

توضیحی در مورد پروژۀ



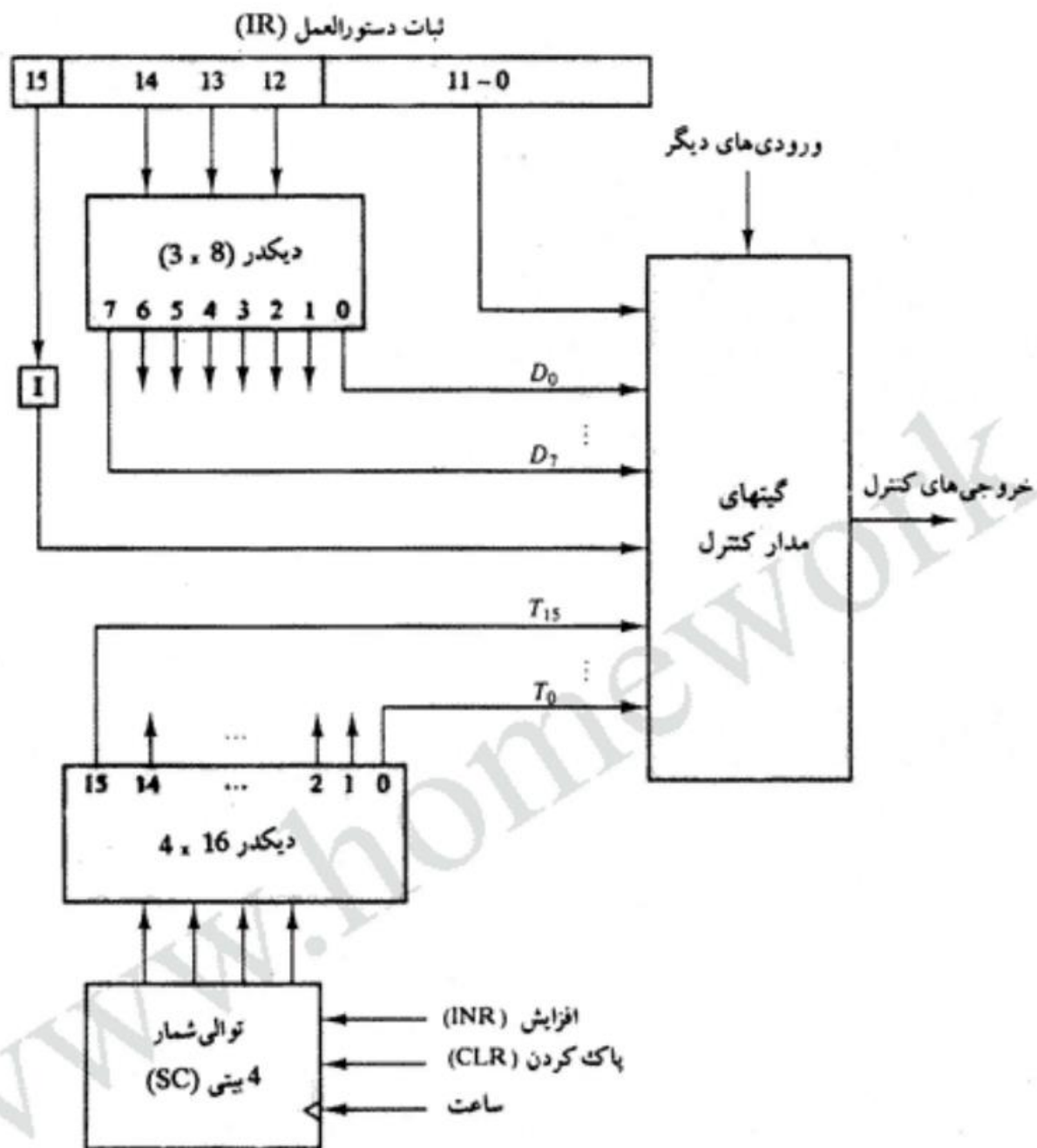
وظیفه control unit یا واحد کنترل در CPU چیست؟

واحد کنترل یا همان control unit مداری در داخل پردازنده کامپیوتر است که وظیفه هدایت عملیات را در داخل پردازنده بر عهده دارد.

واحد کنترل تمامی سیگنال‌های کنترلی پردازنده را مدیریت می‌کند و واحد CU از پردازنده در حقیقت به عنوان مغز کامپیوتر ساخته می‌شود زیرا این واحد دستورات را مدیریت و پاسخ دهی می‌کند و از اجرا شدن به طور صحیح دستورالعمل‌های صادر شده اطمینان حاصل می‌کند.

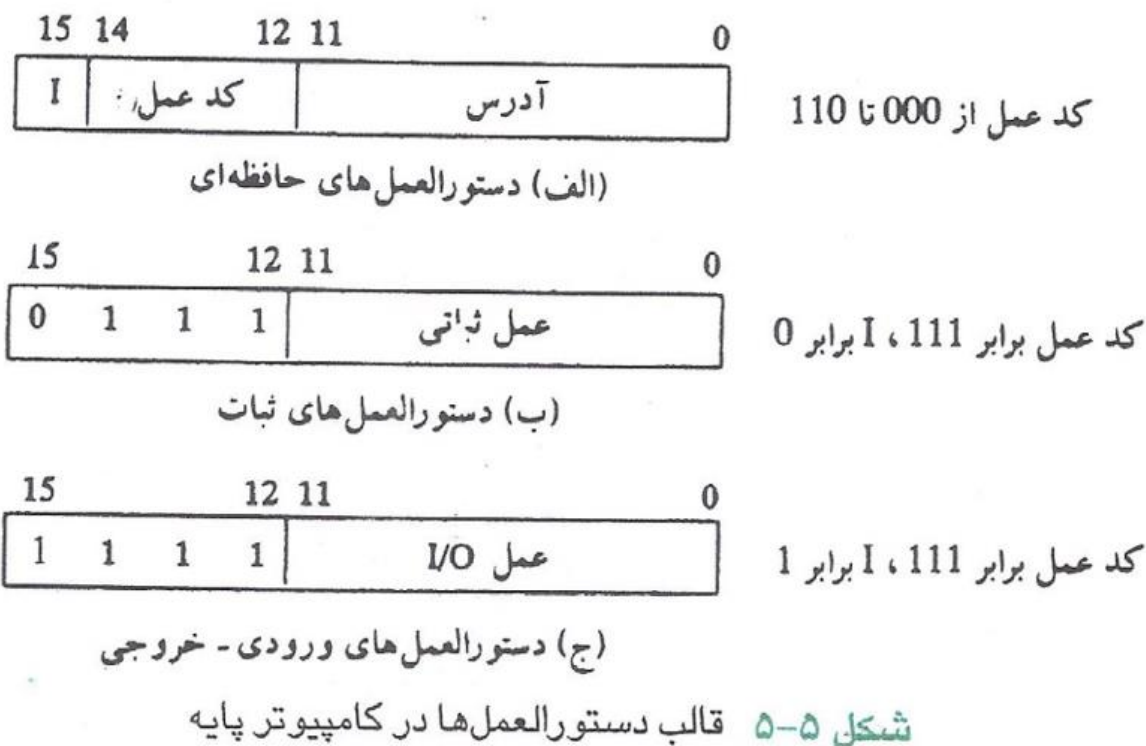
در محیط کامپیوتری، واحد کنترل یا CPU (Central Processing Unit) نقش اصلی و مهمی در اجرای عملیات و پردازش داده‌ها دارد. CPU یکی از اجزای اصلی سیستم کامپیوتر است و به عنوان "مغز" یا "قلب" کامپیوتر شناخته می‌شود. وظایف اصلی واحد کنترل در CPU عبارتند از:

1. اجرای دستورات: واحد کنترل مسئول اجرای دستورات برنامه‌ها و عملیات محاسباتی مختلف است. زمانی که یک برنامه در حال اجرا است، دستورات آن توسط واحد کنترل CPU تفسیر و اجرا می‌شوند.
2. مدیریت حافظه: CPU مسئول مدیریت حافظه‌های مختلف سیستم است. این شامل خواندن و نوشتن داده‌ها به حافظه RAM، حافظه Cache و حافظه‌های دیگر است.
3. تعامل با سایر اجزای سیستم: واحد کنترل CPU برای ارتباط با سایر اجزای سیستم مانند کارت گرافیک، حافظه‌های ذخیره‌سازی، پورت‌ها و دستگاه‌های ورودی/خروجی مسئول است.
4. اجرای عملیات حسابی: CPU قادر به انجام عملیات حسابی ساده (مانند جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) و پیچیده‌تر (مانند عملیات منطقی و شمارش) است.
5. کنترل جریان داده: واحد کنترل CPU مسئول کنترل جریان داده درون سیستم است. این شامل مدیریت شروع و پایان عملیات، تعامل با داده‌های ورودی و خروجی، و برنامه ریزی اجرای دستورات مختلف است.



شکل ۵-۶ واحد کنترل کامپیوتر

ثبات دستور العمل (IR)



ثبات دستورالعمل یا IR بخشی از واحد کنترل پردازنده است که دستورالعمل در حال اجرا یا رمزگشایی را ذخیره می‌کند. در پردازنده‌های ساده هر دستورالعملی که قرار است اجرا شود در این ثبات لود می‌شود. فرق IR با شمارنده برنامه (PC) (program counter) این است که IR دستورالعمل را ذخیره می‌کند ولی PC آدرس آنرا در حافظه.

کامپیوتر پایه مورد بحث دارای سه قالب دستورالعمل مطابق شکل می‌باشد این قالب‌ها ۱۶ بیتی هستند بخش عمل کد دستور سه بیتی است و مفهوم بقیه بیت‌ها به نوع کد وابسته است دستورالعمل‌های ارجاع به حافظه از ۱۲ بیت برای تعیین آدرس و یک بیت برای مشخص کردن روش آدرس استفاده می‌کنند برای آدرس دهی مستقیم ۱ برابر است با صفر و برای آدرس دهی غیر مستقیم ۱ برابر است با یک؛

دستورالعمل‌های ارجاع به ثبات با کد عملی ۱۱۱ و یک بیت صفر در انتهاالیه سمت چپ آن بیت پانزده قابل تشخیص هستند. دستورالعمل‌های ثباتی عمل را بر روی AC و یا هر تستی بر روی آن را مشخص می‌نمایند در این دستورات عملوندی از حافظه مورد نیاز نیست. بنابراین از ۱۲ بیت باقی مانده برای مشخص کردن عمل و یا تست مورد نظر استفاده می‌شود به طور مشابه دستورات ورودی خروجی نیز نیاز به ارجاع به حافظه ندارد و با کد عملیاتی ۱۱۱ و یک در بیت انتهاالیه سمت چپ دستور قابل تشخیص هستند این ۱۲ بیت نوع عمل ورودی خروجی و یا تستی که باید انجام شود را مشخص می‌سازد.

واحد کنترل کامپیوتر نوع دستورالعمل را با توجه به بیت‌های مکان‌های ۱۲ تا ۱۵ دستورالعمل تشخیص می‌دهد. اگر سه بیت کد عمل در مکان‌های ۱۲ تا ۱۴ برابر ۱۱۱ نباشند دستور از نوع ارجاع به حافظه است بیت ۱۵ به عنوان بیت روش آدرس دهی ۱ در نظر گرفته می‌شود. اگر سه بیت کد عمل ۱۱۱ باشد واحد کنترل بیت مکان ۱۵ را بررسی می‌نماید. اگر این بیت مکان ۱۵ را بررسی مینماید. اگر این بیت صفر باشد دستور از نوع ارجاع به ثبات است اگر بیت مذکور یک باشد دستور از نوع ورودی خروجی است هنگامی که کد عمل یک باشد بیت مکان ۱۵ با ۱ مشخص می‌شود ولی به عنوان بیت روش آدرس دهی به کار نمی‌رود.

پیاده سازی یک دیگر با استفاده از دستور **case** و **always**

```
module decoder3to8( Ip0, Ip1, Ip2, Op0, Op1, Op2, Op3, Op4, Op5, Op6, Op7, EN );
    input  Ip0, Ip1, Ip2;
    input  EN;
    output reg Op0=0, Op1=0, Op2=0, Op3=0, Op4=0, Op5=0, Op6=0, Op7=0;

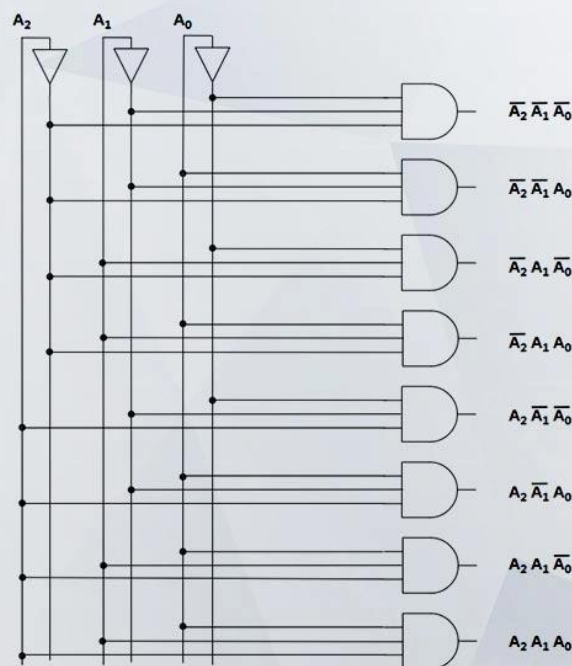
    always @ (*)
    begin
        Op0=0;
        Op1=0;
        Op2=0;
        Op3=0;
        Op4=0;
        Op5=0;
        Op6=0;
        Op7=0;
        if (EN==1'b1)
        begin
            case ({Ip2,Ip1,Ip0})
                3'b000: Op0=1;
                3'b001: Op1=1;
                3'b010: Op2=1;
                3'b011: Op3=1;
                3'b100: Op4=1;
                3'b101: Op5=1;
                3'b110: Op6=1;
                3'b111: Op7=1;
                default: begin
                    Op0=0;
                    Op1=0;
                    Op2=0;
                    Op3=0;
                    Op4=0;
                    Op5=0;
                    Op6=0;
                    Op7=0;
                end
            endcase
        end
    end
endmodule
```

Decoder 3*8

کدبردار (به انگلیسی: Decoder) دستگاه، مدار، مبدل، نرم افزار، الگوریتم یا شخصی است که پیام/اطلاعات کدگذاری شده توسط کدگذار را به حالت اولش باز می گرداند به طوری که اطلاعات اصلی را می توان بازیابی کرد.

در مدار منطقی رمزگشا یا دیکودر مداری است که دارای n پایه ورودی و حداکثر 2^n پایه خروجی است که بسته به ترکیب سیگنال های ورودی، در هر لحظه تنها یکی از 2^n پایه فعال می شود. دیکودرها دارای انواع دو به چهار، سه به هشت، چهار به شانزده و ... هستند. کاربرد اصلی دیکودر در مدارهای دیجیتال، دسترسی به خانه های حافظه است. مدار دیکودر می تواند شامل یک سیگنال فعال ساز (En) باشد. اگر سیگنال فعال ساز وجود نداشته باشد، مدار دیکودر غیرفعال خواهد شد و عمل نخواهد کرد. دیکودرها را می توان به یکدیگر متصل کرد تا یک دیکودر بزرگتر حاصل شود. مثلاً می توان دو دیکودر ۲ به چهار را به هم متصل کرد تا یک دیکودر ۳ به ۸ دست آید.

سخت افزار داخلی یک دیکودر ۳ به ۸



پیاده سازی یک دیگر با استفاده از دستور **if,else if** و **always**

```
module decoder24(  
    input [1:0] x,  
    input en,  
    output [3:0] y  
);  
  
always(*)  
begin  
  
    if (en==0)  
    begin  
        y=4'b0000;  
    end  
  
    else if (x==0)  
    begin  
        y=4'b0001;  
    end  
  
    else if (x==1)  
    begin  
        y=4'b0010;  
    end  
  
    else if (x==2)  
    begin  
        y=4'b0100;  
    end  
  
    else if (x==3)  
    begin  
        y=4'b1000;  
    end  
  
    else  
    begin  
        y=4'bzzz;  
    end  
  
end  
  
endmodule
```

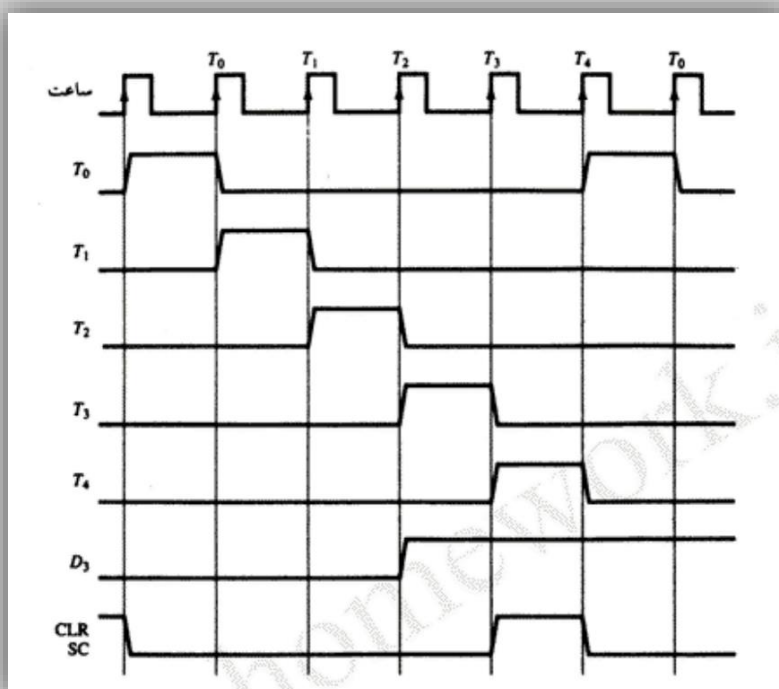
Sequence counter (SC)

Sequence counter یک نوع رجیستر در واحد کنترل CPU است که برای محاسبه و نگهداری مقادیر متوالی یا توالی‌های اعداد صحیح استفاده می‌شود. این رجیستر به طور خاص برای شمارش دستورات و تعداد عملیات‌های انجام شده توسط CPU مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Sequence counter عموماً در واحد کنترل CPU قرار دارد و وظیفه‌ای که انجام می‌دهد، مشخص کردن مراحل اجرای یک دستور و پیگیری جریان اجرای برنامه است. این رجیستر به CPU کمک می‌کند تا بتواند دستورات را به ترتیب صحیح اجرا کند و جلوگیری از اشتباهات در اجرای برنامه را فراهم کند.

با استفاده از sequence counter، CPU می‌تواند به درستی تعیین کند که کدام دستور باید در چه زمانی اجرا شود و چه تعداد دستورات باید اجرا شوند. این رجیستر به طور معمول با سایر اجزای واحد کنترل CPU تعامل دارد تا جریان اجرای برنامه را به درستی مدیریت کند.

به طور خلاصه، sequence counter یک رجیستر در واحد کنترل CPU است که برای شمارش و نگهداری مقادیر متوالی‌های اعداد صحیح و محاسبه جریان اجرای برنامه‌ها استفاده می‌شود.



دیاگرام زمانی، ارتباط زمانی سیگنال‌های کنترل را نشان می‌دهد. شمارنده SC به هنگام لبه مثبت پالس ساعت واکنش نشان داده و عمل می‌کند. در آغاز ورودی CLR شمارنده SC فعال است. اولین لبه مثبت پالس ساعت SC را صفر می‌کند که این به نوبه خود سیگنال زمانبندی T0 را که از دیکدر خارج می‌شود فعال می‌نماید T0 در طول یک سیکل پالس ساعت فعال باقی می‌ماند لبه مثبت پالس T0 فقط آن دسته از ثبات‌های را فعال می‌کند که ورودی کنترلشان به سیگنال زمانبندی T0 متصل باشد SC با هر لبه مثبت پالس ساعت یک واحد افزایش می‌یابد مگر اینکه CLR آن فعال باشد این افزایش سبب تولید سیگنال‌های T0, T1, T2, T3, T4 و غیره مطابق شکل می‌گردد اگر SC صفر نشود سیگنال‌های زمانبندی با T5 و T6 تا T15 ادامه یافته و مجدد به T0 باز می‌گردد.

به طور خلاصه، واحد کنترل در CPU گوشه‌سنج نظارت بر عملکرد کامپیوتر است و همچنین مسئول اجرای دستورات، مدیریت حافظه، تعامل با سایر اجزای سیستم، اجرای عملیات حسابی و کنترل جریان داده درون سیستم می‌باشد.