触发器组成，图 3 是它的逻辑图。

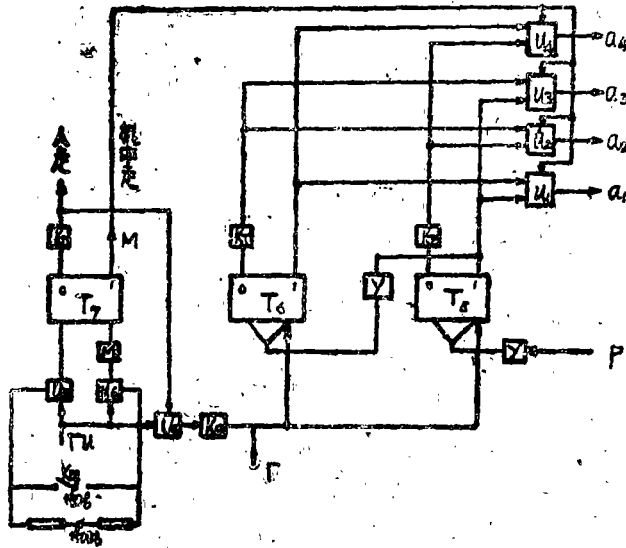


图 3 控制器框图

在机器走之前，T₇ 处于 “0” 状态，同时主脉冲 ΓИ 经过与门 I₆ 将 T₅、T₆、y “1” 及堆数选择器之三个触发器 y “0”。扳动扳键 K_M，将 +50 伏加于与门 I₆ 上，主脉冲 ΓИ 将 T₇ y “1”，则为 I₁、I₂、I₃、I₄ 的开启作好准备，当被检查之该位数之和为偶数时，T₅ 接受由逻辑运算器来之讯号而改变状态，进行下一位之检查，如此，由 T₅、T₆ 控制从 a₁ 到 a₄ 依次将讯号送到计数器去。

3. 逻辑运算器

逻辑运算器主要由门线路组合而成，（见图 4），用来鉴别计数器各位之和，发出取子及换位讯号，为奇数时，输出 Q 为 “1”，即执行：

$$Q = A \cdot B \cdot C + [(A+B+C) \overline{AB+BC+AC}]$$

为偶数时，Q 为 “0”，输出端 K 有讯号，将堆数选择器封锁，在特殊逻辑生效之前，与门 I₂₀、I₂₂ 工作；为奇数时，脉冲讯号 ΓИC 通过与门 I₂₂，或门 ИЛИ₁₀ 将

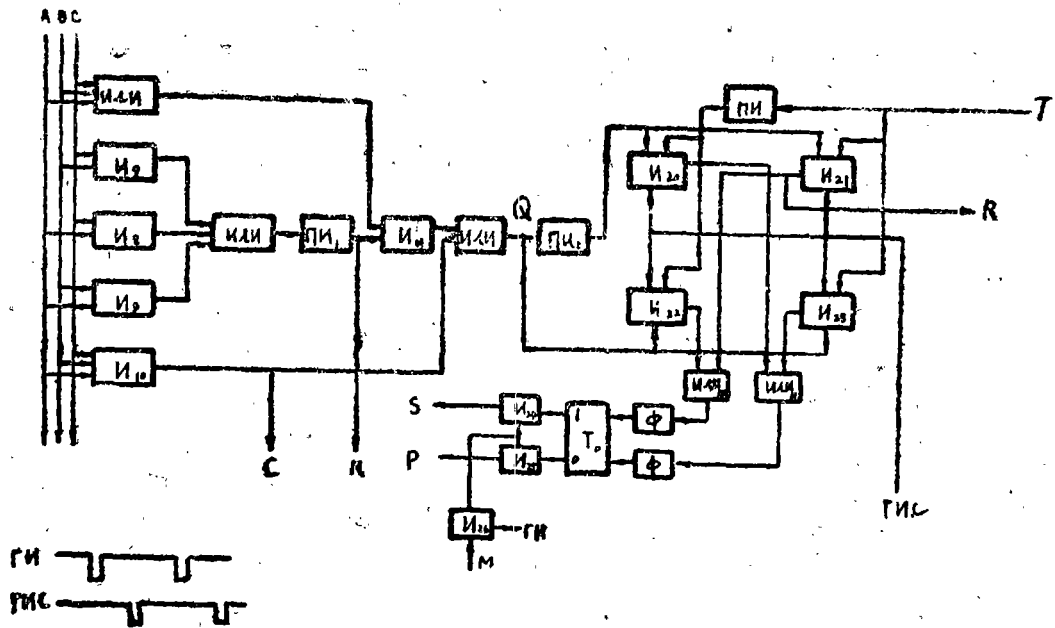


图 4 邏輯运算器框图

触发器 T 。y“1”，則脉冲 $\Gamma И$ 通过 $И_{26}$, $И_{24}$ 至計数器进行取子，为偶数时，反向器 $\Pi И_2$ 輸出为“1”，使脉冲訊号 $\Gamma И С$ 經与門 $И_{20}$ ，或門 $ИЛИ_{11}$ 将触发器 T_0 , y“0”，則脉冲 $\Gamma И$ 經与門 $И_{26}$, $И_{25}$ 至控制器之 T_5 ，在特殊邏輯生效后，与門 $И_{21}$, $И_{23}$ 工作，且改变为特殊邏輯法則。

4. 堆数选择器

它的邏輯图見图 5。

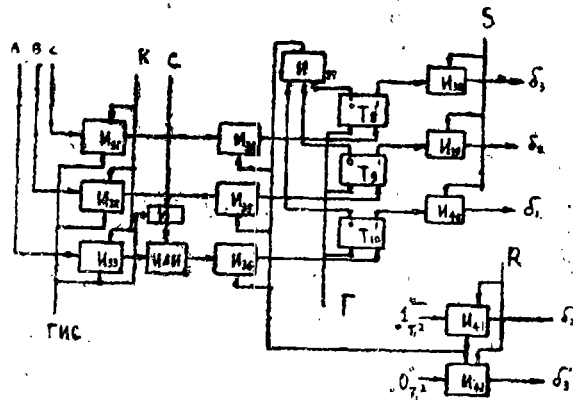


图 5 堆数选择器框图

堆数选择器的作用是在棋奕过程中，每次确定机器自某堆中取子，且記住此堆，因而，始終将取子脉冲送到該堆計数器中去。

堆数选择器自三堆計数器接受电位訊号。当三堆最高位之和为偶数时，則邏輯运算

器将它封锁；为奇数时，如为“1”——则脉冲信号 ГИС 通过与门并将对应于该堆之 $T y^1$ ；如为“3”——则或门 ИЛИ₅ 将信号送到对应于第一堆之触发器 $T y^1$ 。为了保证每次机器只从一堆中取子，用自锁门 И₃₇ 将输入封锁。触发器 T 使与门 И₃₈，（或 И₃₉ 或 И₄₀）准备开启，则取子脉冲信号就能通过相应之与门到某一堆中去取子。

在残局出现后，当 A, B, C 三堆各为 0, 1, 1, 或 1, 1, 0, 或 1, 0, 1 时，利用与门 И₄₁, И₄₂，在第一、二种情况下，将第二堆之棋子取光；在第三种情况时，将第一堆之棋子取光，最后一个棋子留给对方，机器获胜。

5. 特殊逻辑器

由一些门线路组成。根据三堆计数器的状态发出几种标志信号，（见图 6）。图中 T_1, T_2, T_3, T_4 设为一堆计数器的触发器。

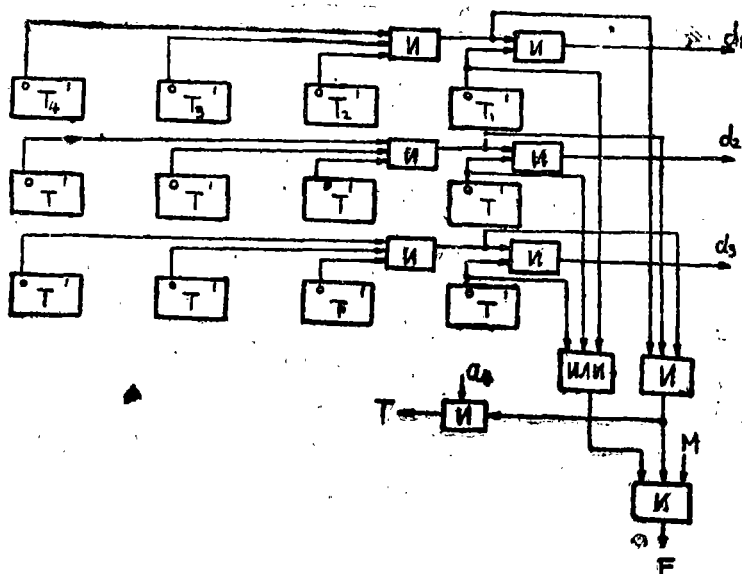


图 6 特殊逻辑器框图

① 当三堆计数器，除最低位外，皆为“0”，且由 a_4 给出低电位信号时，则给出电位信号到逻辑运算器，使之改变为奇数法则。

② 当三堆计数器之任意一堆为“0”时，发出信号到输入器的继电器线路，切断取子电路，进行封锁。

③ 当三堆各为 0, 0, 1, 且在机器走时，给出“您输了”声音。

6. 输入输出装置

输入器之置数及人走取子由图 7 中单脉冲发生器及继电器线路配合执行。

① 置数。

将开关 M_0 置于被选之堆数上，扳动 K_n ，则单脉冲送到计数器去进行置数。

② 人走取子。

扳动 K_A (K_B 或 K_C) 相应之继电器动作送出单脉冲进行取子。

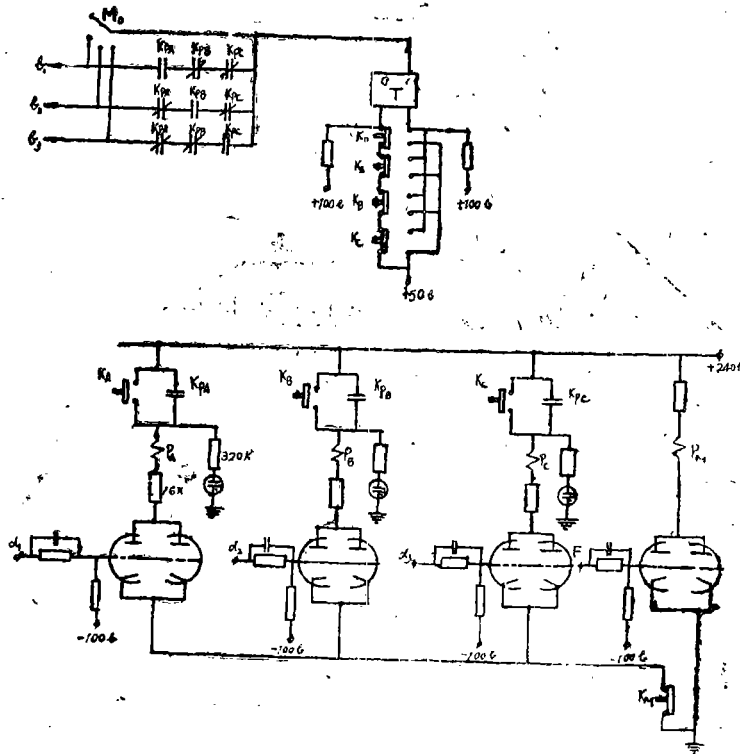


图 7 输入装置

③ 犯规。

当同时从二堆中取子时，继电器之触点切断另一回路，不能取子。

④ 请您走。

利用 K_M 扳键之常开触点，在机器走时闭合，将相应之磁头接于磁带机放大器线路，而有声音输出“请您走”。

⑤ 您输了。

这时电位讯号 F 送到继电器 P_M 电路中继电器动作，将相应之磁头接通，说出“您输了”。

⑥ 灯光输出。

利用译码器线路，将二进制变成十进制制，以氖灯之亮暗表示棋子数目，图 8 为译码器之线路图。

五、调机方法之简单介绍

机器上共用了 60 多个插件，装在一块大底板上。在每个插件性能良好的条件下，进行了分调及总调。调整步骤及方法如下：

1. 计数器之调正

将脉冲 Γ 直接送到计数器之输入端 B ，观察各位触发器之输出波形。但在机器运行时，脉冲 Γ 要经过一些门线路才能送到计数器之输入端 B ，因之必然引起脉冲波

形的改变。为了仿照实际情况，采用如下之方法：将+50伏接至触发器 T。及堆数选择器中之触发器 T_{3-9,10} 之 y “1” 输入端进行 y “1”，K_m 处于机器走状态，则保证了脉冲 ΓH 经过这些门线路送至计数器输入端。在动态检查情况下，当栅偏压变动 ±7.5 伏时，计数器仍能正常工作。

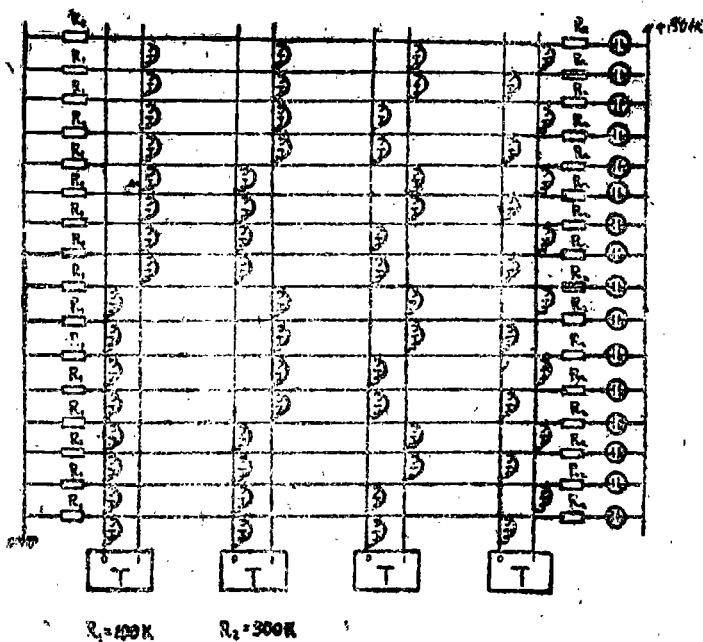


图 8 译码器图

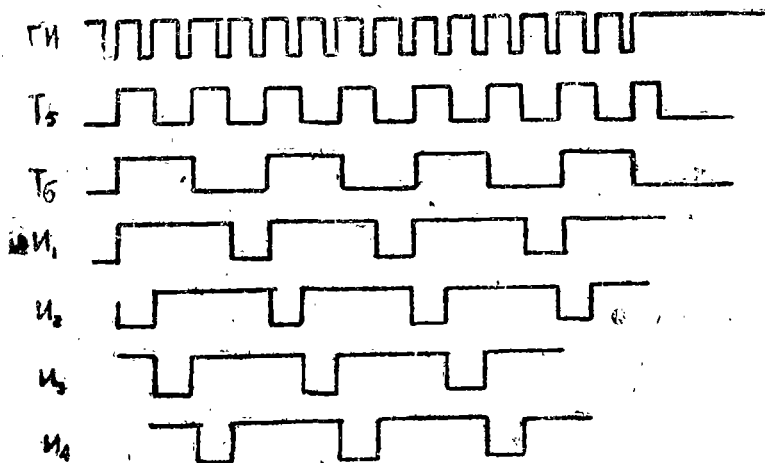


图 9 控制口波形

此外，亦采用了静态检查。扳动扳键 K_A 、 K_B 或 K_C 。每扳动一次送来一个单脉冲，计数器作减法。观察氛灯之亮暗或以电压表测量各触发器之输出电平。

2. 控制器之调整

用 +50 伏将 $T_0 y^0$ ，且 Km 置于机器走状态，则控制器接受来自逻辑运算器之连续脉冲 $\Gamma И$ ，触发器 $T_{6,7}$ 连续翻轉。观察各触发器及与门之输出波形，如图 9。并调整各与门输出之上、下电平，使为 +100 伏及 +50 伏。

3. 逻辑运算器之调整及与控制器，计数器之配合

在逻辑运算器的调整中，一个比较难于解决的问题就是反相器的稳定工作问题。计数器输出之电位讯号经过了很多门线路才送到反相器之输入端，下电平大大提高，约为 +80 伏。就要求反相器在输入为 +80 伏时，输出仍为高电位，当输入为 +100 伏时，输出才为低电位。我们又必须考虑到三堆计数器各种组合之可能性。因此，采取了控制器，计数器与逻辑运算器联合调整之方法。使控制器处于连续工作状态，将输出讯号送到计数器。计数器可置于不同之状态，有以下八种：

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1 1 1 1	1 1 1 1	0 0 0 0	1 1 1 1	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
B	1 1 1 1	0 0 0 0	1 1 1 1	1 1 1 1	0 0 0 0	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0
C	0 0 0 0	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0	1 1 1 1	0 0 0 0

在以上各种组合情况下，分别检查逻辑运算器各部份工作情况，同时必须切断逻辑运算器之输出。

在第一、二、三种情况时，或门 $ИЛИ_{11}$ 有输出将触发器 $T_0 y^0$ 。在第四、五、六、七种情况时，或门 $ИЛИ_{10}$ 有输出，将触发器 $T_0 y^1$ 。对第八种情况可与特殊逻辑结合起来进行调整。将三堆计数器之前三位触发器皆置于“0”状态，第四位又有八种组合：

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	0	1	1	1	0	0	0
B	1	1	0	1	0	1	0	0
C	0	1	1	1	0	0	1	0

这时特殊逻辑生效，在检查前三位时，无取子讯号，只有换位讯号，且堆数选择器被封鎖。检查至第四位后，与门 $И_{21,23}$ 工作。对应上表中之第一、二、三种情况与门 $И_{21}$ 送出讯号至与门 $И_{41}$ 、 $И_{42}$ 。当第二堆计数器最低位触发器为“1”时，（对应于上表中之第一、二种），与门 $И_{41}$ 输出讯号至第二堆计数器取子，则留一子给对方而获胜。

对第三种情况与門 I_{42} 輸出訊号至第三堆計数器取一子。对于第四、五、六、七种情况，无取子訊号，与門 I_{23} 有輸出訊号。

4. 堆数选择器調整

可适当的提高触发器——单穩多諧振盪器插件中单穩多諧振盪器之抗干扰能力，否则云使堆数选择发生錯誤。

在总調时，可采取直接与机器下棋之方法，可以有意識的 选择我們所感兴趣的布局。当机器工作不正常时，也就是沒有遵守必胜規則，一般根据出現之錯誤情况是比較容易找出工作不正常之部位的。例如：在机器走时，从二堆里进行取子，則最大的可能性就是堆数选择器誤选了二堆。

經過半年多的連續运行，証明了这台机器具有較高的可靠性及工作稳定性；在大多数情况下，当參觀者要求表演时，接上电源后，就能很正常的进行下棋表演，且始終取胜。



机器外形图

(1960年4月5日收到)

**Специализированная цифровая вычислительная машина,
способствующая игре в „ним“
Кафедра “Вычислительная техника”**

АННОТАЦИЯ

Эта машина была спроектирована и создана в 1958 году молодыми преподавателями и студентами специальности вычислительной техники.

В этой статье подробно рассмотрены: правило-алгоритм игры, всегда приводящий к выигрышу, блок-схема машины, принцип работы каждой составляющей машины и методика отладки машины.