**一种时分复用方式的交换系统研究**

1. **背景**

在通信设备中，经常有多个输入端口的数据时分复用后给多个输出端口的应用，需要通过FPGA实现多个输入端口的数据做各种组合后给到多个输出端口的交换系统。

**2、假定场景**

1. 有10个输入端口和10个输出端口。
2. 每个输入端口每12秒匀速传输12个数据。
3. 每个输出端口每12秒匀速传输12个数据。
4. 存储单元负责对数据进行“暂存”、“排序”，也可以实现数据“复制”功能，由调度器控制。每个存储单元容量为12，即只能暂存12个数据，每个存储单元有一个输入端口一个输出端口，但12秒内要不就只能输入，要不就只能输出，即第n个12秒匀速输入12个数据，则第n+1个12秒匀速输出12个数据，输入输出交替进行。
5. 复制器负责实现数据的复制功能，每1秒输入一个数据，每1秒输出多个一样的数据。
6. 选择器负责实现数据的选择功能，每1秒输入多个数据，由调度器控制，每1秒只选择一个数据输出，没被选择的数据凭空消失。
7. 调度器（电脑）负责整个交换系统的调度管理功能。
8. 存储单元、复制器、选择器、调度器都是独立的单元。
9. 除存储单元可以暂存12秒，其他单元不具备暂存功能，即中途不能停留。
10. 交换系统需要支持每12秒输入端口上的120（输入10×12秒）个数据到输出端口上的120（输出10 x12秒）个数据的位序交换功能。即交换系统只对某12秒内输入的120个数据进行位序交换，不会对跨12秒的数据进行位序交换。但不是所有的输入数据都要输出，即可以都输出，也可以只输出一部分，也可以复制，具体参见第11、第12点描述。
11. 交换系统还需要支持复制功能，即输入端口的1个数据可以被复制成多个完全相同的数据，同时出现在多个输出端口12秒内的任何时刻。
12. 数据经过存储单元时，可以凭空消失，如存储单元实现复制功能时，第n个12秒输入a1 a2 a3～a12（～代表序号依次增长），在第n+1个12秒需要输出a2 a2  a1 a1 a1 a12，即实现了a2 a1的复制功能，而a3~a11消失了，消失的数据不会占用第n+2个12秒的存储单元容量；数据经过选择器时，没被选择的数据也会凭空消失；对于整个交换系统，输入端口的某个数据，可以不出现在输出端口，即经过交换系统，可以凭空消失。
13. 以上1～3是背景介绍，4～9是单元功能介绍，10～12是交换系统需要具备的功能。
14. 上述分类功能只是背景假定，没有实际功能。
15. **详解**

**A、交换系统示意图**



x由设计者的设计方案决定，x不同用的存储单元数量也不同，所以需要设计者自己平衡，以达到存储单元越少又能满足交换系统要求的目标。一旦设计好了，每12秒的x都相同，不能前12秒的元素经过交换系统 延迟12秒，下一分钟的元素经过交换系统 延迟24秒。

1. **交换系统需要满足的要求**

（1）输出的120个位置上的数据相互独立，每个位置上的数据都可以来自输入的120个位置上的数据之一或者空，空代表此位置不输出，具体如下



（2）输入的120个位置中任何一个也可以为空，空代表不输入。可以认为120个位置摆放的数据各不相同。



1. **交换系统的入参**

A1\_1来自于输入端口的120数据中的哪一个，或者空；

A1\_2来自于输入端口的120数据中的哪一个，或者空；

...

A10\_12来自于输入端口的120数据中的哪一个，或者空；

一共120个入参，这120个入参代表了输出相对输入的关系。

1. **调度器**

将 入参 预先 输入给调度器（即需要完成什么样的交换，您是预先知道的），调度器根据入参调度其他单元运作（如指挥存储单元中数据的位序调整输出、指挥选择器的选择输出，所以**在调度算法描述中需要明确写出每个单元每1秒钟的操作是怎样的**），最终使得输出的A1\_1，A1\_2，...，A10\_12满足入参要求。

**交换系统搭建后（即存储单元、复制器、选择器互联关系确认后，后继不能修改各单元互联关系），可以随意改变入参，得到不同的交换结果。即一套交换系统需要支持所有可能的入参。**

1. **复制器**
2. 复制输出n（1≤n≤10）个一样的数据，延时为0。
3. 复制器的输入，可以来源于一条输入端口，也可以来源于一个选择器的输出，也可以来源于一个存储单元的输出，具体怎么用看设计者的设计方案。
4. 复制器输出中的某只脚，可以连接到一个存储单元的输入，也可以连接到一个选择器输入中的某只脚，也可以连接到一条输出端口，具体怎么用看设计者的设计方案。



1. **选择器**
2. 从n（1≤n≤10）个输入数据中选一个输出，或者不输出，选择器延时为0。
3. 选择器的某只输入脚，可以来源于一个存储单元的输出，也可以来源于一个复制器的某只输出脚，可以来源于一条输入端口，具体怎么用看设计者的设计方案。
4. 选择器的输出，可以连接到一个存储单元的输入，也可以连接到一条输出端口，也可以连接到复制器的输入，具体怎么用看设计者的设计方案



1. **存储单元**
2. 每个存储单元容量固定为12。实现交换或者复制的示意图如下。
3. 每个存储单元每12秒钟只能使用一个端口，要不就只能输入，要不就只能输出，即第n个12秒匀速输入12个元素，则第n+1个12秒匀速输出12个元素，输入输出交替进行。
4. 存储单元在某个12秒重新接收数据输入的时候，存储单元在之前其他个12秒接收并存储的数据就已经消失了，即可以认为存储单元在该个12秒接收输入数据前就已经为空。
5. 存储单元的输入，可以来源于一条输入端口，也可以来源于一个选择器的输出，也可以来源于一个复制器输出的某只脚，也可以来源于另一个存储单元的输出，具体怎么用看设计者的设计方案。
6. 存储单元的输出，可以连接到一个选择器输入的某只脚，也可以连接到一个复制器的输入，也可以连接到一条输出端口，也可以连接到另一个存储单元的输入，具体怎么用看设计者的设计方案。



**4、问题**

**请大家设计出符合上述要求的交换系统方案。要求：**

1. 请您以Word输出整体运作方案，并将其中要点以PPT形式输出， 在极致挑战环节进行宣讲。其中整体运作方案文档需要包含以下内容：

A存储单元个数（越少越好）。

B系统各单元互联图。用图表明存储单元、复制器、选择器的互联关系和数据流向。

C系统设计介绍。根据A要求的互联图，详细介绍整个系统的设计思路。

D调度器的控制。需要明确写出每个单元每秒钟的操作是怎样的。

E测试用例描述。介绍如何设计测试用例以证明所设计系统的正确性。

1. 加分项。用C/Python/Matlab等主流程序描述调度算法，用VHDL/Verilog实现整个系统，自行生成测试用例验证所设计算法。

要求：请您以Word输出整体运作方案，并将其中要点以PPT形式进行输出，在极致挑战环节进行宣讲。