طراحی کامپیوتری سیستم‌های دیجیتال

جلسه دهم



انواع PLDs

- SPLDS (Simple Programmable Logic Devices)
  - ROM (Read-Only Memory)
  - PLA (Programmable Logic Array)
  - PAL (Programmable Array Logic)
  - GAL (Generic Array Logic)
- CPLD (Complex Programmable Logic Device)
- FPGA (Field-Programmable Gate Array)

آرایه گیت قابل برنامه ریزی در محل FPGA

FPGA با CPLD ها و SPLD ها تفاوت اساسی دارد. این تفاوت به خاطر عدم استفاده از صفحات AND و OR و استفاده از Logic Element برای پیاده سازی توابع مورد نظر است.

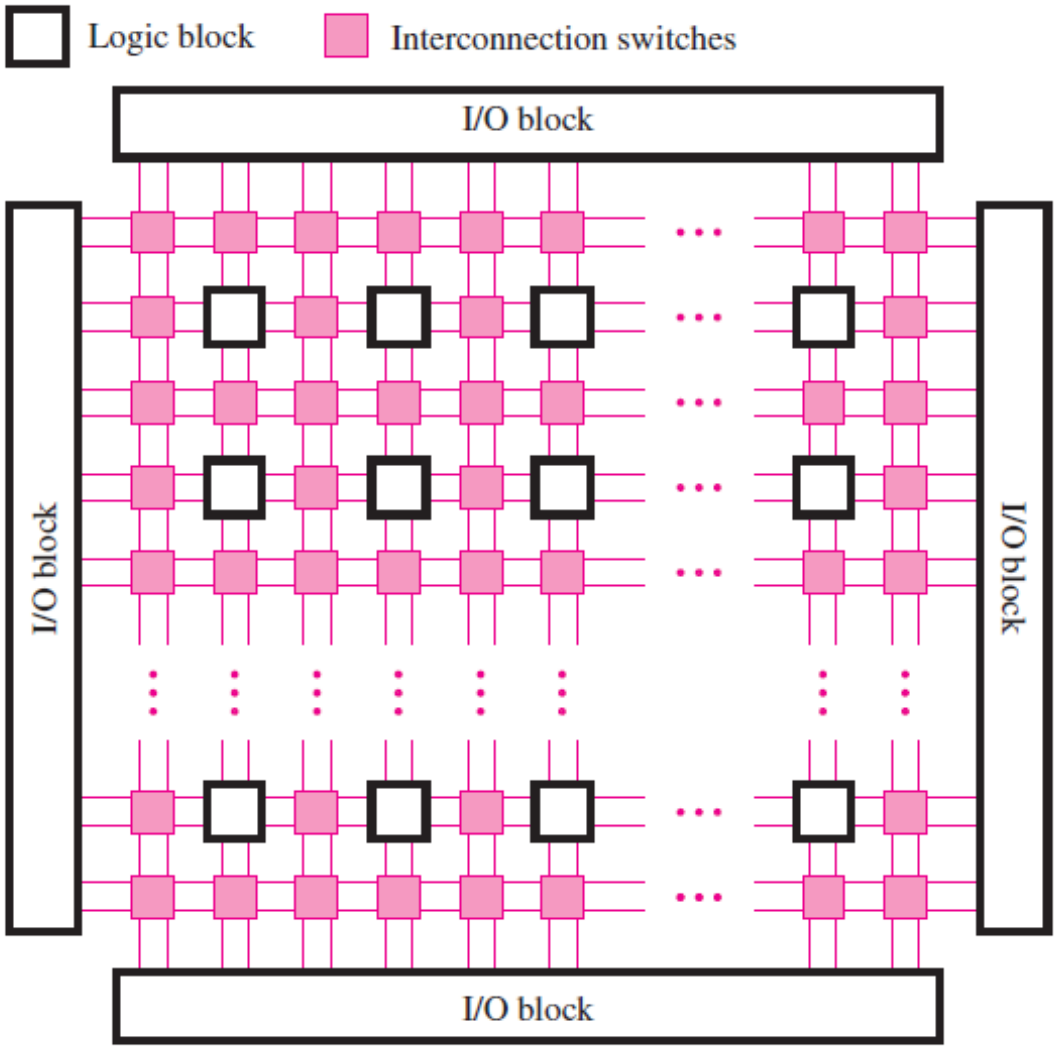
از تراشه های FPGA می توان برای پیاده سازی مدارهایی با بیش از یک میلیون گیت استفاده کرد.

تراشه های FPGA دارای سه بخش مهم هستند:

- عناصر منطق
- بلوک های I/O (جهت ارتباط با پایه های خارجی بسته بندی تراشه)
- شبکه سیم ها و کلیدهای اتصال داخلی (Routing Channels)

ساختمان داخلی FPGA

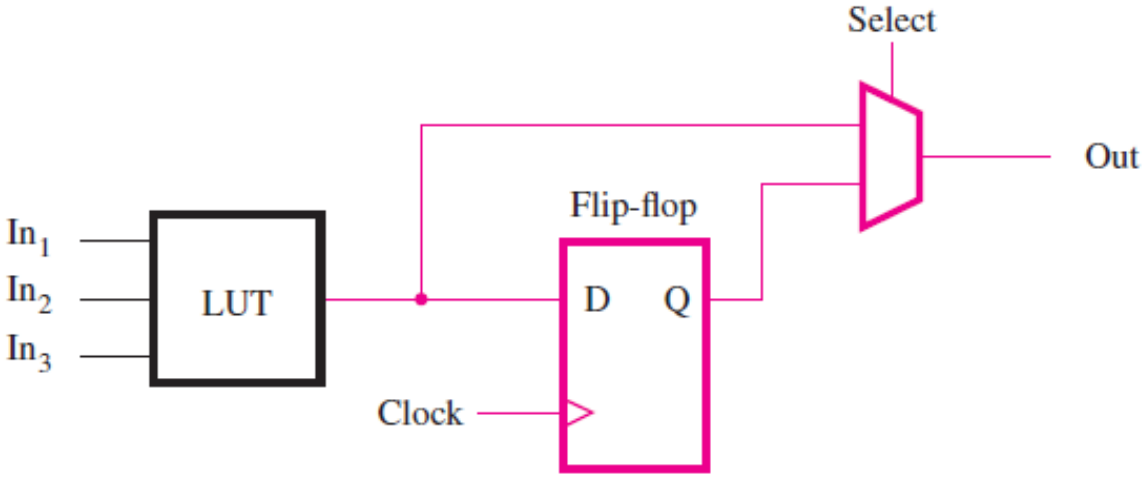
نمونه ای از یک ساختار عمومی



محتویات FPGA

متدوال ترین عنصر منطق درون FPGA ها Lookup Table است.

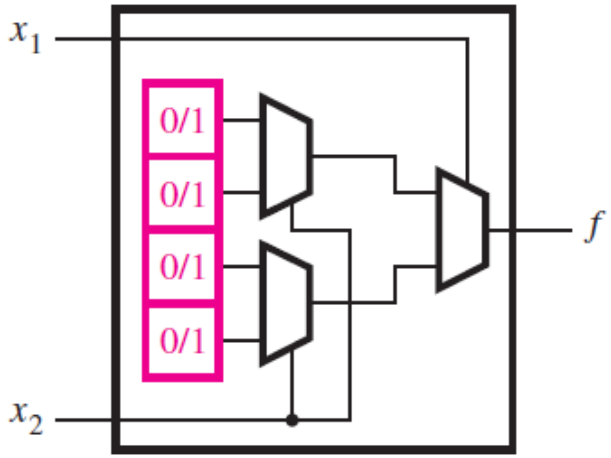
علاوه بر LUT ، عناصر منطقی دیگری مانند مالتی پلکسرها، گیت ها و فلیپ فلاپ ها در FPGA وجود دارد.



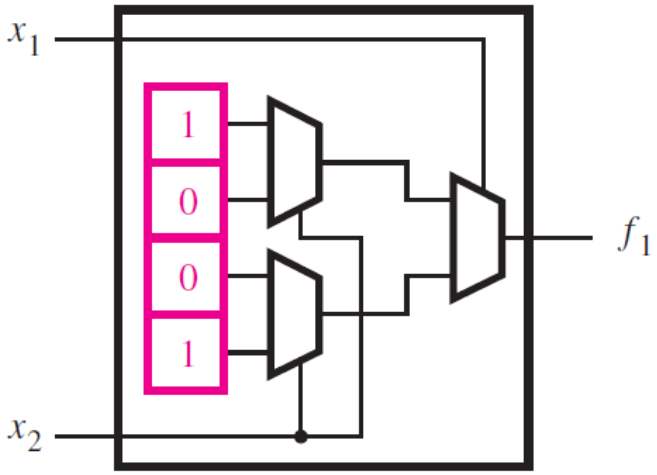
بخشی از یک Logic Block در FPGA

Lookup Table

نمونه ای از یک LUT



مدار یک LUT دو ورودی



محتویات سلول ذخیره سازی

x_1	x_2	f_1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

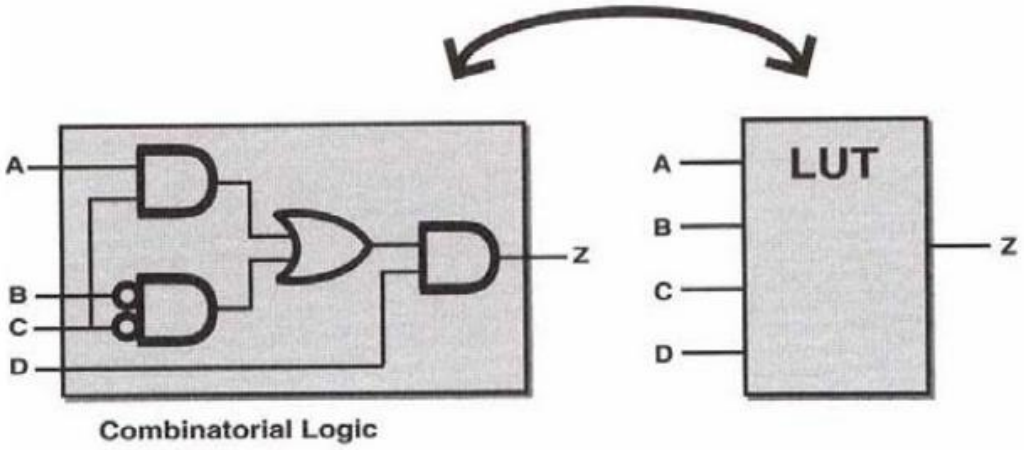
(b) $f_1 = \bar{x}_1\bar{x}_2 + x_1x_2$

LUT

هر LUT یک سلول ذخیره سازی دارد که می توان از آن برای نگه داری جدول درستی یک تابع منطقی استفاده کرد.

هر سلول ذخیره سازی قادر به ذخیره کردن یک مقدار منطقی (0 یا 1) است.

در تراشه های FPGA تجاری، LUT ها معمولا چهار تا شش ورودی دارند که به ترتیب برای هر کدام به 16 و64 سلول ذخیره سازی نیاز است.



D	C	B	A	Z
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
	•	•	•	
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

برنامه ریزی FPGA

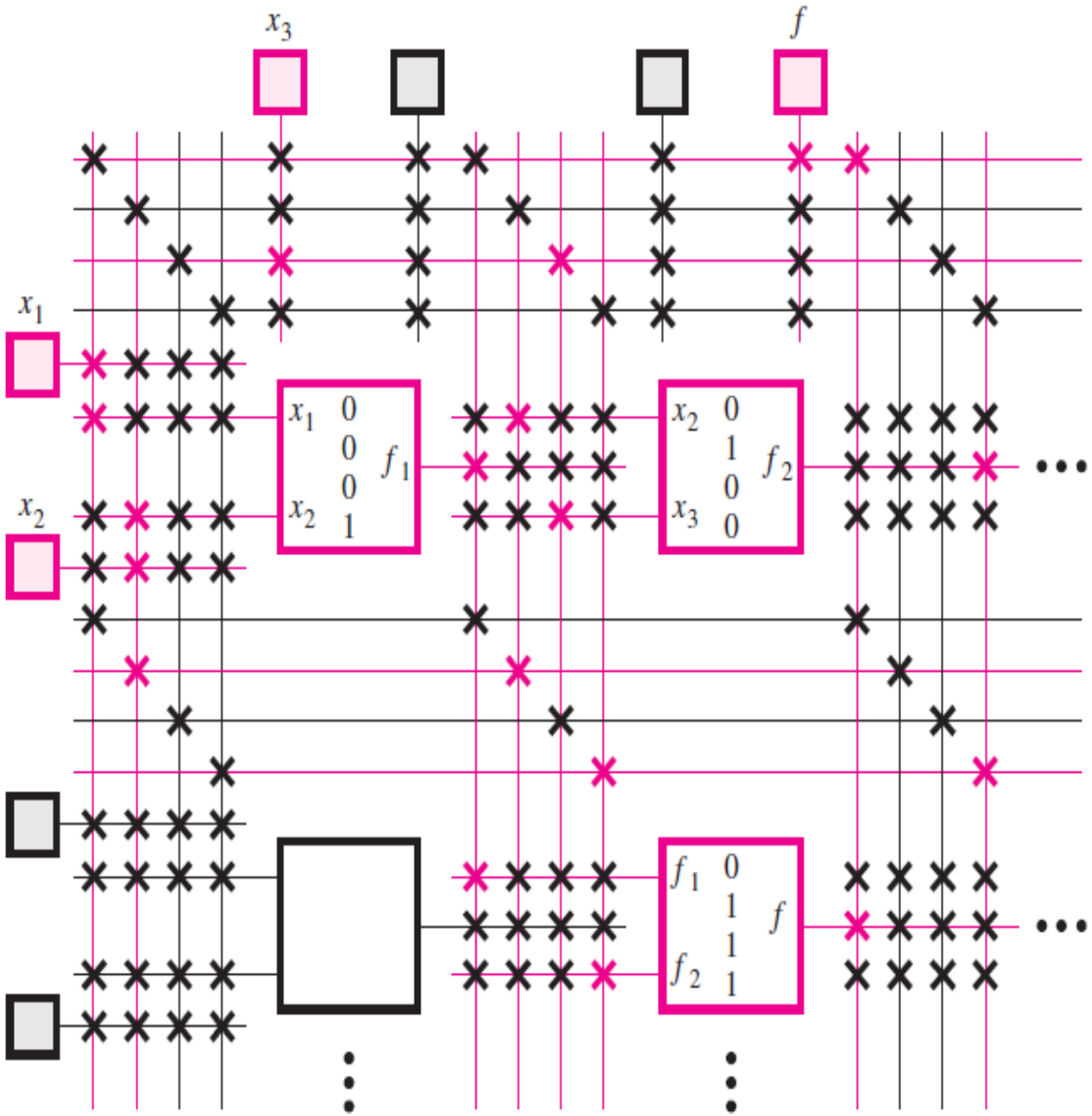
تراشه های FPGA از برنامه ریزی ISP پشتیبانی می کنند.

سلول های ذخیره سازی LUT عناصری فرار هستند یعنی در صورت قطع شدن منبع تغذیه FPGA ، محتویات آنها از بین می رود. از این رو نیاز است که بعد از هر بار روشن شدن دوباره برنامه ریزی شود.

برای نگه داری اطلاعات مربوط به برنامه ریزی معمولا در کنار FPGA از یک PROM کوچک استفاده می شود. اطلاعات در PROM به طور دایمی ذخیره شده و به محض وصل شدن منبع تغذیه به صورت خودکار در FPGA بارگذاری می شود.

نمونه ای از یکFPGA برنامه ریزی شده

خروجی f چیست؟



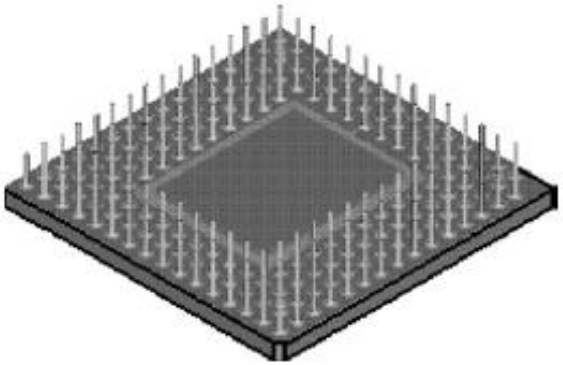
$$f_1 = x_1 x_2$$

$$f_2 = \bar{x}_2 x_3$$

$$f = f_1 + f_2 = x_1 x_2 + \bar{x}_2 x_3$$

ساختار فیزیکی

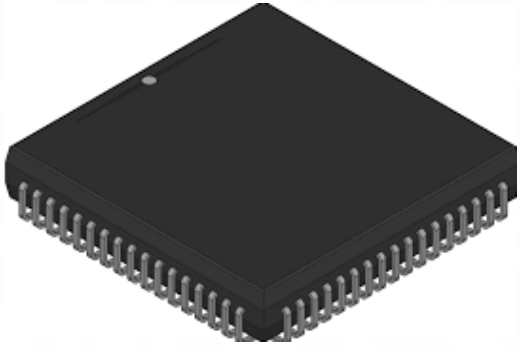
نمونه ای از بسته بندی های FPGA



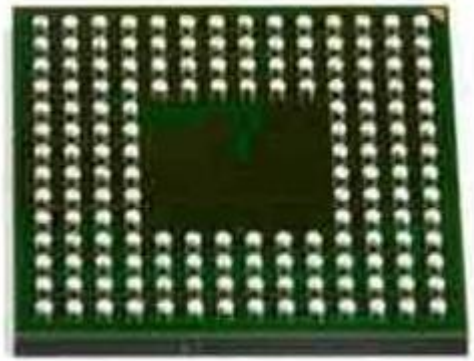
PGA Package
Pin Grid Array



QFP Package
Quad Flat Pack



PLCC Package
Plastic-leaded Chip Carrier



BGA Package
Ball Grid Array

شرکت های سازنده FPGA

شرکت های Altera و Xilinx از مهمترین تولید کننده های FPGA هستند.

ALTERA



Altera headquarters in San Jose, California.

Type	Subsidiary of Intel
Industry	Integrated circuits
Founded	1983
Headquarters	San Jose, California, United States
Key people	• John Daane (CEO) • Dan McNamara (Intel PSG leader)
Products	FPGAs, CPLDs, embedded processors, ASICs

XILINX®



Xilinx headquarters in the United States

Type	Public
Traded as	NASDAQ: XLNX NASDAQ-100 Component S&P 500 Component
Industry	Integrated circuits
Founded	1984; 35 years ago[1]
Founder	Jim Barnett Ross Freeman Bernie Vonderschmitt
Products	FPGAs, CPLDs

ASIC

Application-Specific Integrated Circuits

مدارهای مجتمع ای که صرفا برای کاربرد های خاص ساخته می شود در نتیجه برای انجام کاری که طراحی شده اند بهینه هستند.

از این مدارهای مجتمع در ساخت انواع میکرو پروسسور ها، حافظه های خواندنی-نوشتنی و RAM و ROM استفاده می شود.

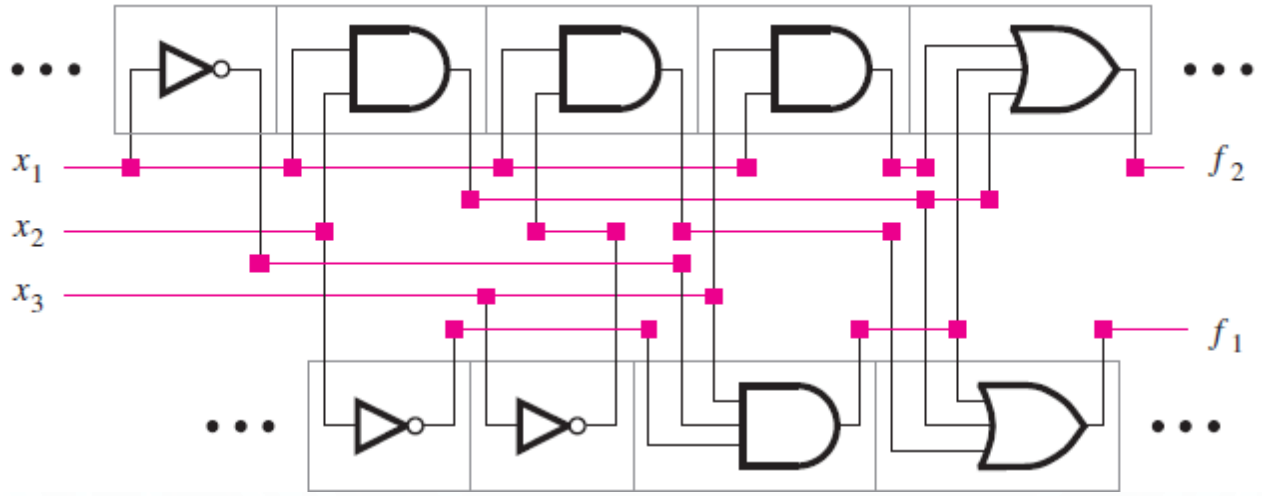
برای تولید انبوه استفاده می شود و برای تعداد محدود مقرون به صرفه نیستند.

سرعت بالا و توان مصرفی پایین تری در مقایسه با FPGA دارد.

تولید آن توسط کارخانه هزینه و زمان براست.

بخشی کوچکی از یک تراشه ASIC

خروجی $f1$ و $f2$ چیست؟



$$f_1 = x_1x_2 + x_1\bar{x}_3 + \bar{x}_1\bar{x}_2x_3$$

$$f_2 = x_1x_2 + \bar{x}_1\bar{x}_2x_3 + x_1x_3$$

مقایسه میکروکنترلر و FPGA

میکرو کنترلر ها دارای CPU و حافظه جانبی هستند. در حالی که به طور معمول در FPGA هیچ CPU ای برای پردازش و انجام عملیات و جود ندارد.

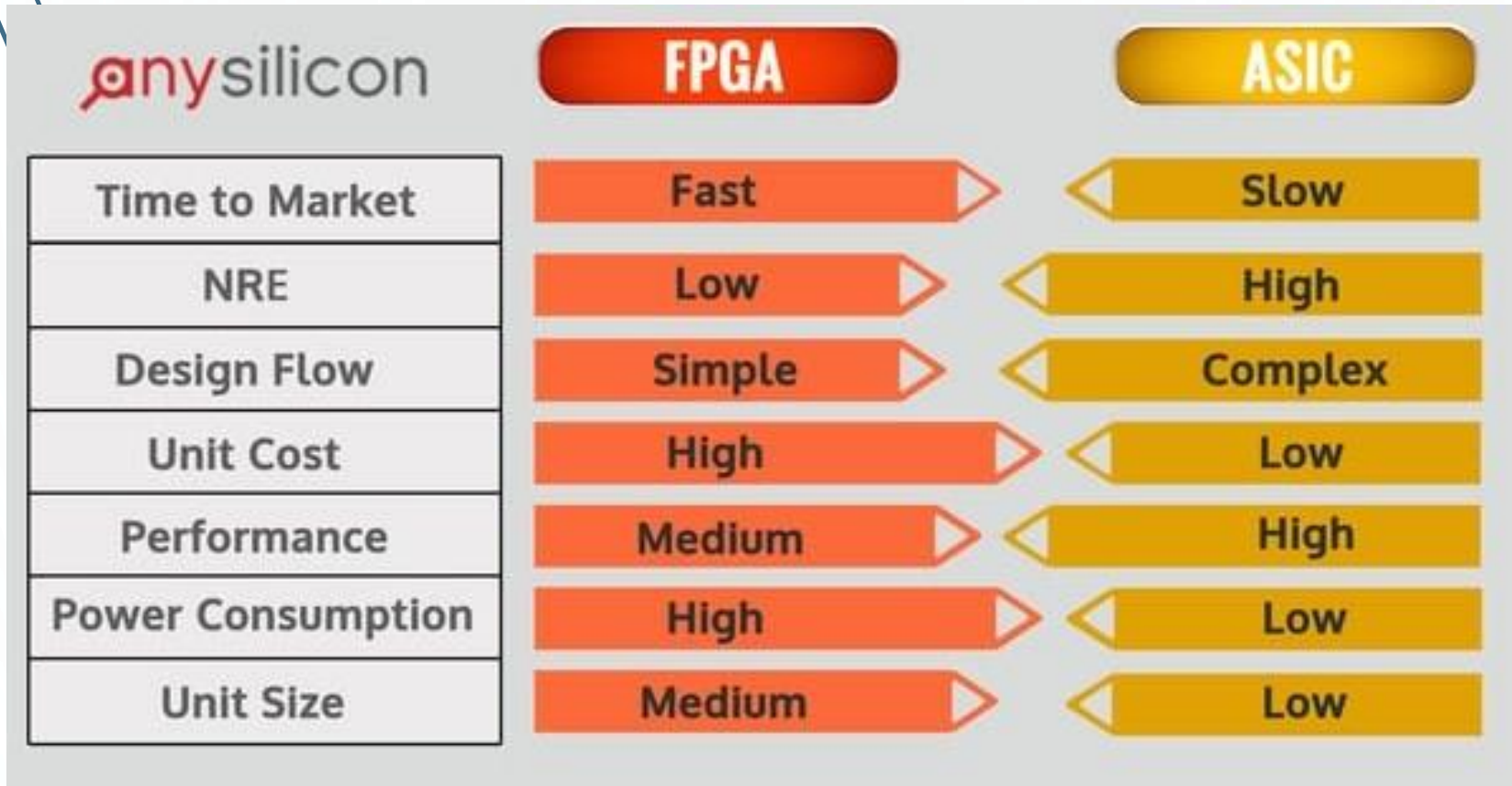
منابع و دستور العمل های میکروکنترلر مشخص و ثابت است.

FPGA سریع تر از میکرو کنترلر است و برای پردازش های موازی با سرعت بالا مناسب است.

FPGA در مقاسیه با میکرو کنترلر هزینه بیشتری دارد.

امکان کپی کردن از FPGA وجود ندارد و امنیت مدار را بالا می برد.

مقایسه ASIC و FPGA



NRE: Non-Recurring Engineering

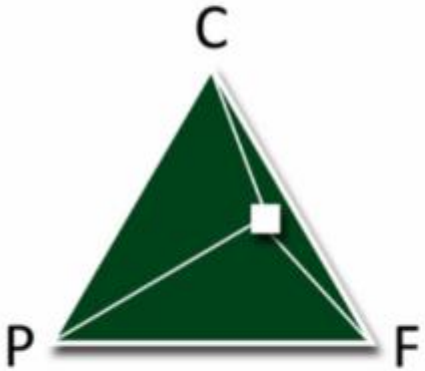
One-time cost to research, design, develop and test a new product

مقایسه

قیمت ، کارایی، انعطاف پذیری

Traditional CPU

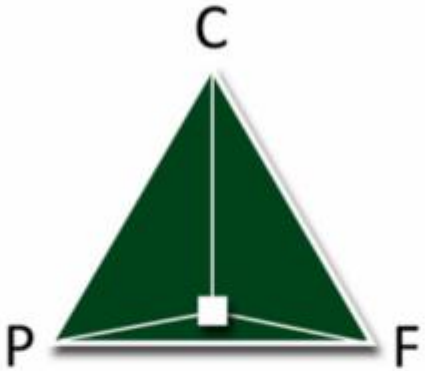




COST ~
PERFORMANCE
FLEXIBILITY ✓

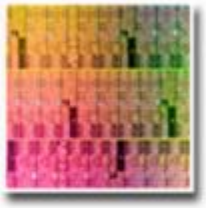
FPGA

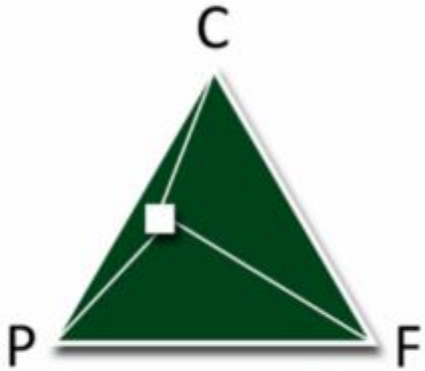




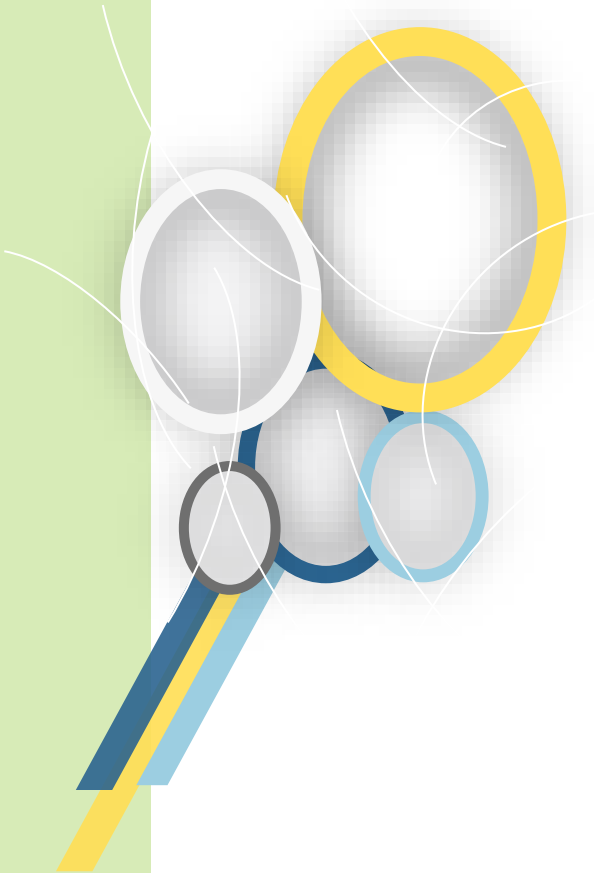
COST
PERFORMANCE ✓
FLEXIBILITY ✓

Network ASIC





COST ✓
PERFORMANCE ✓
FLEXIBILITY



خسته نباشید