الفصل الخامس عشر 15

الشاشات

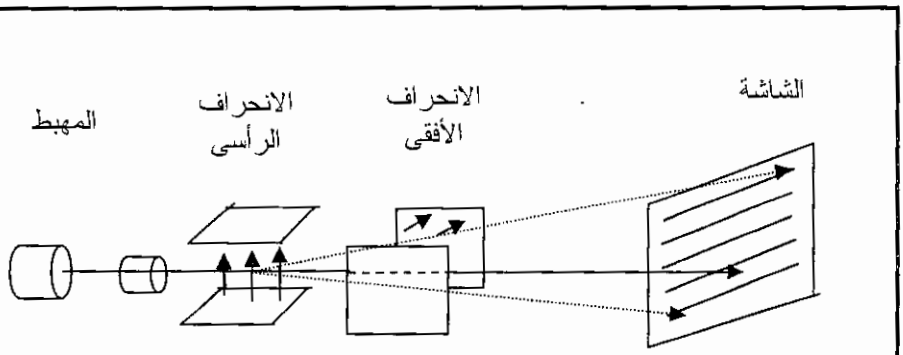
Screens

15-1 مقدمة

فى هذا الفصل سنقدم فكرة عن الشاشة وكيفية عملها وكارت الموائمة الخاص بها وكيفية عمله . لقد مرت الشاشات وكروت الموائمة الخاصة بها فى مراحل تطور سريعة ، فكلنا يتذكر الشاشات التى استخدمت فى أول عهد الحاسبات والتى كانت لا تعرض إلا النصوص فقط ، أى أنه كان من الصعب جدا عرض الصور . وذلك على العكس من الأجيال الموجودة حاليا والتى تعرض الصور بمنتهى الدقة والكفاءة فى عرض الألوان . ونحن سنحاول فى هذا الفصل تقديم المراحل الأخيرة من هذا التطور .

15-2 كيفية عرض الصورة على الشاشة

عملية عرض الصور على الشاشة سواء كانت صورة أو نصا هى تماما نفس عملية عرض الصورة على شاشة التليفزيون . شكل (15-1) يوضح ذلك .

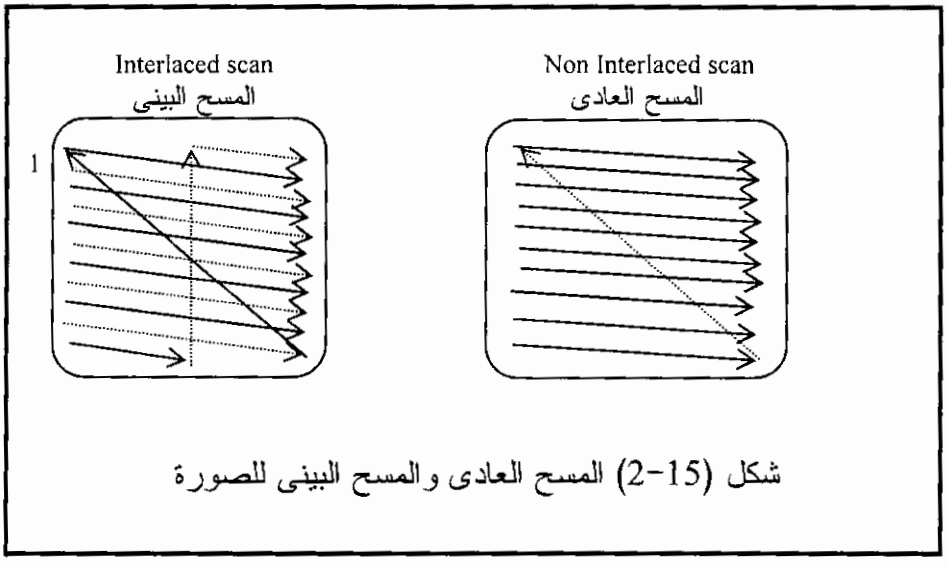


شكل (15-1) تركيب أنبوبة الشاشة

كما نرى فى هذا الشكل فإن أنبوبة الشاشة تتكون من المهبط الذى يصدر سيل من الإلكترونيات التى يتم تجميعها فى خط رفيع عن طريق مجمع ، بعد ذلك يمر السيل أمام ألواح الانحراف الرأسى الذى يجذب الإلكترونيات إما لأعلى أو لأسفل على حسب إشارة الجهد على هذين اللوحين واتجاهه ، بعد ذلك هناك ألواح الانحراف الأفقى والتى تسبب انحراف الإلكترونيات إما لليمين أو اليسار على حسب إشارة ومقدار الجهد بين هذين اللوحين . فى النهاية يصطدم سيل

الإلكترونيات بالشاشة عند نقطة معينة . الشاشة تكون عادة مغطاة بمادة فسفورية تضيء نتيجة هذا الاصطدام السريع والمعجل باستخدام فرق جهد كبير .
الشاشة تكون فى العادة مقسمة إلى عدة خطوط أفقية ، وهذه الخطوط بالتالى مقسمة إلى عدة نقاط كل منها يسمى pixel وهى اختصار لعبارة picture element أو عنصر صورة . باستخدام فرق الجهد بين الألواح الأفقية يمكن جعل سيل الإلكترونيات يتحرك فى خطوط أفقية بحيث يتم مسح الشاشة من اليسار لليمين وعندما يصل السيل إلى أقصى اليمين يعود مرة ثانية لأقصى اليسار . عن طريق فرق الجهد على الألواح الرأسية يمكن مسح الشاشة كلها من أعلى لأسفل بحيث عندما يصل السيل لأقصى يمين أسفل الشاشة يعود فورا لأقصى يسار أعلى الشاشة ليبدأ عملية المسح من جديد . فى أثناء عملية المسح تتغير إضاءة السيل أو تتعدل تبعا للصورة المطلوب عرضها على الشاشة .
للحصول على صور ملونة يستخدم ثلاث قاذفات للإلكترونيات كل منها يختص بلون معين ويضرب الشاشة بعمق معين فتضيء باللون المطلوب . هذه الألوان الثلاثة هى الأحمر والأخضر والأزرق . هذه الألوان الثلاثة تمثل الألوان الأساسية التى يمكن الحصول على كل الألوان الأخرى منها عن طريق مزج نسب مختلفة منها . فاللون الأبيض مثلا يتم الحصول عليه بإضاءة الثلاث ألوان فى نفس الوقت بنفس الشدة .
كما نلاحظ فإن التوافق هنا يكون مهما جدا ، وهناك نوعان من التوافق ، التوافق الأفقى الذى يضمن رجوع شعاع الإلكترونيات إلى أقصى اليسار بعد وصوله إلى أقصى يمين الشاشة ، والتوافق الرأسى الذى يضمن رجوع الشعاع إلى أعلى يسار الشاشة بعد وصوله إلى يمين اسفل الشاشة . فى أثناء هذه الحركة تتعدل إضاءة الشعاع تبعا للصورة المسقطة على الشاشة . كل ذلك يتولى التحكم فيه كارت موائمة الشاشة كما سنرى .
فى الشاشة VGA التى لها مقدرة تحليلية 640x480 سنجد أن كل خط أفقى فيها يتكون من 640 نقطة ، والشاشة مقسمة إلى 480 خط . ويتم عرض الصورة 60 مرة فى الثانية . لابد من عرض الصورة هذا العدد الكبير من المرات حتى تشعر العين بثبات الصورة على الشاشة وإلا فإنه عندما يقل هذا المعدل إلى حد معين (حوالى 18 صورة فى الثانية) فإن العين سترى الصورة مهتزة flicker .
إن معدل كتابة النقط على الشاشة فى هذه الحالة سيكون 640×480×60 = 18,43 ميجاهرتز . إن هذا يحدد عرض المجال (النطاق الترددى) لمكبر إشارة الفيديو المستخدم ، واتفق على ألا يقل هذا العرض عن 25 ميجاهرتز . فى الشاشات الأكثر دقة تجدها مقسمة إلى 1024×768 نقطة ، وهذا بالطبع يتطلب

عرض مجال أكبر لمكبر الفيديو يصل إلى 100 ميجاهرتز . للحصول على دقة أكثر فإن عرض المجال يصبح كبيرا جدا ، وهذا يمثل صعوبة عملية .
لتجنب هذه المشكلة تم استخدام فكرة ذكية تضمن تقليل عرض المجال للمكبر للنصف وفى نفس الوقت نحافظ على نفس دقة الشاشة . هذه الفكرة هى فكرة المسح البينى interlacing . هنا يتم مسح الشاشة على مرحلتين ، المرحلة الأولى يتم فيها مسح الخطوط الفردية فقط وعرضها على الشاشة ، ثم فى المرحلة الثانية يتم عرض الخطوط الزوجية فقط . بذلك يتم عرض الصورة نفس العدد من المرات فنحافظ على عدم اهتزازها ، ولكن عدد الخطوط فى الصورة يقل للنصف فيقلل عرض المجال المطلوب لمكبر الفيديو . بالطبع فإن عملية ضبط الشعاع ليعرض الخطوط الفردية أو الزوجية تحتاج لتحكم أعقد من الشاشات التى لا تستخدم عملية المسح البينى . شكل (15-2) يبين عملية المسح العادى والمسح البينى للشاشة .

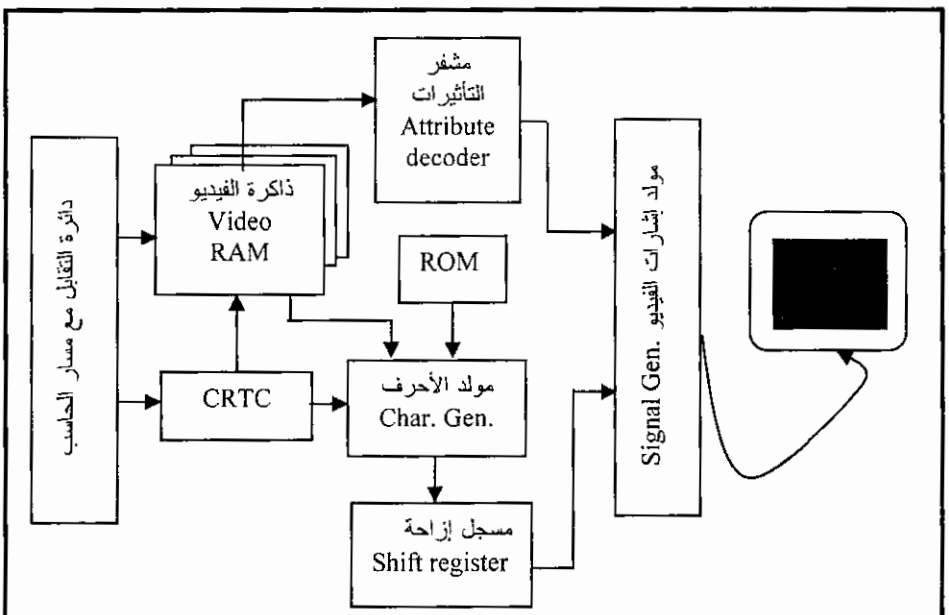


شكل (15-2) المسح العادى والمسح البينى للصورة

فكرة المسح البينى قديمة ومستخدمة فى شاشات التليفزيون منذ بداية تصنيعها . كروت موائمة الشاشة موجودة بأنواع متعددة تختلف من مصنع لآخر ، ولكنها كلها تقريبا لها نفس نظرية التشغيل ونفس التركيب الأساسى تقريبا . شكل (15-3) يبين رسم صندوقى لمحتويات هذا الكارت . المكون الأساسى فى هذا الكارت هو شريحة التحكم فى أنبوبة الشاشة Cathode Ray Tube Controller, CRTC التى تشرف على أداء كل المكونات وتوفر إشارات التحكم والتوافق اللازمة لعملية العرض . يقوم المعالج بالاتصال بذاكرة الكارت video RAM من خلال أحد

المسارات القياسية ، ويكتب فيها الصورة المطلوب عرضها . تقوم شريحة التحكم بتوليد عناوين متتالية لقراءة محتويات هذه الذاكرة التى تقوم بإرسالها إلى مولد شفرات الأحرف إذا كانت الصورة عبارة عن حروف text . هذه الأحرف تكون مخزنة فى الذاكرة فى صورة شفرات أسكى . ذاكرة القراءة فقط ROM تحتوى الكود النقطى لكل حرف من هذه الأحرف . هذه الشفرات ترسل إلى مولد الأحرف character generator الذى يقوم بتحويل هذه الشفرات من ROM إلى بتات وإرسالها إلى مسجل إزاحة الذى يرسلها بالتالى إلى مولد الإشارة الذى يحول هذه البتات إلى إشارة فيديو ترسل إلى الشاشة .

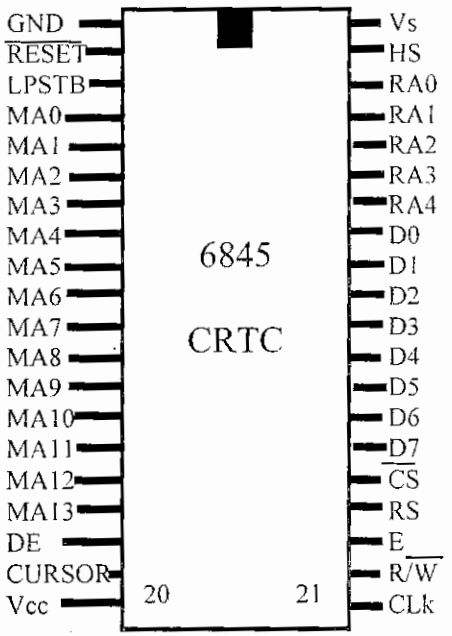
مشفر التأثيرات مهمته هى توليد التأثيرات المطلوبة على الحرف المطلوب كتابته على الشاشة . من هذه التأثيرات مثلا كتابة الحرف بصورة ترددية (يضىء ويطفىء) ، أو كتابته بإضاءة عكسية . كما رأينا فإنه فى حالة التعامل مع الأحرف فإن RAM مع ROM ومشفر التأثيرات كلها تعدل من شكل إشارة الفيديو المرسلة إلى الشاشة . أما فى حالة التعامل مع الصور فإن شفرات الصورة ترسل مباشرة إلى مسجل الإزاحة ومنه إلى مولد إشارة الفيديو مباشرة ودون التعامل مع ROM أو مشفر التأثيرات .



شكل (15-3) رسم صندوقى لمحتويات كارت الشاشة

15- 3 حالات التعامل مع الشاشة والشريحة 6845
Graphics Controller (حاكم الشاشة)

يمكن لكل كروت الشاشة الحديثة أن تعمل مع واحدة من حالتين : الحالة الأولى ، وتسمى حالة النصوص text mode وفيه تكون وحدة التعامل مع الشاشة هى الحرف بالكامل . الحالة الثانية ، وتسمى حالة الرسم graphics mode وفيه تكون وحدة التعامل هى النقطة pixel وسنرى تفاصيل أكثر عن ذلك فيما بعد . الوحدة الرئيسية المسئولة عن كل هذه التعاملات هى حاكم أنبوبة الشاشة CRTC كما رأينا فى الرسم الصندوقى فى شكل (15-3) . هذه الوحدة عبارة عن شريحة واحدة ، وأحد الأمثلة على هذه الشريحة هى الشريحة 6845 المصنعة بواسطة شركة موتورولا . هناك الكثير من الشرائح المستخدمة فى ذلك ولكننا سنلقى نظرة سريعة على هذه الشريحة . شكل (15-4) يبين الرسم الطرفى لهذه الشريحة ، وجدول 15-1 يبين وظيفة كل طرف من هذه الأطراف .



شكل (15-4) الرسم الطرفى للشريحة 6845

جدول 15-1 أطراف الشريحة 6845

اسم الطرف	وظيفة الطرف	رقم الطرف
CLK	(دخل) نبضات التزامن ، تساوى تقريبا معدل إرسال النقط للشاشة .	21
$\overline{CS}$	(دخل) يستخدم لتنشيط الشريحة ، جهد بمستوى منخفض .	25
CURSOR	(خرج) واحد على هذا الطرف يبين أن النقطة الحالية يتم التعامل معها .	19
D0-D7	(دخل وخرج) مسار بيانات يتصل بالمعالج الأساسي .	26-33
DE	(خرج) Display Enable توضح أن الشريحة تتعامل الآن مع الشاشة عن طريق إرسال عناوين لها أو إشارة تحكم .	18
E	(دخل) ، حافة هابطة على هذا الطرف تكون بمثابة نبضة تزامن لبدأ عملية قراءة أو كتابة من أو فى المسجلات الداخلية للشريحة .	23
HS	(خرج) نبضات التوافق الأفقى تخرج على هذا الطرف . هذه النبضة تسبب رجوع الشعاع إلى أقصى اليسار فى خط جديد .	39
VS	(خرج) نبضات التوافق الرأسى تخرج على هذا الطرف . هذه النبضة تسبب رجوع الشعاع إلى أعلى يسار الشاشة .	40
LPSTB	(دخل) Light Pen Strobe إدخال نبضات القلم الضوئى ، نبضة على هذا الطرف تطلب من الشريحة 6845 تسجيل الوضع الحالى للقلم .	3
MA0-MA13	(خرج) 14 خط عنونة Memory Address تزداد تدريجيا لعنونة كل بايتات ذاكرة الفيديو على التتابع .	4-17
RA0- RA4	(خرج) Raw Address خمس خطوط لعنونة 32 صف من صفوف الشاشة فى حالة النصوص text mode . فى حالة الرسم تستخدم هذه الخطوط مع خطوط عنونة الذاكرة ، وتستخدم فى عنونة البنكات المختلفة للذاكرة .	34-38
$\overline{RESET}$	(دخل) المستوى صفر على هذا الطرف يتسبب فى إعادة وضع الشريحة .	2
RS	(دخل) Register Select صفر على هذا الطرف RS=0 يختار مسجل العنونة Address register ، وواحد RS=1 يسبب اختيار مسجل البيانات .	24
$R/\overline{W}$	(دخل) Read/Write واحد على هذا الطرف يعنى أن المعالج يقرأ منها ، وصفر يعنى أن المعالج يكتب فيها .	22
Vcc	خط القدرة (+5V) .	20
GND	الأرضى	1

15-4 توليد الحروف فى حالة التعامل مع النصوص

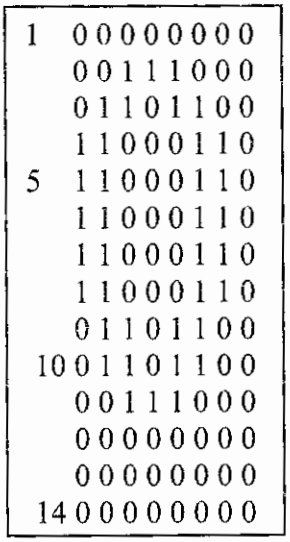
فى حالة التعامل مع النصوص كل حرف يوجد على الشاشة يخصص له 2 بايت من بايتات ذاكرة الفيديو . البايت الأولى تحتوى شفرة الحرف ، والبايت الثانية تحتوى المؤثرات المطلوبة لهذا الحرف . وعلى ذلك فإن مولد الإشارة يقوم بتوليد إشارة هذا الحرف تبعا لشفرته فى البايت الأولى ، والتأثيرات المطلوبة له فى البايت الثانية . شكل (15-5) يبين محتويات الكلمة (2 بايت) الخاصة بكل حرف .

CHR7	CHR6	CHR5	CHR4	CHR3	CHR2	CHR1	CHR0
BLNK	BAK2	BAK1	BAK0	INT	FOR2	FOR1	FOR0

BLNK: Blink
1= on 0=0ff
BAK0-BAK: Back ground colour (from present pallette)
INT: Intensity
1= high 0= normal
FOR0-FOR2: Foreground colour (from present palette)
CHR0-CHR7: Character code

شكل (15-5) محتويات الكلمة word الخاصة بكل حرف فى حالة التعامل مع النصوص .

عندما تكون blink=1 فإن الحرف سيعرض على الشاشة بصورة ترددية بسرعة من 1 إلى 3 هرتز على حسب نوع الكارت المستخدم . كل من BACK0-BACK2 و FOR0-FOR2 يتم بهم اختيار لون خلفية الحرف أو لون الحرف نفسه ، حيث يتم اختيار لون من ثمانية . إن ذلك سيعتمد أيضا على نوع الكارت المستخدم ونوع الباليتة المستخدمة فى التلوين . البتات CHR0-CHR7 تحتوى كما ذكرنا شفرة الحرف . هذا الكود أو الشفرة تمثل عنوان أو إزاحة لبداية الذاكرة التى تحتوى الشكل النقطى للحرف . الشكل النقطى pixel pattern لكل الحروف يكون مخزن فى العادة فى ROM . الشكل النقطى لأى حرف يتكون من عدد من الصفوف وعدد من الأعمدة تبعا لنوع الكارت المستخدم . معظم الكروت تستخدم 14 صف و 8 أعمدة . شكل (15-6) يبين الشكل النقطى للحرف O كمثال على ذلك . نلاحظ من هذا الشكل أن الصفوف من 11 إلى 14 غير مستخدمة ومتروكة لتمثل مسافات بين الأحرف .



شكل(15-6) الشكل النقطى للحرف o كما فى الذاكرة

كيف يقوم كارت الشاشة بعرض الأحرف على الشاشة ؟ تقوم الشريحة 6845 بعنونة أول حرف فى الشاشة ، وهو الحرف الموجود فى أعلى يسار الشاشة ، وهذا بالطبع يقابل أصفار على خطوط العنونة MA0-MA13 وكذلك الخطوط RA0-RA4 . من هذا المكان يقرأ الكارت 2 بايت ، الأولى تحدد بداية الحرف فى ذاكرة القراءة فقط الخاصة بمولد الأحرف ، والثانية تمثل التأثيرات المطلوبة على هذا الحرف وهى لا تعنينا الآن . بناء على ذلك يتم إرسال البايت الأولى من الحرف الأول إلى مولد الإشارة من خلال مسجل الإزاحة فى صورة بت بعد بت . بعد ذلك تزداد خطوط العنومة MA0-MA13 بمقدار واحد لقراءة الحرف التالى فى نفس السطر وما زالت الخطوط RA0-RA4 كما هى أصفرا . وهكذا تزداد خطوط العنونة بمقدار واحد لقراءة الأحرف المتتالية من الذاكرة حيث يتم عرض الصف الأول من كل حرف منها فقط لأن الخطوط RA0-RA4 مازالت أصفارا . فى هذه الأثناء يتحرك شعاع العرض من اليسار لليمين على نفس الخط الأول إلى أن يصل إلى نهاية الشاشة من جهة اليمين . عند ذلك تقوم الشريحة 6845 بإخراج نبضة توافق أفقى HS يرجع على أثرها الشعاع إلى أقصى يسار الشاشة ليبدأ فى عرض الخط الثانى على الشاشة . هنا تعود الخطوط MA0-MA13 أصفرا مرة أخرى وتزداد الشفرة على الخطوط RA0-RA4 بمقدار واحد لتشير إلى الصف الثانى من المصفوفة النقطية لكل حرف من

أحرف الخط الأول . من هنا وعن طريق زيادة الشفرة على الخطوط MA0-MA13 يبدأ كارت الشاشة فى عرض الصف الثانى من جميع أحرف الخط الأول بنفس الطريقة السابقة إلى أن يصل الشعاع إلى نهاية الشاشة من أقصى اليمين ، حيث عندها يتم عمل نبضة توافق أفقى يرجع على أثرها الشعاع إلى أقصى اليسار وتزداد الخطوط RA0-RA4 بمقدار واحد وتبدأ الخطوط MA0-MA13 من الصفر . تكرر هذه العملية 14 مرة وهى عدد الصفوف فى المصفوفة النقطية للحرف . بعد 14 مرة ومع نبضة التوافق الأفقى فإن الخطوط RA0-RA4 تعود إلى الصفر وأما الخطوط MA0-MA13 فلا تعود للصفر ولكنها تبدأ فى مجموعة أخرى من العناوين التى تمثل سطر جديد من الأحرف يتم عرضها على الشاشة . أى أن الخطوط MA0-MA13 تزداد ، ابتداء من عنوان معين ، بمقدار واحد مع كل حرف جديد فى نفس الخط إلى أن تصل لنهاية خط ثم ترجع إلى عنوان البداية مرة أخرى . تكرر ذلك 14 مرة فى كل مرة تزداد الخطوط RA0-RA4 بمقدار واحد لتعرض فى كل مرة صف جديد من مصفوفة الأحرف التى يتم عرضها .

تستمر هذه العملية إلى أن يصل الشعاع إلى آخر صف نقط فى الشاشة حيث هنا تقوم الشريحة 6845 بتوليد نبضة توافق رأسى يعود على أثرها الشعاع إلى أعلى يسار الشاشة ، ويتم تصفير كل الخطوط MA0-MA13 و RA0-RA4 . إن ذلك يعنى أنه باستخدام الخطوط RA0-RA4 وهى خمس خطوط يمكن أن تمتد المصفوفة النقطية للأحرف حتى 32 صف . فى حالة عرض الصور تتضم الخطوط RA0-RA4 مع الخطوط MA0-MA13 لتمثل 19 خط عنونة يمكن بها عنونة 512 كيلوبايت من ذاكرة الفيديو .

كيف يقوم كارت الشاشة بعرض الصور؟ فى هذه الحالة فإن مولد الأحرف لا يلعب أى دور ولكن كل عنوان يخرج على خطوط العنونة MA0-MA13 يمثل عنوان فى الذاكرة وهذا العنوان يمثل نقطة على الشاشة . كيفية ربط الخطوط RA0-RA4 مع الخطوط السابقة تختلف من منتج لآخر ، ولكن الأغلب هو استخدام الخطوط RA0-RA4 لتمثل بنكات مختلفة من الذاكرة ، وأما الخطوط MA0-MA13 فتكون هى خطوط العنونة داخل هذه البنكات . لذلك فإنه فى هذه الحالة يتم عنونة 32 بنك كل منها به 16 كيلوبايت . هذا إذا تم تمثيل كل نقطة ببايت واحدة حيث فى هذه الحالة يمكن التعامل مع 256 لون فقط ، فى حالة التعامل مع 2 بايت للنقطة يمكن التعامل مع 65536 لون . من ذلك نرى أن ذاكرة الفيديو تزداد بزيادة نقط الشاشة (وهذه تمثل المقدرة التحليلية للشاشة resolution) وعدد الألوان المسموح لكل نقطة .

15-5 طريقة تقسيم ذاكرة الشاشة

فى هذه الحالة ينظر إلى ذاكرة الفيديو على أنها صف من الكلمات words ، الكلمة الأولى تمثل الحرف فى الصف 1 والعمود 1 فى أعلى يسار الشاشة ، بعده يأتى الحرف فى الصف 1 والعمود 2 ، ثم الحرف فى الصف 1 والعمود 3 وهكذا . وتبعا للمقدرة التحليلية للشاشة تتحدد كمية الذاكرة اللازمة للشاشة فى حالة التعامل مع الحروف .

كمثال على ذلك فإنه فى الكثير من كروت الشاشة تقسم الشاشة إلى 25 سطر كل منها يسع 80 حرف ، فإذا كان كل حرف يمثله 2 بايت فإن الشاشة الكاملة ستحتاج إلى 2×25×80=4000 بايت أو 2000 كلمة . فى حالة المقدرة التحليلية العالية يكون هناك 60 سطرا يسع كل منها 132 حرف وفى هذه الحالة فإن الذاكرة اللازمة للشاشة ستكون 2×60×132=15840 بايت . هذه الكمية من الذاكرة تسمى صفحة الشاشة ، وهى كمية الذاكرة التى تمثل الشاشة فى ذاكرة الفيديو . كما لاحظنا فإن كمية ذاكرة الفيديو تكون أكبر من صفحة واحدة ، لذلك يتم تقسيم هذه الذاكرة إلى عدة صفحات وذلك على حسب إذا كان التعامل يتم فى حالة الحروف text mode أم فى حالة الرسم graphics mode . بالطبع فإن مقدار الصفحة سيتوقف على المقدرة التحليلية للشاشة أيضا .

كما رأينا فى المثال السابق فإن صفحة الشاشة تحتاج إلى 4 كيلوبايت ، والشريحة 6845 تتعامل مع 16 كيلو بايت من خلال الخطوط MA0-MA13 . إذن فى هذه الحالة سيتم تقسيم 16 كيلوبايت إلى 4 صفحات كل منها 4 كيلوبايت تقوم الشريحة بعرض صفحة معينة من الأربعة .

كمثال على ذلك فإن البرنامج التالى يكتب الحرف A بصورة مترددة فى أعلى يسار الشاشة باللون رقم 7 والخلفية رقم 0 . ذاكرة الفيديو تبدأ عند العنوان b0000H فى كثير من الأنظمة .

```
MOV ax,b000H; ضع عنوان بداية الذاكرة فى المركم
MOV es,ax
MOV ah,f8H; تحميل التأثيرات المطلوبة
MOV al,41H;  تحميل شفرة الحرف A
MOV es:[00H],ax; إرسال الحرف إلى ذاكرة الفيديو
```

عامة لكتابة أى حرف فى ذاكرة الفيديو عند عنوان معين فى الصفحة رقم k فى الصف رقم I وفى العمود رقم j ، فإن هذا العنوان يتحدد بالمعادلة التالية :

Address = Start Add. + Page Size*k + 2 * characters_per_raw*I + 2*j

حيث Start Add هو أول عنوان فى ذاكرة الفيديو ، و Page Size هو حجم كل صفحة بالبايت ، و characters_per_raw هو عدد الأحرف فى الصف الواحد .
فى حالة التعامل مع الرسم فإن الذاكرة تقسم إلى صفحات وكل صفحة تقسم إلى بنكات وعدد الصفحات وعدد البنكات وطريقة التعامل معها يتوقف على نوع الكارت المستخدم ، لذلك فإننا سنكتفى بهذا القدر عن هذه الحالة ولكن عامة فإن فكرة حساب عنوان أى نقطة لابد سيبدأ بعنوان بداية الذاكرة ، ثم عدد الصفحات المطلوبة ، ثم بعد ذلك سيعتمد على طريقة تقسيم البنكات داخل الصفحة .
كما رأينا فإن المعالج يقوم بالكتابة فى ذاكرة الفيديو بالطريقة العادية للكتابة فى الذاكرة مستخدما مسارى العناوين والبيانات . فى نفس الوقت تقوم الشريحة 6845 بالقراءة من نفس الذاكرة باستخدام خطوط العنونة MA0-MA13 . بالطبع فإن ذلك من الممكن أن يؤدى إلى تعارض بالذات فى حالة محاولة المعالج الكتابة فى نفس الشريحة التى تقرأ منها الشريحة 6845 . فى الموديلات القديمة من كروت الشاشة لم يكن هناك حماية ضد هذه الحالة والذى كان يحدث هو أنه عند حدوث هذا التعارض كانت الشاشة تمتلئ بما يشبه الثلج المتساقط . أما فى الكروت الحديثة فهناك حماية كاملة ضد احتمال حدوث هذه الحالة ، حيث يمنع المعالج من الاتصال بالذاكرة فى حالة تعامل الشريحة 6845 معها عن طريق إدخاله فى حالات انتظار . بعض أنظمة الكروت تقاطع المعالج فى أثناء عمل نبضة التوافق الأفقى أو التوافق الرأسى لتسمح له بالاتصال بذاكرة الفيديو فى هذه الأوقات . حيث فى هذه الأوقات تكون الشريحة 6845 ليست على اتصال بالذاكرة ويكون ذلك هو الوقت المناسب للمعالج للاتصال بهذه الذاكرة بدون مشاكل . فى شرائح الذاكرة الحديثة تكون كل شريحة لها مسارين للبيانات يتم الكتابة فيها من أحد المسارين ، ويتم القراءة منها من المسار الآخر . هذا النوع من الذاكرة تكون مناسبة جدا للاستخدام مع كروت الفيديو حيث يخصص أحد مسارى البيانات للاتصال بالمعالج والمسار الآخر يخصص للشريحة 6845 . بعض هذه الشرائح تجعل واحد من المسارين توازى ، والآخر تتابعى .

15-6 تطور كروت الشاشة

لقد مرت كروت الشاشة بمراحل متعددة من التطور فى خلال السنوات الأخيرة حتى وصلت الآن إلى المقدرة الفائقة من حيث عدد الألوان والسرعة والمقدرة التحليلية . ونحن هنا سنعرض سريعا لهذا التطور :

الكارت MDA

أول أجيال الحاسبات تعاملت مع هذا النوع من الكروت . هذا الكارت أحادى اللون ، Monochrome Display Adapter, MDA . حجم ذاكرة هذا النوع هو 4 كيلوبايت وتبدأ بالعنوان b000h ، ويستخدم الشريحة 6845 كمتحكم فى الشاشة ، والمقدرة التحليلية هى 720x350 نقطة ، ومعدل عرض الشاشات هو 50 شاشة فى الثانية . لا يعمل إلا فى نطاق النصوص فقط text mode .

الكارت CGA

Colour Graphics Adapter, CGA هذا الكارت كان أول الكروت المتعددة الألوان . يعمل فى حالتين (كما فى كل الكروت التالية) ، الأولى هى حالة النصوص text mode ، والثانية هى حالة الرسم graphics mode مقدرته التحليلية بالنقط كانت 640x200 ، حجم ذاكرة الفيديو 16 كيلوبايت تبدأ من العنوان b800h ويستخدم نفس الشريحة 6845 كمتحكم للشاشة ، والتردد الرأسى (عدد الشاشات) كان 60 شاشة فى الثانية . يمكن استخدام حتى 16 لون فى حالة النصوص ، و4 فقط فى حالة الرسم .

الكارت HGC

Hercules Graphics Card, HGC . حجم الذاكرة يصل إلى 64 كيلوبايت فى حالة الرسم ، والمقدرة التحليلية هى 720x348 نقطة فى حالة التعامل مع الرسم . والتردد الرأسى هو 50 صورة فى الثانية ، ويستخدم نفس شريحة متحكم الشاشة 6845 . هذا الكارت أحادى اللون فى حالتى النصوص والرسم .

الكارت EGA

Enhanced Graphics Adapter, EGA ، يستخدم ذاكرة تصل إلى 256 كيلوبايت تبدأ عند العنوان b800h فى حالة النصوص ، و a000h فى حالة الرسم ، ومقدرة تحليلية 640x350 نقطة وعدد الألوان المستخدم 16 لون من بالليتة تحتوى 64 لون ، وعدد الشاشات فى الثانية هو 60 شاشة .

الكارت VGA

Video Graphics Array, VGA ، يستخدم ذاكرة مقدارها 256 كيلوبايت تبدأ عند العنوان b000h فى حالة النصوص ، وعند العنوان a000h فى حالة الرسم . يمكن استخدام 256 لون ، وعرض من 50 حتى 70 شاشة فى الثانية ، والمقدرة التحليلية 640x480 نقطة .