

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ НА ЛОГИЧЕСКИ СХЕМИ

Лекция

13. МИКРОПРОГРАМНИ АВТОМАТИ

13.1. Принцип на микропрограмното управление

13.1.1. Кратки исторически сведения

За първи път терминът *микропрограмиране* (*microprogramming*) е бил въведен в 1951 година от английския специалист по изчислителна техника Морис Уилкс (Maurice Vincent Wilkes).

Занимавайки се с проблемите на системния подход към проектирането, Уилкс пръв през 1951 година предложил понятието *микропрограма* заедно с логическа структура на краен автомат, който е известен днес като *автомат на Уилкс*. Микропрограмната техника в следващите години се развива и внедрява усилено, като се превръща в принцип за съвременните ЕИМ - принцип на *микропрограмно управление*. В тези години това управление се наричало "*със запаметена логика*". Схемата за управление разработена от Уилкс е осъществена за първи път в построената под негово ръководство в Кембриджския университет машина **EDSAC II** (Electronic Delay Storage Automatic Calculator). Днес принципът на микропрограмно управление позволява да се реализират забележителните идеи за пълно и многократно изменение на системата от команди на изчислителната машина.

13.1.2. Същност

Във всяко устройство за обработка на информация могат да бъдат идентифицирани функционално операционен автомат и управляващ автомат. Работата на такова дискретно устройство (ДУ) обикновено се заключава в реализацията на някакъв алгоритъм за обработка на информацията, т.е. в изпълнението на подредена последователност от определени операции над постъпващите данни. При построяването на такива ДУ (със средна и висока сложност) е целесъобразно да се използва *принципът на микропрограмното управление*, състоящ се в следното: 1) всяка операция реализируема от устройството се разглежда като сложно действие, което се разделя на последователност от елементарни действия наречени *микрооперации*; 2) за управление реда на следване на микрооперациите се използват *логически условия* x_i , приемащи в зависимост от резултатите от изпълнението на микрооперациите значения 1 или 0; 3) процесът на изпълнение на операциите в устройството се описва във форма на алгоритъм, представен с термините микрооперации и логически условия и наречен *микропрограма*; 4)

микропрограмата се използва като форма за представяне на функциите на устройството, въз основа на която се определя неговата структура и ред за функциониране.

Определения:

Микрооперация е елементарно преобразуване на информацията в операционния автомат под въздействието на един *управляващ сигнал* $Y = (y_0, y_1, \dots, y_m)$ или Y_i .

Съвкупността от едновременно подавани конкретни стойности на управляващите сигнали се нарича *микрокоманда*.

Няколко микрокоманди заедно с условията за тяхното изпълнение съставляват *микропрограма*.

Последователна схема, реализираща микропрограмата се нарича *микропрограмен автомат* (МПА).

13.2. Блокова схема на микропрограмен автомат

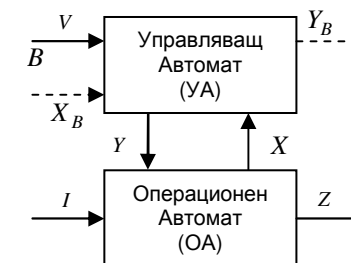
При използването на описания в 12.1.2 принцип е прието ДУ (всяко устройство за обработка на цифрова информация) да се дели на две части: *операционен автомат* (ОА) и *управляващ автомат* (УА) (фиг. 12.1).

ОА служи за съхраняване на постъпващата информация I , изпълнение на зададен набор от микрооперации, изработване на значенията на логическите условия $X = (x_0, x_1, \dots, x_1)$ и изходните сигнали Z . С други думи, ОА представлява структура, организирана за извършване на определени действия над информацията.

УА генерира последователност от управляващи сигнали $Y = (y_0, y_1, \dots, y_m)$ в съответствие със зададената микропрограма V и със значенията на логическите условия X .

Всеки управляващ сигнал y_j определя изпълнението на съответстващите микрооперации в ОА. ДУ е предназначено за изпълнение на ред микропрограми. За тази цел на УА се подава външен сигнал B , в съответствие с който започва изпълнението на една или друга микропрограма. Ако ДУ е част от система за обработка на информация то може също така да обменя специални сигнали за логически условия X_B и управление Y_B с други блокове от системата.

В състава на ОА влизат предимно типови функционални възли: дешифратори, шифратори, суматори, схеми за сравнение, регистри, броячи, аритметико-логически устройства (АЛУ), блокове памет, схеми за изпращане



Фиг. 12.1. Блокова схема на Микропрограмен автомат (МПА)

на данни и т.н. Броят на елементите памет съдържащи се в ОА определя разрядността на обработваемите данни. Трудоемкостта и сложността при проектирането на ОА, слабо зависи от разрядността на обработваемите данни по силата на широко използваните стандартни възли, някои от които са изброени по-горе. По такъв начин ОА се определя като изпълнителна част от дискретното цифрово устройство.

Обемът на оборудването на УА зависи от сложността на реализуемия алгоритъм и от структурата на този автомат, който може да се изпълни в три варианта:

- УА с твърда (схемна, произволна, синтезируема) логика, при който логическите функции необходими за формиране на зададената последователност от управляващи сигнали Y се реализират с помощта на логически елементи с произволни свързвания (обикновено с използването на схеми с малка и средна степен на интеграция). Тук се използва *апаратния подход* за реализация на устройството.

- УА със съхраняема в паметта (гъвкава, програмируема) логика, при който сигналите Y се изработват на основата на съвкупност от управляващи думи, съхранявани в паметта на автомата. В този случай съставените микропрограми се използват в явна форма и обикновено се записват в постоянни запомнящи устройства (ПЗУ), изпълнени на основата на полупроводникови големи интегрални схеми (ГИС) с голям капацитет, което позволява да се обезпечи регулярността (подредеността) на структурата на УА и неговата компактност. Тук се използва *апаратно-програмен подход* за реализация на устройството.

- УА на основата на *програмируема логика, програмируеми логически матрици (ПЛМ, PLA (Programmable Logic Arrays))*, в които зададените функции се реализират с помощта на ГИС и свръх големи интегрални схеми (СГИС). Това са програмируеми устройства – Field-Programmable Device (FPD). FPD е общ израз за обозначаване на интегрална схема, използвана за изграждане на логически устройства, вътрешната конфигурация на която се определя от крайния потребител. Обикновено тези схеми съдържат в себе си определен брой комбинационни логически елементи и тригери (макроклетки), от които посредством програмно избираеми връзки се постига реализирането на различни логически функции и устройства. Програмирането на такива прибори често изисква поставянето на чипа в специализиран програматор (включен в програмна среда, представляваща цялостна система за проектиране, която реализира пълен цикъл на разработка на цифрови препрограмируеми прибори, от етапа на въвеждане на изходното описание на проекта, синтеза, моделирането, разполагането, трасирането до програмирането на прибора), но по-съвременните от тях могат да се конфигурират (програмират) „на място” (on chip), т.е. след запояването им на печатната платка. Видовете програмируема логика са: Simple Programmable Logic Devices (SPLD), Complex Programmable Logic Devices (CPLD), Field

Programmable Gate Arrays (FPGA), Field Programmable Inter Connect (FPIC). Производители на програмируема логика са Xilinx, Altera, Actel, Lucent, Motorola, DynaChip, QuickLogic и др. Това позволява да се съчетаят много от достойнствата на първите два варианта (метода).

По такъв начин използването на принципа на микропрограмното управление позволява, да се подреди и опрости процедурата на логическото проектиране на ДУ, обезпечава регулярността на техните структури, а така също открива възможност за широко използване на съвременни ГИС.

Принципът на микропрограмирането се използва при създаването на микропроцесори и устройства на тяхна основа. Това позволява не само да се сложи ред в управлението, но и дава възможност да се формира система от команди за микропроцесорите, изхождайки се от наличните системи микрокоманди.