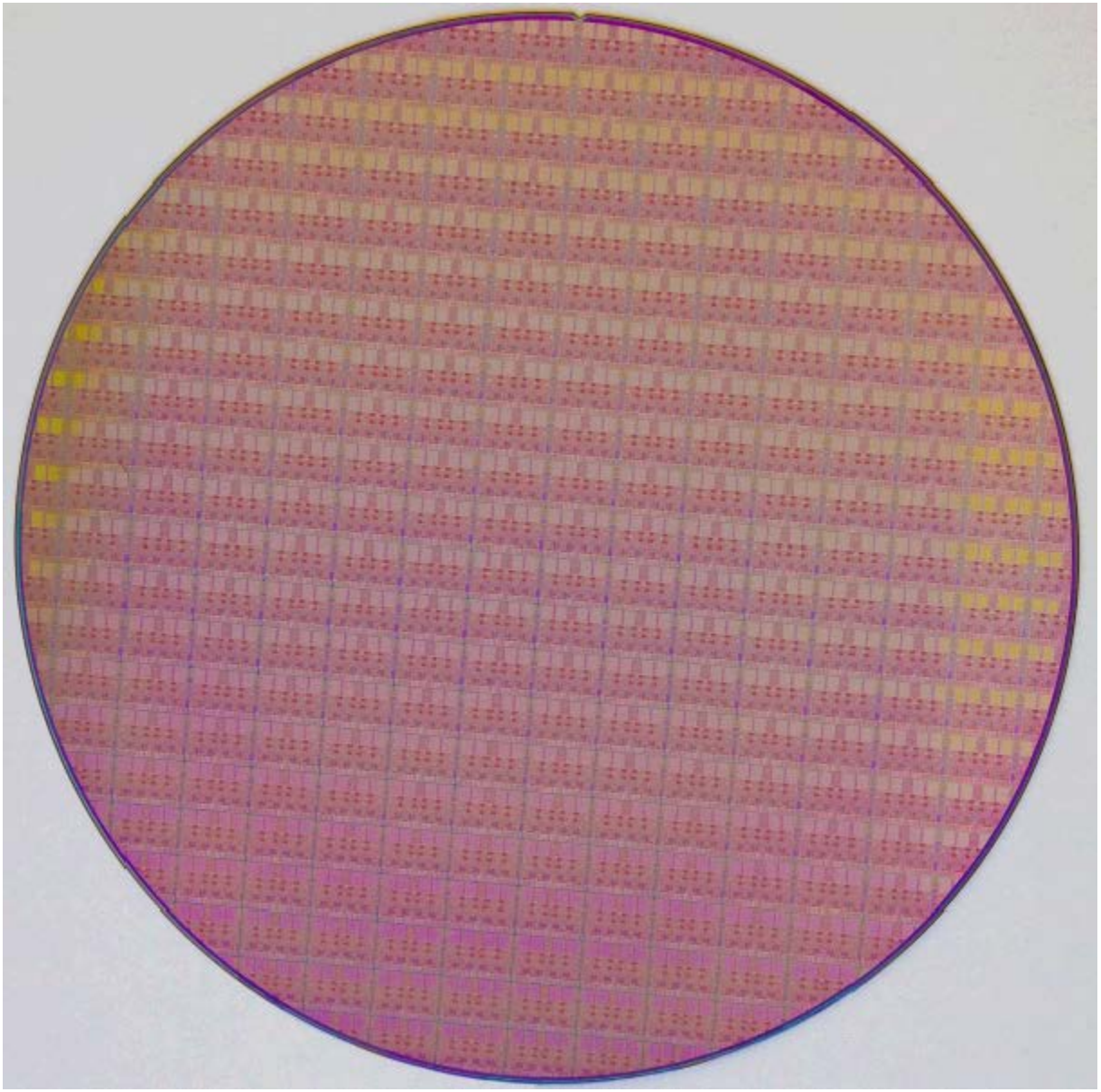
المعالج الصغري
The Microprocessor

د. حسين طياوي بحبوح
جامعة دمشق
جامعة حماة
جامعة الرشيد الخاصة

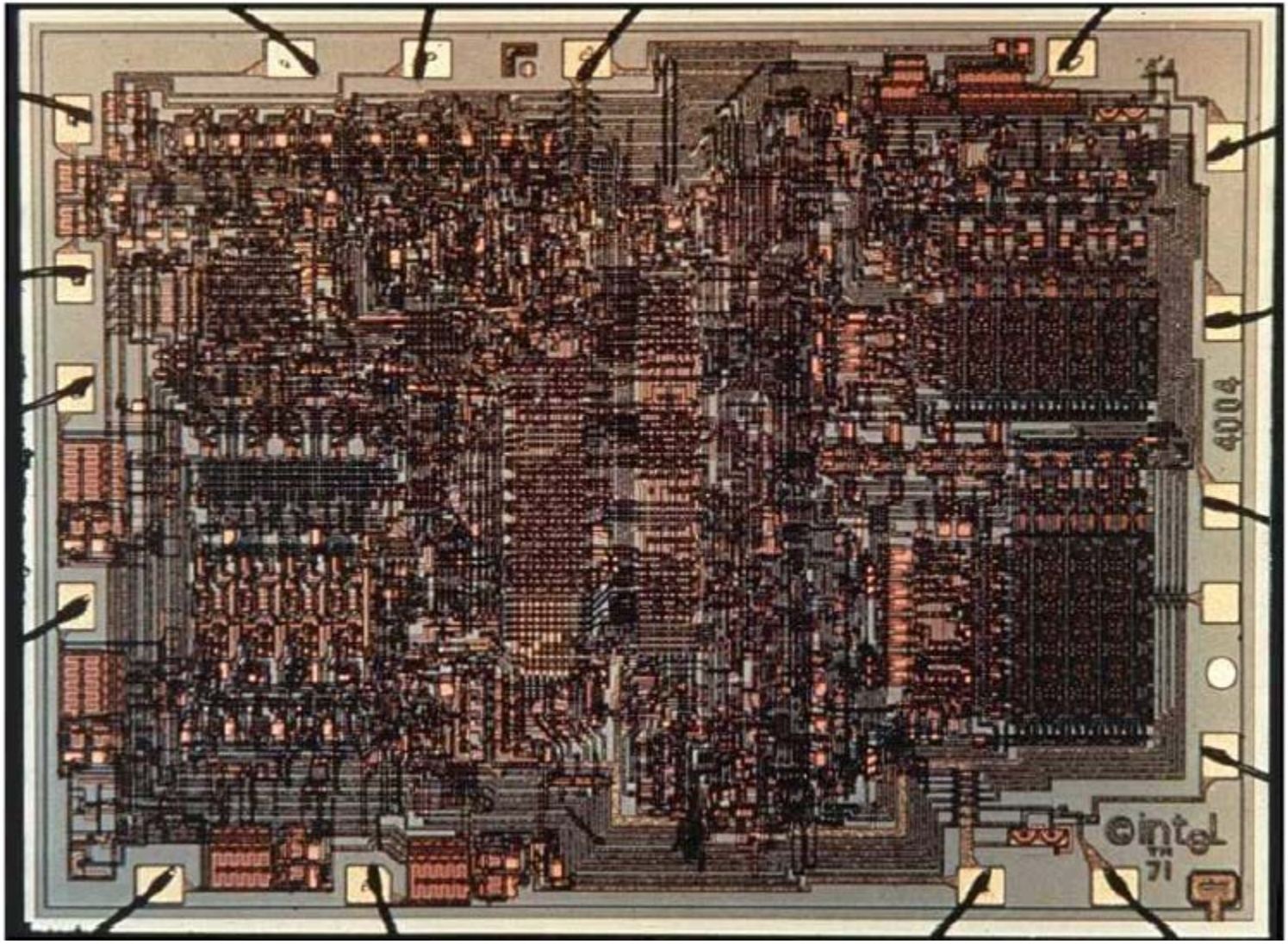
مفردات المنهج

- الفصل الأول: مقدمة في المعالجات ومفاهيم أساسية
- الفصل الثانية: الأنظمة المبنية على المعالجات
- الفصل الثالث: تصميم بعض وحدات المعالج
- الفصل الرابع: تعليمات المعالج وبرمجته

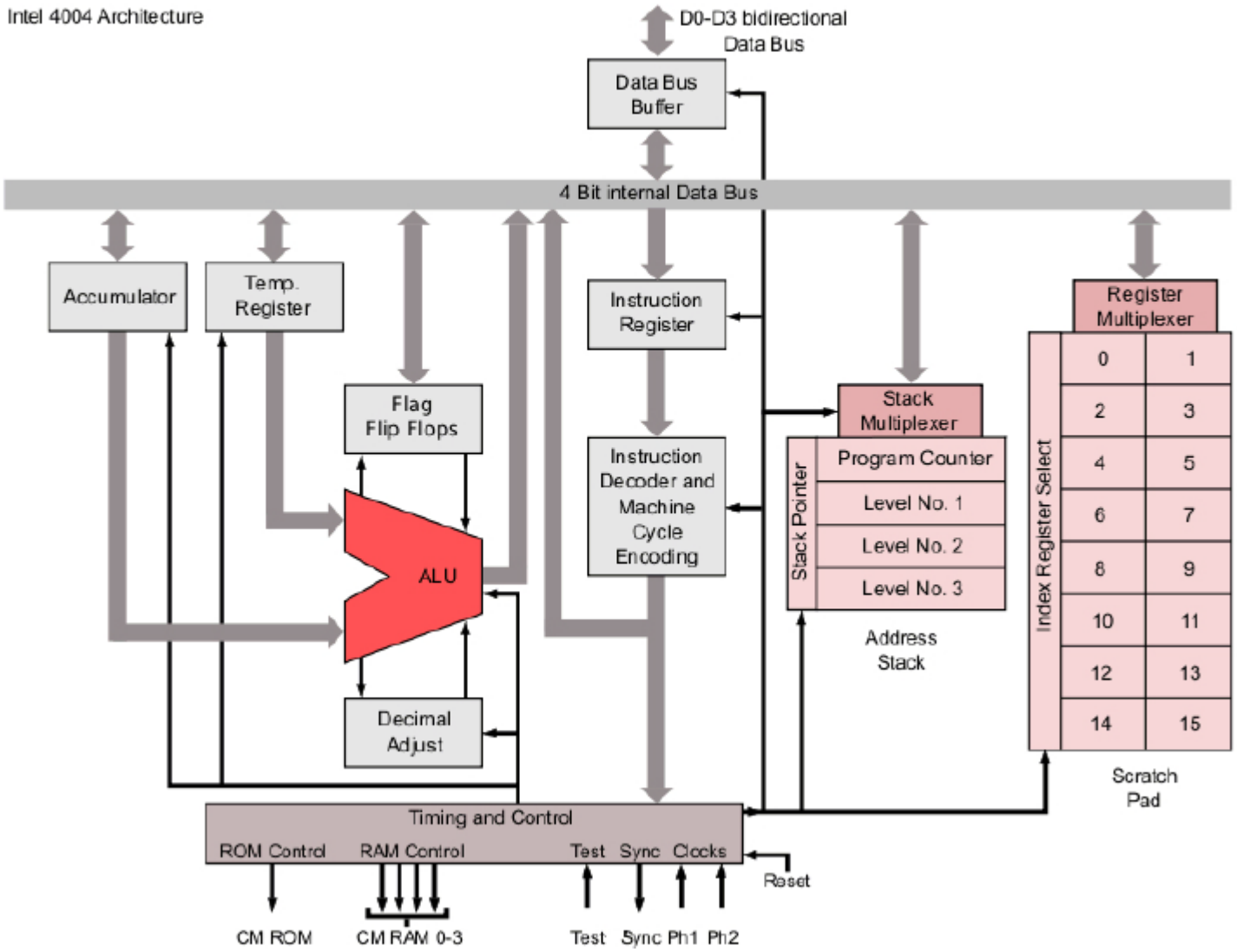
Single crystal silicon



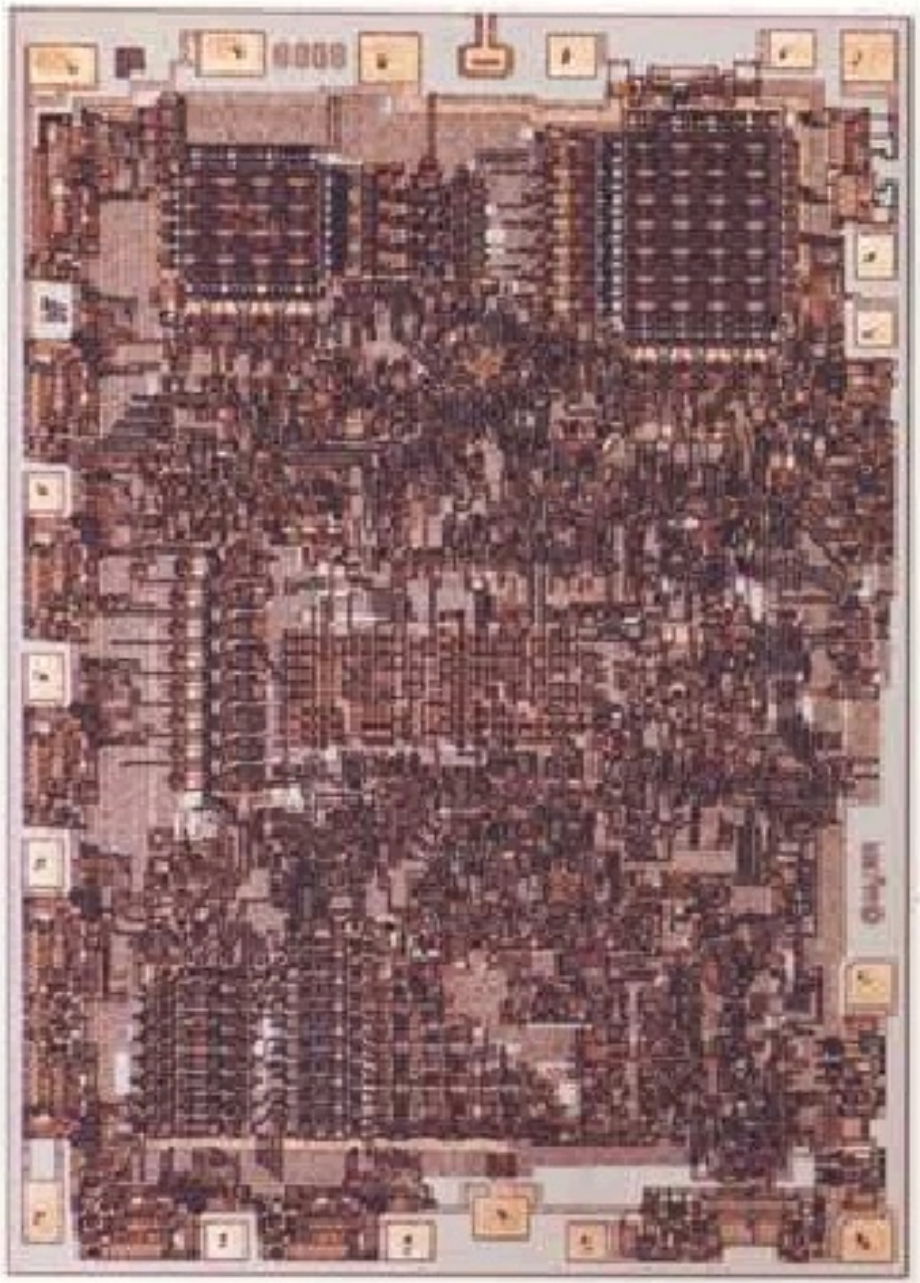
Intel 4004 (1971), 4 bit, 2300 transistors



Intel 4004 (1971), 4 bit, 2300 transistors



Intel 8008 (1972), 8/14 bit, 2500 transistors



Intel 8086 (1978), 16 bit, 20 000 transistors

المفاهيم الأساسية للمعالجات Basic Concepts of Microprocessors

تعاريف

- الميكرو كمبيوتر: هو كمبيوتر يضم ميكروبروسيسور كوحدة معالجة مركزية. وله ذاكرة ووحدات إدخال وإخراج.
- الميكروبروسيسور: هو شريحة سيليكونية تضم وحدة الحساب والمنطق ALU ومسجلات Registers ودارات تحكم.
- المتحكم الصغري microcontroller: هو عبارة عن شريحة سيليكونية تضم معالج صغري وذاكرة ووحدات إدخال وإخراج كحزمة واحدة.

ما هو المعالج الصغري؟
What is a Microprocessor?

- اشتقت الكلمة من تجمع البادئة micro والكلمة processor.
- تشير كلمة معالج processor إلى الجهاز الذي يعالج الأعداد وخاصة الثنائية (الأصفار والواحدات).
- فعليا يمكن للمعالج تنفيذ عمليات محددة على الأعداد وهذه العمليات (من حيث العدد والشكل) تعتمد على تصميم المعالج ذاته.

إلام تشير كلمة micro؟ What About micro

- في نهاية الستينات بنيت المعالجات من قطع متفرقة ونفذت المطلوب منها لكنها استهلكت مساحة كبيرة وكانت بطيئة جدا.
- في أوائل السبعينات اخترعت الشريحة الميكروية microchip مما مكننا من وضع كافة مكونات المعالج على قطعة مفردة من السيليكون، الأمر الذي أدى إلى تصغير الأبعاد آلاف المرات وزادت السرعة بشكل كبير جدا.

تعريف المعالج: Definition of the Microprocessor

- المعالج الصغري: هو وسيلة (جهاز) قابل للبرمجة يستقبل أعدادا فيجري عليها عمليات حسابية ومنطقية اعتمادا على البرنامج المخزن في الذاكرة ومن ثم يعطي أعدادا أخرى كنتائج.
- يمكن للمعالج تنفيذ مجموعات مختلفة من العمليات على البيانات التي يستقبلها اعتمادا على تتابع التعليمات المحددة في برنامج ما.
- بتغيير البرنامج تتغير طرق معالجة البيانات من قبل المعالج.

التعليمات: instructions

- صمم كل معالج كي ينفذ مجموعة من العمليات. تدعى هذه المجموعة بمجموعة التعليمة Instruction set. تحدد هذه المجموعة ما يستطيع فعله المعالج وما لا يستطيع.
- يجب أن تأتي البيانات التي يعالجها الميكروبروسيسور من أجهزة الإدخال. مهمة هذه الأجهزة إدخال البيانات من العالم الخارجي إلى النظام.
- من هذه الوحدات: لوحة المفاتيح والفأرة والماسح والحساسات وغيرها.

- يفهم المعالج فقط الأعداد الثنائية. تدعى الخانة الثنائية bit (binary digit).
- تعرف كلمة المعالج على أنها تجمع من هذه الخانات الثنائية (بايت، 16بت، 32 بت،...) وهي مؤشر على قدرة المعالج.
- معالجات انتل وموتورولا القديمة Intel 8088 و Motorola 6800 كانت ذات كلمات بطول بايت واحد.
- يمكنها التعامل مع أعداد أكبر من 1 بايت لكن بشكل متتالي.
- تم تصميم المعالجات التالية (8086 و68000) بـ 16 خانة.
- معالجات اليوم تتعامل مع 32 خانة دفعة واحدة وهناك معالجات تعالج 64 و128 خانة أيضا.

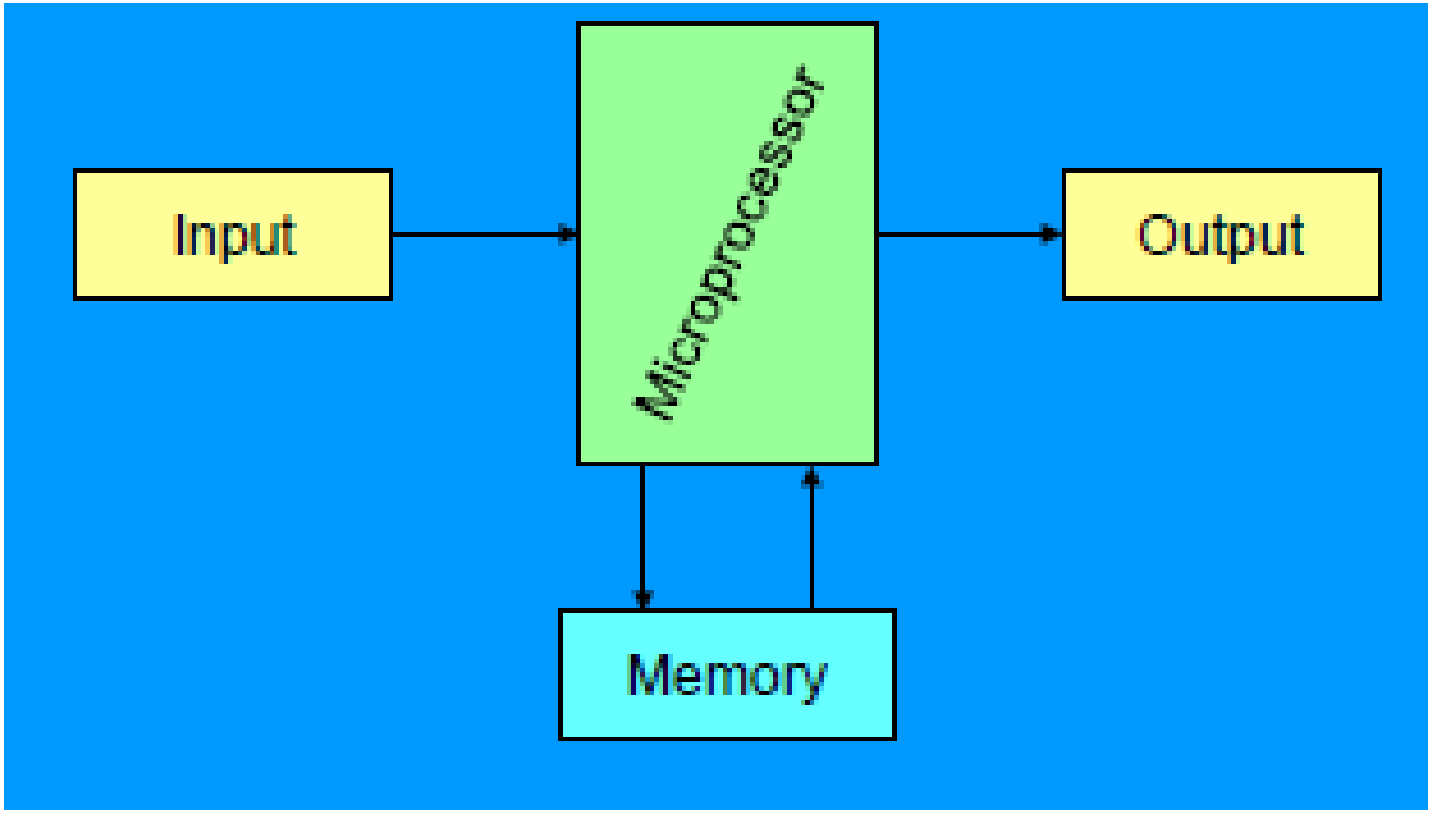
العمليات الحسابية والمنطقية:

- لكل معالج صغري عمليات حسابية مثل الجمع والطرح ضمن مجموعة تعليماته.
  - معظم المعالجات لها عمليات مثل الضرب والقسمة.
  - بعضها الآخر ذو عمليات معقدة مثل الجذر التربيعي.
- بالإضافة لذلك للمعالجات عمليات منطقية مثل AND وOR وXOR والإزاحة نحو اليسار أو اليمين وغيرها.
- يحدد عدد ونوع العمليات مجموعة تعليمات المعالج ويعتمد ذلك على المعالج المحدد.

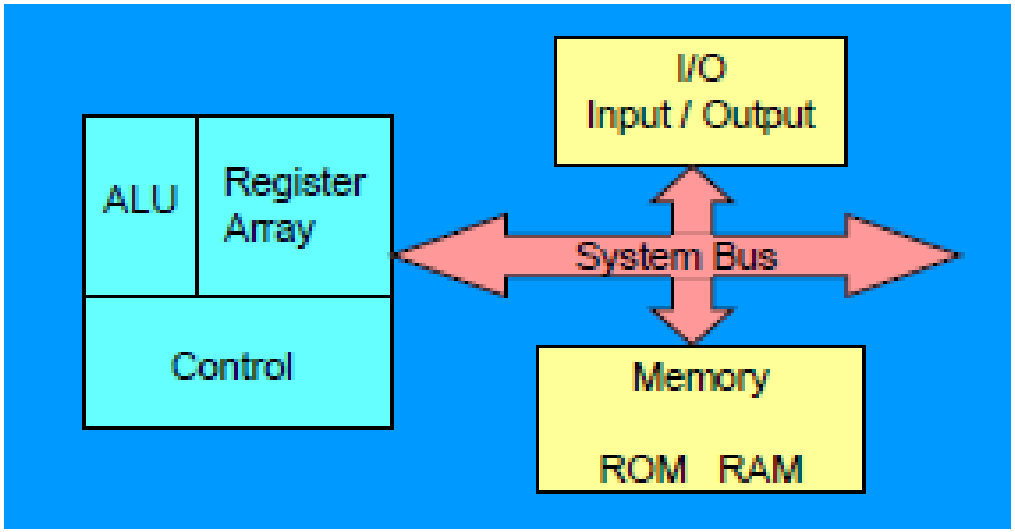
What is memory? ؟ما هي الذاكرة

- الذاكرة هي مكان تخزن فيه المعلومات عندما لا تكون قيد التعامل معها حاليا.
- الذاكرة هي تجمع من وسائل التخزين، تخزن كل وسيلة خانة واحدة وفي الغالب تدمج لتشكل تجمعات من 8 خانات يتعامل معها كوحدة مستقلة.
- وحدات قياس الذاكرة هي الكيلو بايت (2^{10}) والميجا (2^{20}) والجيجا (2^{30})...
- يقوم الحاسب أثناء تنفيذ البرنامج بجلب التعليمات من الذاكرة بشكل متتابع.
- تخزن الذاكرة أيضا بيانات البرامج اللازمة لكل تعليمة. كما تخزن البيانات (النتائج) بعد عملية التنفيذ.

النظام المبني على المعالج الصغري
Microprocessor-based system



مكونات المعالج: Components of Microprocessor



- داخليا يتكون المعالج من ثلاث وحدات هي:
- وحدة الحساب والمنطق (ALU)
- وحدة التحكم control unit
- مصفوفة من المسجلات لتخزين البيانات أثناء معالجتها.

وحدة الحساب والمنطق: Arithmetic and Logic Unit (ALU)

- وحدة من مكونات المعالج وفيها تنفذ كل عمليات الحساب المختلفة على البيانات
- تنفذ العمليات الرياضية مثل الجمع والطرح والعمليات المنطقية المختلفة

مصفوفة المسجلات Register Array

- هي جزء تخزين داخلي من المعالج صغير الحجم سريع الأداء يتم تمييز كل مسجل منه باسم مختلف مثل B, C, D, E, H, L
- تستخدم لتخزين ونقل البيانات والبرامج قيد التنفيذ.

وحدة التحكم Control Unit

- وظائفها:
  - تقدم التزامن الضروري وإشارات التحكم لكل العمليات في الحاسب
  - تتحكم وتنفذ تدفق البيانات بين المعالج والذاكرة والوحدات المحيطية
  - مسرى التحكم ثنائي الاتجاه ويساعد وحدة المعالجة المركزية في تزامن إشارات التحكم للمكونات الداخلية والخارجية.
  - تسمح إشارات التحكم هذه لوحدة المعالجة باستقبال وإرسال البيانات من الذاكرة الرئيسية.

مسرى النظام (مسرى البيانات والعناوين والتحكم)
System Bus (data, address and control bus)

- هو عبارة عن مسرى (ممر، مجموعة من الأسلاك) يربط المكونات الرئيسية لنظام الحاسب وهو يضم:
  - مسرى المعطيات: يستخدم لنقل المعلومات
  - مسرى العناوين: لتحديد مكان إرسال (استقبال) المعلومات
  - ومسرى التحكم: لتحديد العمليات المراد تنفيذها.
- الهدف من تصميم مسرى النظام هو تخفيض الكلفة وتحسين الأداء.

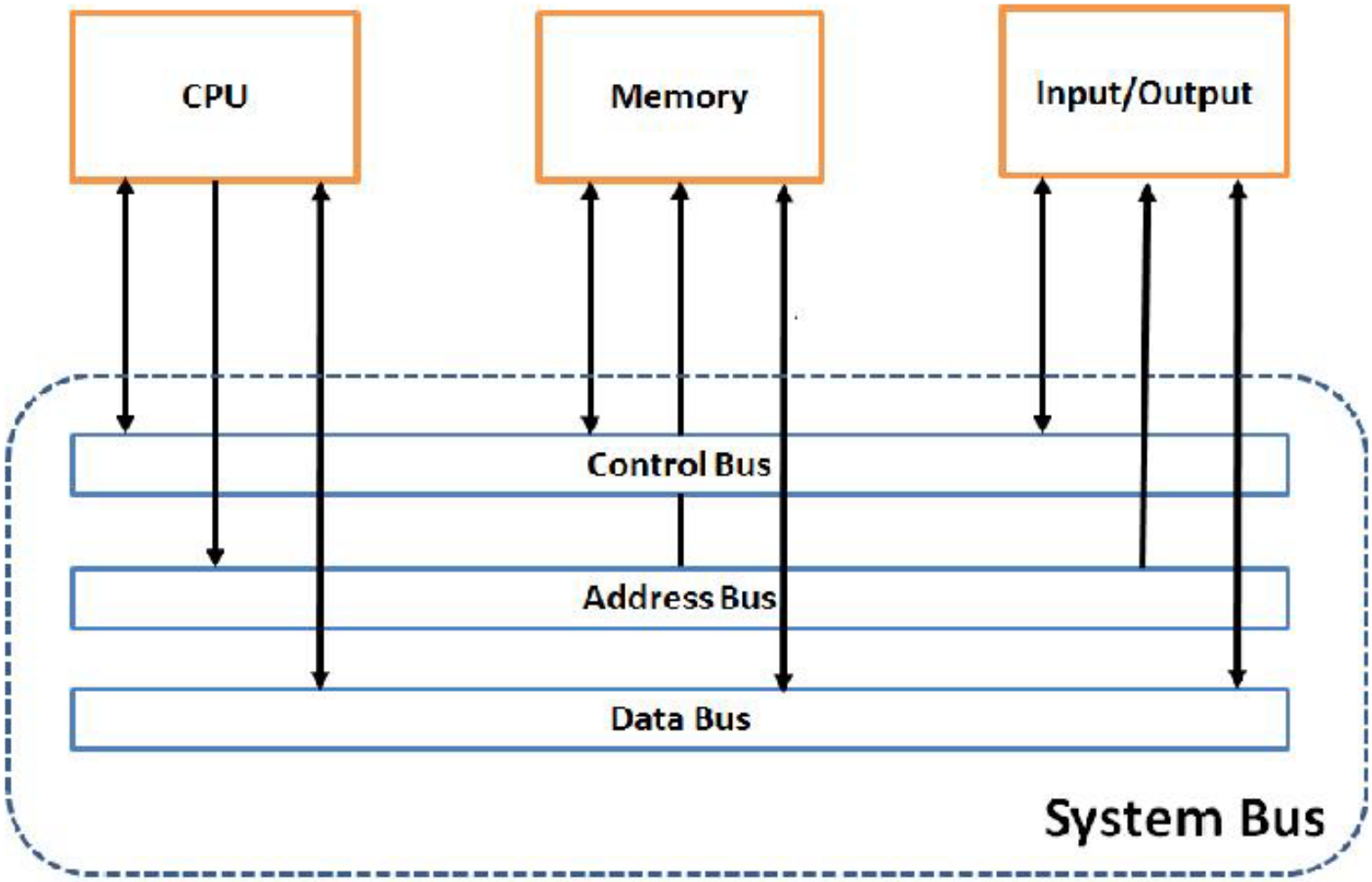


Figure: System Bus

مسرى العناوين: Address Bus

- مجموعة أسلاك تستخدم لنقل عناوين مواقع الذاكرة أو وحدات الإدخال/إخراج.
- أحادي الاتجاه unidirectional أي من المعالج نحو الذاكرة ووحدات الإدخال/إخراج.
- تنقل العناوين بالشكل الثنائي حيث يحمل كل سلك من مسرى العناوين خانة ثنائية مفردة.
- عرض هذا المسرى مطابق لسعة العنونة القصوى للمسرى لذا فإن حجم العناوين الأقصى الممكن التعامل معه هو

$2^{(\text{No. lines})}$

مسرى المعطيات: Data Bus

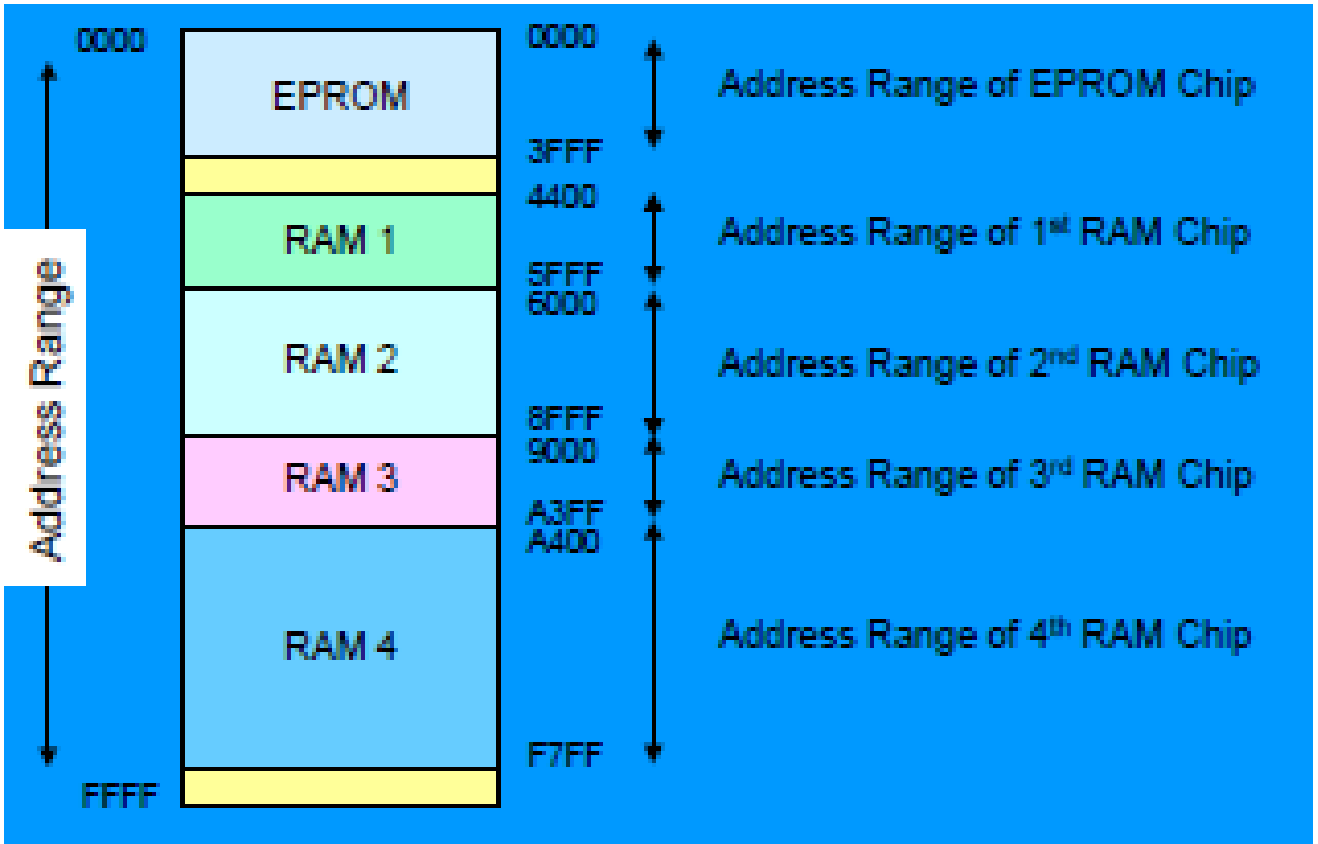
- يستخدم لنقل البيانات ضمن المعالج والذاكرة ووحدات الإدخال والإخراج
- ممر ثنائي الاتجاه أي يمكن للمعالج أن يستقبل وأن يرسل عليه البيانات.
- يخصص كل سلك منه لنقل الإشارات المطابقة لخانة ثنائية مفردة.
- لذلك فإن المسرى الأعرض يستطيع نقل كمية أكبر من البيانات بنفس اللحظة. (مؤشر على كلمة المعطيات للمعالج)

مسرى التحكم: Control Bus

- تنفذ معظم العمليات من قبل المعالج بمساعدة مسرى التحكم
- بعض إشارات التحكم هي قراءة وكتابة وجلب شيفرة التعليمة وغيرها.
- يعتبر مسرى مخصص لأن كل إشارات التزامن تكون مولدة طبقا لإشارة التحكم.

Memory Map and مخطط وعناوين الذاكرة Addresses

- يعتبر مخطط الذاكرة تمثيلا رسوميا لمجال العناوين ويبين مكان توضع شرائح الذاكرة المختلفة ضمن مجال العناوين.



كيفية تخزين الأعداد الصحيحة ذات الحجم الأكبر من بايت في الذاكرة

- affects only integers (floats are standardized)
- ARM: bi-endian (endianess is selected during startup)

الجدول الوظيفي للمزيح

TABLE 7-7
Function Table for Shifter

H_1	H_0	Operation	Function
0	0	$S \leftarrow F$	Transfer F to S (no shift)
0	1	$S \leftarrow$ shl F	Shift left F into S
1	0	$S \leftarrow$ shr F	Shift right F into S
1	1	$S \leftarrow 0$	Transfer 0's into S

المزيح رباعي الخانة

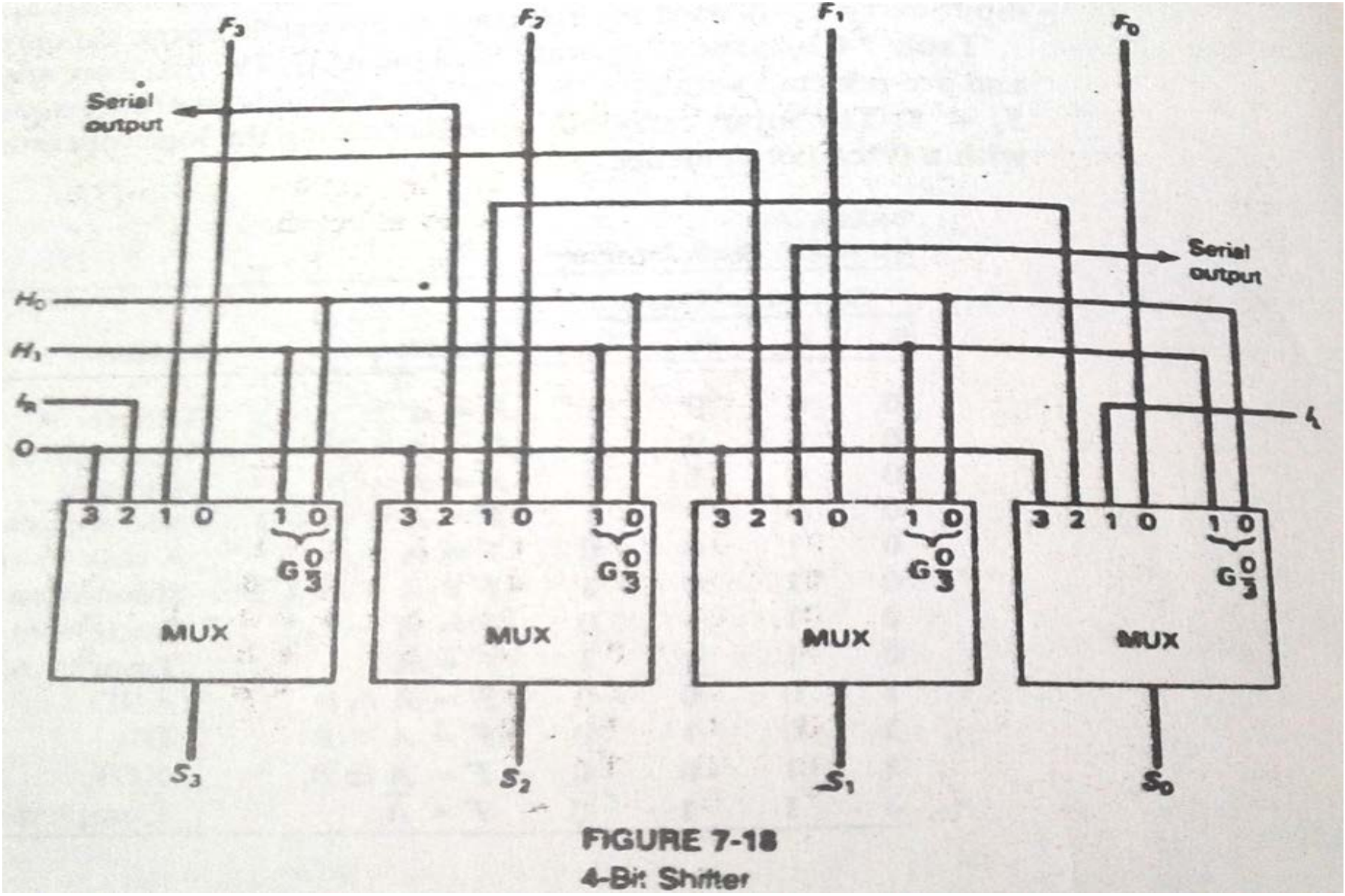


FIGURE 7-18
4-Bit Shifter