قطاع وصور الاقلاع

في برنامج محمل الاقلاع

GRUB Legacy / GRUB 2

تحليل شفرة محمل الاقلاع في سجل الاقلاع الرئيسي

GRUB MBR

يُوزَّعُ مجّاناً ولا يُباع

أكتوبر/تشرين الأول 2015

محمل الاقلاع GRUB Legacy / GRUB 2

محمل الإقلاع هو البرنامج الحاسوبي الأول الذي يتم تشغيله عند بدء تشغيل الحاسوب مباشرة بعد تشغيل نظام البيوس BIOS. وهو المسئول عن تحميل ونقل السيطرة إلى نواة النظام مثل لينكس لتعمل النواة بعد ذلك على تهيأت بقية نظام التشغيل.

في معظم توزيعات لينكس محمل إقلاع سيكون إما البرنامج التراثي GRUB Legacy (الذي ما زال يستخدم في بعض التوزيعات) أو البرنامج GRUB 2 الذي يدعم أنظمة ملفات كثيرة وقادر على إقلاع تقريبا جميع أنظمة التشغيل (تشمل ويندوز، لينكس و بيركيلي) مباشرة أو باستخدام آلية ربط محمل إقلاع chain-load. لمعلومات أكثر راجع مواصفات GRUB 2 في الموقع الرسمي.

المحمل الابتدائي ؟ (IPL / Initial Program Loader)

المساحة المخصصة لمحمل الاقلاع 446 بايت في سجل الاقلاع الرئيسي لا يمكن أن تتضمن كامل شفرة الاقلاع، لهذا تحتل هذه المنطقة شفرة ابتدائية تدعى اختصارا IPL (وتعني وظيفيا : محمل ابتدائي للشفرة). من أسماء هذه الشفرة في لينكس stage1 و boot.img.
في أنظمة ويندوز هذه الشفرة تدل نظام BIOS إلى قطاع إقلاع ويندوز. وفي لينكس تحمل شفرة core.img أو stage1.5 التي عادة تكون في المسار الأول من القرص بعد سجل الاقلاع الرئيسي، أو تحمل مباشرة الشفرة الرئيسية core.img أو stage2 من نظام الملفات.

شفرة محمل الاقلاع وقطاع الاقلاع

تنصيب محمل الاقلاع في سجل الاقلاع الرئيسي لا يعني تنصيب كامل برنامج GRUB 2 في القطاع الأول. لأن القطاع 512 بايت فقط وحجم البرنامج أكبر من ذلك. لهذا السبب غالبا ما تستخدم 62 قطاع الشاغرة التي تأتي مباشرة بعد القطاع الأول MBR على المسار الأول من القرص (علما أنه عدد القطاعات الشاغرة عند بداية القرص ارتفع إلى 2048 قطاع في برامج التقسيم الحديثة).
تنصيب أو إعادة تنصيب محمل الاقلاع في سجل الاقلاع الرئيسي، يعني نسخ boot.img إلى منطقة 446 بايت في MBR، وتضمين core.img في 49 قطاع تقريبا التالية من المسار الأول من القرص.
لكن أحيانا قد لا يرغب المستخدم في تضمين core.img في المسار الأول من القرص، لأن تلك المنطقة تشغلها شفرة مثل وحدات RAID أو أحد أنواع برمجيات تشفير كامل القرص. في مثل هذه الحالة. سوف يبحث المستخدم عن خيارات أخرى، وقد يحتاج إلى عمل نسخة احتياطية لكامل المسار الأول على القرص، (راجع استخدام أداة dd أدناه)،

عند تنصيب محمل الاقلاع في إحدى توزيعات لينكس إلى جانب ويندوز، تستبدل شفرة ويندوز في MBR بشفرة GRUB MBR، لكن سيحافظ على البنية التقليدية للقطاع التي ستشبه البنية التالي:

- تعليمة القفزة إلى متن الشفرة التنفيذية. (جزء من شفرة محمل الاقلاع)
- حيز خاص بمعاملات BPB. (غير ضرورية في MBR ؛ لكن برنامج grub-install يحجز لها مكان في الشفرة لأنه يستخدم نفس صورة VBR، بالإضافة لاستغلالها في معاملات DAP)
- بعض القيم الأولية المهمة في محمل الاقلاع. (ستكون بحجم 12 بايت في شفرة GRUB Legacy و 11 بايت في شفرة GRUB 2)
- متن شفرة محمل الاقلاع الرئيسية. وتشمل أيضا :
  - شفرة لمعالجة عرض رسائل الأخطاء.
  - سلسلة محارف هوية GRUB ورسائل الأخطاء الموجزة.
  - الروتين الثانوي لعرض المحارف.
- الرقم التسلسلي للقرص (هذا توقيع القرص يستخدم في أنظمة مايكروسوفت أن تي).
- جدول الأقسام (في القرص الثابت) أو بقية شفرة إقلاع القرص المرن.
- توقيع الاقلاع .

لمعلومات أكثر عن البرنامجين GRUB Legacy / GRUB 2 راجع الدليل الرسمي بالانجليزية 0.97 أو 2.00 في الموقع gnu.org. والشفرة الأصلية في موقع الأرشيف alpha.gnu.org إذا كنت مهتم بالبرمجية ؛ في الشفرة الأصلية للبرنامج GRUB Legacy، ملف MBR / VBR يدعى stage1.S. وفي GRUB 2 يدعى boot.S، هناك أيضا ملفات مثل stage1.h تتضمن معلومات عن الحيود والرموز الأخرى المستخدمة في شفرة التجميع وبعض التعريفات عن كيفية طباعة الرسائل على الشاشة.. الخ.

محمل الاقلاع GRUB Legacy

تنصيب البرنامج.

لاستخدام محمل الاقلاع GRUB Legacy، يجب أولا تثبيت أدوات البرنامج على نظام تشغيل شبيه-يونكس مثل لينكس، عن طريق حزمة التوزيعة أو ملف مصدري tarball.

ثم تثبيت الملفات المسئولة عن عملية الإقلاع في مكانها المناسب على القرص (المرن أو الثابت).

هناك طريقتين لعمل ذلك : استخدام برنامج grub-install عن طريق نظام التشغيل، أو تشغيل برنامج محمل الاقلاع من قرص مرن.

الطريقتين متشبهتنا، لكن هناك احتمال ألا يتعرف البرنامج على جهاز الاقلاع الصحيح من نظام BIOS. لهذا السبب عند التنصيب على لينكس تأكد من وجود قرص إقلاع للطوارئ.

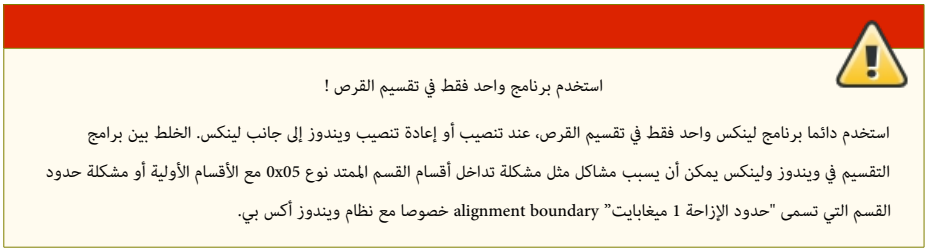
يأتي مع محمل الاقلاع GRUB Legacy عدة صور للإقلاع، توضع عادة في المسار : /usr/lib/grub/<cpu>-<platform>

بالنسبة للأجهزة التي تستخدم نظام BIOS، المسار هو اسم دليل يبين نوع المنصة والنظام المستخدم بهذا الشكل : /usr/lib/grub/i386-pc

ذلك المسار يدعى دليل الصور لأن صور محمل الاقلاع توضع فيه أول مرة. أما المكان الذي يحتاج محمل الاقلاع العثور فيه على تلك الصور فيدعى دليل الإقلاع : /boot/grub/.

إذا لم تستخدم grub-install، في التنصيب ستحتاج إلى نسخ ملفات stage1*_5، stage1، stage2 إلى دليل الاقلاع /boot/grub/، وتشغيل grub-set-default.

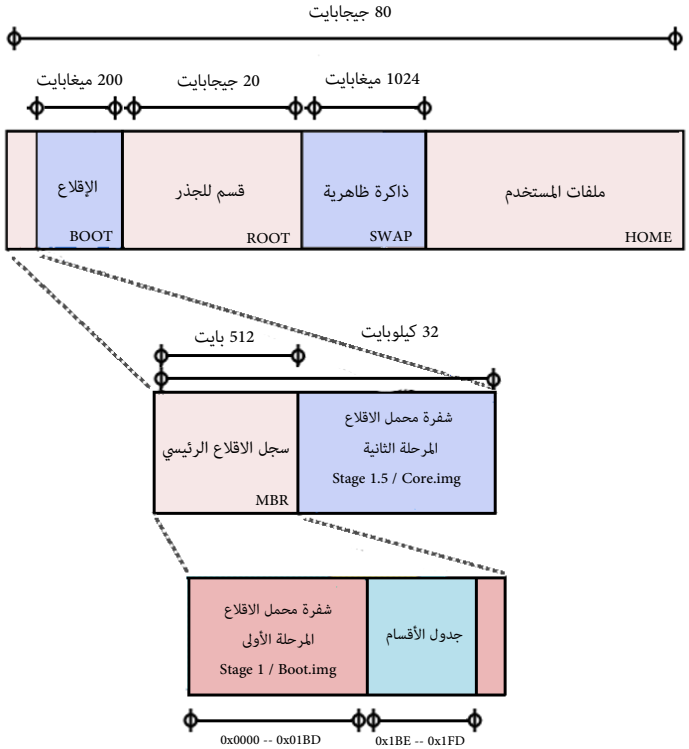
إذا كنت تريد استخدام خيار`default saved' في ملف الإعداد، ستجد شرح ذلك في الدليل الرسمي باللغة الانجليزية GNU GRUB Manual 0.97.



استخدم برنامج واحد فقط في تقسيم القرص !

استخدم دائما برنامج لينكس واحد فقط في تقسيم القرص، عند تنصيب أو إعادة تنصيب ويندوز إلى جانب لينكس. الخلط بين برامج التقسيم في ويندوز ولينكس يمكن أن يسبب مشاكل مثل مشكلة تداخل أقسام القسم الممتد نوع 0x05 مع الأقسام الأولية أو مشكلة حدود القسم التي تسمى "حدود الإزاحة 1 ميغابايت" alignment boundary خصوصا مع نظام ويندوز أكس بي.

مثال على بنية وتقسيم القرص في نظام لينكس (أنظمة BIOS)



اسم		وصف	استخدام
قسم الاقلاع	BOOT	يتضمن ملفات محمل الاقلاع والنواة وصورة لنظام الملفات.	اختياري
قسم الجذر " / "	ROOT	القسم الرئيسي يتضمن نظام الملفات / نظام التشغيل. ويمكن أن يتضمن جميع الأقسام الأخرى أيضا.	ضروري
قسم الذاكرة الظاهرية "قسم التبديل"	SWAP	منطقة على القرص تستخدم للتخزين المؤقت . يمكن أن يكون جزء من القسم الجذر لكن في شكل ملف SWAP FILE	اختياري !
قسم ملفات المستخدم "المنزل"	HOME	يتضمن ملفات المستخدم وإعدادات البرامج. يمكن أن يكون جزء من قسم الجذر .	اختياري

شرح بقية العناصر الأخرى في هذا الكتيب والكتيبات الأخرى.

ملاحظة.

- يمكنك الاستغناء عن أقسام BOOT و SWAP و HOME. لأنها يمكن أن تكون جزء من قسم النظام ROOT .

صور الاقلاع في البرنامج التراثي GRUB Legacy.

كما ذكرنا سابقا، هذا البرنامج القديم مركب من عدة صور : صورتان أساسيتان، وصور اختيارية تدعى Stage 1.5، بالإضافة إلى صورة للقرص المدمج CD-ROM، وصورتان للإقلاع من الشبكة:

حجم صور الاقلاع في إصدارات GRUB Legacy

رقم إصدارة البرنامج ←		0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97
الصورة		بالبايت						بالكيلوبايت					
مرحلة الاقلاع الأولى	stage1	512	512	512	512	512	512	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
مرحلة الاقلاع الثانية	stage2	؟	؟	101,554	104,562	101,170	101,138	؟	؟	99.2	102.1	98.8	98.8
الصور الوسيطة (الجسر)	stage1_5_*	(أنظر أدناه)											
صورة القرص المدمج	stage2_eltorito			*	*	*	*			*	*	*	*
صور للإقلاع من الشبكة	nbgrub			*	*	*	*			*	*	*	*
	pxegrub			*	*	*	*			*	*	*	*

* = حجم متفاوت (بالكيلوبايت).

علما أن حجم البرنامج الكبير وضيق المساحة المخصصة في سجل الاقلاع الرئيسي MBR كانا السبب في تجزئة البرنامج إلى ثلاثة مكونات أساسية مستقلة (Stage1.5، Stage2، Stage1).

لمعلومات أكثر راجع الدليل الرسمي للنسخة الأخيرة من البرنامج باللغة الانجليزية GNU GRUB Manual 0.97.

آلية الاقلاع في GRUB Legacy

اسم الشفرة	موقع التنصيب (الممكن)			وظيفة الشفرة	
Stage1	سجل الاقلاع الرئيسي MBR		سجل إقلاع القسم VBR	تحميل Stage1.5	تحميل القطاع الأول من Stage2
Stage1.5 (اختيارية)	نظام الملفات	منطقة محمل الاقلاع في FFS أو ReiserFS	قطاعات 31.5 كيلوبايت	تحميل Stage2	
Stage2	نظام الملفات			إعداد وتحميل كامل نظام التشغيل	

خريطة مكونات محمل الاقلاع في الذاكرة (memory map).

كما ذكرنا سابقا، محمل الاقلاع GRUB Legacy يتألف من مكونان مستقلان أو ثلاثة، (تسمى مراحل "stages")، يتم تحميلها في أزمنة مختلفة أثناء عملية الاقلاع.

أحيانا لأنها تستخدم تقنيات أو خوارزميات تسمى "الاستثناء المتبادل " mutual exclusion، منطقة ذاكرة تتداخل مع منطقة أخرى. حتى في المرحلة الواحدة، منطقة الذاكرة المفردة يمكن استخدمها لعدة أعراض.

المكونات / الاستعمال	في الذاكرة	
	بداية	نهاية
روتين المقاطعة (الانقطاع) في النمط الحقيقي ونظام الإدخال والإخراج الأساسي BIOS	0	4 كيلوبايت -1
جدول الأقسام الذي يمرر إلى محمل إقلاع أخر.	0x07BE	0x07FF
الرصة (المكدس) في وضع حقيقي للمعالج	أدنى من 8 بايت -1	
موقع تحميل الشفرة Stage 1.5 (الاختيارية)	0x2000	؟
صوان سطر الأوامر من أجل وحدات ونواة تعدد الاقلاع	0x2000	0x7FFF
موقع تحميل شفرة Stage1 من قبل نظام BIOS أو محمل إقلاع أخر.	0x7C00	0x7DFF
معاملات القرص LBA	0x7F00	0x7F42
موقع تحميل شفرة Stage2	0x8000	؟
نهاية Stage2 حتى الكيلوبايت 416K-1	416 كيلوبايت -1	
مساحة من الذاكرة يطلق عليها اسم الكومة heap تستخدم على وجه التخصيص من أجل القائمة "menu"	الكومة	
الرصة في النمط المحمي للمعالج	أدنى من 416 كيلوبايت -1	
صوان نظام الملفات (بحجم 32 كيلوبايت)	416 كيلوبايت	448 كيلوبايت - 1
صوان الجهاز الخام buffer Raw device (بحجم 31.5 كيلوبايت)	448 كيلوبايت	479.5 كيلوبايت -1
منطقة الصفر 512-بايت (منطقة خربشة scratch area)	479.5 كيلوبايت	480 كيلوبايت -1
صوانات لوظائف مختلفة، مثل كلمة السر، سطر الأوامر، قص ولصق، والإكمال. هذه المنطقة تتضمن منطقة تحميل Stage1 و Stage1.5، بدون إشكال.	480 كيلوبايت	512 كيلوبايت -1
قرص مبادلة البيانات والشفرة.	1 كيلوبايت الأخير من الذاكرة الأدنى	

لمعلومات أكثر راجع ملف stage2/shared.h و /docs/internals.texi

شفرة مرحلة الاقلاع الأولى stage1.

هذه الشفرة تستخدم في إقلاع برنامج GRUB Legacy، عادة تكون مضمنة في سجل الاقلاع الرئيسي MBR أو سجل إقلاع القسم VBR. حجم الشفرة 512 بايت، ووظيفتها تشبه كثيرا وظيفة boot.img المستخدمة في GRUB 2.

عمل stage1 تحميل شفرة Stage2 أو تحميل الشفرة الوسيطة Stage1.5 من القرص المحلي. ولأنها لا تستطيع فهم (أي قراءة) بنية نظام الملفات. تقوم stage1 بترميز (أي تحويل) موقع Stage2 (أو Stage 1.5) إلى لائحة أو قائمة من الكتل block list، أو تستخدم الشفرة الوسيطة Stage1.5 (لأن هذه الأخيرة تستطيع قراءة نظام الملفات) للوصول إلى Stage2.

الشفرة	الحجم بالبايت	إزاحة الشفرة	نوع قطاع الاقلاع	رقم الإصدارة	إصدارة GRUB	نظام الملفات
Stage1						
0.94	512	0x48	x86	0x3	0.94	لا
0.95						
0.96						
0.97						

 # hexdump -Cv stage1 **(0.96)**

```
0000 eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.H..............|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02 |................|
0040 ff 00 00 80 01 00 00 00 00 08 fa 80 ca 00 ea 53 |...............S|
0050 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c ||..1....... ..@||
0060 3c ff 74 02 88 c2 52 be 79 7d e8 34 01 f6 c2 80 |<.t...R.y}.4....|
0070 74 54 b4 41 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 49 81 fb 55 |tT.A..U..ZRrI..U|
0080 aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 83 e1 01 74 37 66 |.uC.A|..u....t7f|
0090 8b 4c 10 be 05 7c c6 44 ff 01 66 8b 1e 44 7c c7 |.L...|.D..f..D|.|
00a0 04 10 00 c7 44 02 01 00 66 89 5c 08 c7 44 06 00 |....D...f.\..D..|
00b0 70 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 cd 13 72 |pf1..D.f.D..B..r|
00c0 05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 73 0a f6 c2 80 0f |...p.}....s.....|
00d0 84 f0 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 44 ff 00 66 31 c0 |........|.D..f1.|
00e0 88 f0 40 66 89 44 04 31 d2 88 ca c1 e2 02 88 e8 |..@f.D.1........|
00f0 88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 c0 e8 02 66 89 04 |..@.D.1......f..|
0100 66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 |f.D|f1.f.4.T.f1.|
```

```
0110 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 3c 8a |f.t..T..D.;D.}<.|
0120 54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a |T.....L......l.Z|
0130 8a 74 0b bb 00 70 8e c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 |.t...p..1......r|
0140 2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 00 01 8e db 31 f6 |*....H|`......1.|
0150 31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40 |1.....a.&B|..}.@|
0160 00 eb 0e be 84 7d e8 38 00 eb 06 be 8e 7d e8 30 |.....}.8.....}.0|
0170 00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 |...}.*...GRUB .G|
0180 65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 |eom.Hard Disk.Re|
0190 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd |ad. Error.......|
01a0 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
01b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12 |..............$.|
01c0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
01d0 75 0f be da 7d e8 c9 ff eb 97 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
01e0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
01f0 01 b5 4f e9 e0 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
```

 # hexdump -Cv stage1 **(0.97)**

```
0000 eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.H..............|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02 |................|
0040 ff 00 00 80 01 00 00 00 00 08 fa eb 07 f6 c2 80 |................|
0050 75 02 b2 80 ea 59 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc |u....Y|..1......|
0060 00 20 fb a0 40 7c 3c ff 74 02 88 c2 52 be 7f 7d |. ..@|<.t...R..}|
0070 e8 34 01 f6 c2 80 74 54 b4 41 bb aa 55 cd 13 5a |.4....tT.A..U..Z|
0080 52 72 49 81 fb 55 aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 |RrI..U.uC.A|..u.|
0090 83 e1 01 74 37 66 8b 4c 10 be 05 7c c6 44 ff 01 |...t7f.L...|.D..|
00a0 66 8b 1e 44 7c c7 04 10 00 c7 44 02 01 00 66 89 |f..D|.....D...f.|
00b0 5c 08 c7 44 06 00 70 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 |\..D..pf1..D.f.D|
00c0 0c b4 42 cd 13 72 05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 |..B..r...p.}....|
00d0 73 0a f6 c2 80 0f 84 ea 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 |s.............|.|
00e0 44 ff 00 66 31 c0 88 f0 40 66 89 44 04 31 d2 88 |D..f1...@f.D.1..|
00f0 ca c1 e2 02 88 e8 88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 |........@.D.1...|
0100 c0 e8 02 66 89 04 66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 |...f..f.D|f1.f.4|
0110 88 54 0a 66 31 d2 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c |.T.f1.f.t..T..D.|
0120 3b 44 08 7d 3c 8a 54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 |;D.}<.T.....L...|
0130 08 d1 8a 6c 0c 5a 8a 74 0b bb 00 70 8e c3 31 db |...l.Z.t...p..1.|
0140 b8 01 02 cd 13 72 2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 |.....r*....H|`..|
0150 00 01 8e db 31 f6 31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 |....1.1.....a.&B|
0160 7c be 85 7d e8 40 00 eb 0e be 8a 7d e8 38 00 eb ||..}.@.....}.8..|
0170 06 be 94 7d e8 30 00 be 99 7d e8 2a 00 eb fe 47 |...}.0...}.*...G|
0180 52 55 42 20 00 47 65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 |RUB .Geom.Hard D|
0190 69 73 6b 00 52 65 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 |isk.Read. Error.|
01a0 bb 01 00 b4 0e cd 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 |........<.u.....|
01b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12 |..............$.|
01c0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
01d0 75 0f be da 7d e8 cf ff eb 9d 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
01e0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
01f0 01 b5 4f e9 e6 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
```

تطبيق شفرة stage1 في سجل الاقلاع الرئيسي (القرص الثابت)

```
      00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000  eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |.H....|.P.P....||
0010  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |...PW...........|
0020  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |8,|.u............|
0030  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02  |....It.8,t......|
0040  80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53  |......d........S|
0050  7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c  ||..1....... ..@||
0060  3c ff 74 02 88 c2 52 be 79 7d e8 34 01 f6 c2 80  |<.t...R.y}.4....|
0070  74 54 b4 41 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 49 81 fb 55  |tT.A..U..ZRrI..U|
0080  aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 83 e1 01 74 37 66  |.uC.A|..u....t7f|
0090  8b 4c 10 be 05 7c c6 44 ff 01 66 8b 1e 44 7c c7  |.L...|.D..f..D|.|
00a0  04 10 00 c7 44 02 01 00 66 89 5c 08 c7 44 06 00  |....D...f.\..D..|
00b0  70 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 cd 13 72  |pf1..D.f.D..B..r|
00c0  05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 73 0a f6 c2 80 0f  |...p.}....s.....|
00d0  84 f0 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 44 ff 00 66 31 c0  |........|.D..f1.|
00e0  88 f0 40 66 89 44 04 31 d2 88 ca c1 e2 02 88 e8  |..@f.D.1........|
00f0  88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 c0 e8 02 66 89 04  |..@.D.1......f..|
0100  66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2  |f.D|f1.f.4.T.f1.|
0110  66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 3c 8a  |f.t..T..D.;D.}<.|
0120  54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a  |T.....L......l.Z|
0130  8a 74 0b bb 00 70 8e c3 31 db b8 01 02 cd 13 72  |.t...p..1......r|
0140  2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 00 01 8e db 31 f6  |*....H|`......1.|
0150  31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40  |1.....a.&B|..}.@|
0160  00 eb 0e be 84 7d e8 38 00 eb 06 be 8e 7d e8 30  |.....}.8.....}.0|
0170  00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47  |...}.*...GRUB .G|
0180  65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65  |eom.Hard Disk.Re|
0190  61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd  |ad. Error.......|
01a0  10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |..<.u...........|
01b0  00 00 00 00 00 00 00 00 5f 00 5f 00 00 00 00 01  |........_._.....|
01c0  01 00 0b fe 7f 97 3f 00 00 00 59 03 64 00 00 00  |......?...Y.d...|
01d0  41 98 83 fe 7f a4 98 03 64 00 cd 2f 03 00 00 00  |A.......d../....|
01e0  41 a5 83 fe ff ff 65 33 67 00 fc 08 fa 00 80 fe  |A.....e3g.......|
01f0  ff ff 0f fe ff ff 61 3c 61 01 1f ed f2 00 55 aa  |......a<a.....U.|
      00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F
```

ألية عمل (تدفق) شفرة Stage1:

- إعداد النظام بإيجاز
- استكشاف قياسات القرص ونمط الوصول للقرص المحمل (أي قراءة القرص).
- تحميل القطاع الأول من شفرة stage2.

- القفز إلى عنوان بداية stage2.

لمعلومات أكثر راجع تحليل الشفرة أدناه.

رسائل الأخطاء الصدارة عن شفرة stage1.

شفرة Stage1 تطبع رسالة الخطأ على الشاشة ثم تتوقف. المستخدم سوف يحتاج إعادة الاقلاع بضغط مفاتيح <CTRL>-<ALT>-<DEL>.

فيما يلي قائمة برسائل الأخطاء المستخدمة في هذه الشفرة:

رسالة الخطأ	وصف
Hard Disk Error	محاولة تحديد حجم وقياسات القرص الثابت تفشل عند قراءة stage2 أو stage1.5 من القرص الثابت.
Floppy Error	محاولة تحديد حجم وقياسات القرص المرن تفشل عند قراءة stage2 أو stage1.5 من القرص المرن. يصنف هذا كخطأ منفصل لأن متتالية الاستقصاء تختلف عن نظيرتها في القرص الثابت.
Read Error	خطا في قراءة القرص يحدث أثناء محاولة قراءة stage2 أو stage1.5
Geom Error	موقع stage2 أو stage1.5 ليس في جزء القرص المدعوم مباشرة من نداءات القراءة في BIOS. يمكن أن يحدث هذا إذا غير المستخدم القياسات المترجمة أو تم نقل القرص إلى جهاز أخر أو متحكم بعد التنصيب، أو لم يستخدم نفسه محمل الاقلاع في تنصيب محمل الاقلاع. في هذه الحالة، هذا الخطأ في Stage2 سوف يشاهد أثناء تلك العملية والتنصيب سوف لن يكتمل.

0.94 / 0.95 / 0.96 – stage1

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
7D40
7D50 31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40 |1.....a.&B|..}.@|
7D60 00 eb 0e be 84 7d e8 38 00 eb 06 be 8e 7d e8 30 |.....}.8.....}.0|
7D70 00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 |...}.*...GRUB .G|
7D80 65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 |eom.Hard Disk.Re|
7D90 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd |ad. Error.......|
7DA0 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
7DB0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12 |..............$.|
7DC0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
7DD0 75 0f be da 7d e8 c9 ff eb 97 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
7DE0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
7DF0 01 b5 4f e9 e0 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
```

في هذا الطرح يظهر الجزء المسؤول عن رسائل الخطأ + شفرة القرص المرن

شفرة مرحلة الاقلاع الثانية stage2.

هذه الشفرة الأساسية core image في إقلاع برنامج GRUB Legacy. تقوم بكل شيء، باستثناء إقلاع نفسها. عادة تكون في نظام الملفات، لكن ذلك ليس شرطا.

الشفرة	الحجم بالبايت	المعرف	رقم الإصدارة	إصدارة GRUB	نظام الملفات	ملف الأعداد
stage2						
0.94	101,554	0x0	3.2	0.94	نعم	/boot/grub/menu.lst
0.95	104,562					
0.96	101,170			0.96		
0.97	101,138					

القطاع الأول (512 بايت) هو القطاع الوحيد الذي تحمله stage1 من الصورة stage2

```
# hexdump -C -n 512 stage2                                    (0.96 / 0.97)
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000 52 56 be 03 81 e8 28 01 5e bf f8 81 66 8b 2d 83 |RV....(.^...f.-.|
0010 7d 04 00 0f 84 ca 00 80 7c ff 00 74 3e 66 8b 1d |}.......|..t>f..|
0020 66 31 c0 b0 7f 39 45 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 |f1...9E....E.)E.|
0030 66 01 05 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 c7 44 |f.......D.f.\..D|
0040 06 00 70 50 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 |..pPf1..D.f.D..B|
0050 cd 13 0f 82 9f 00 bb 00 70 eb 56 66 8b 05 66 31 |........p.Vf..f1|
0060 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 66 f7 74 04 88 54 |.f.4.T.f1.f.t..T|
0070 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 74 8b 04 2a 44 0a 39 45 |..D.;D.}t..*D.9E|
0080 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 66 01 05 8a 54 0d c0 |....E.)E.f...T..|
0090 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 |...L......l.ZR.t|
00a0 0b 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 46 8c |.P..p..1.....rF.|
00b0 c3 8e 45 06 58 c1 e0 05 01 45 06 60 1e c1 e0 04 |..E.X....E.`....|
00c0 89 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a4 1f be 12 81 e8 |..1.1...........|
00d0 5e 00 61 83 7d 04 00 0f 85 3c ff 83 ef 08 e9 2e |^.a.}....<......|
00e0 ff be 14 81 e8 49 00 5a ea 00 82 00 00 be 17 81 |.....I.Z........|
00f0 e8 3d 00 eb 06 be 1c 81 e8 35 00 be 21 81 e8 2f |.=.......5..!../|
0100 00 eb fe 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 73 74 61 67 65 |...Loading stage|
0110 32 00 2e 00 0d 0a 00 47 65 6f 6d 00 52 65 61 64 |2......Geom.Read|
0120 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd 10 46 |. Error........F|
0130 8a 04 3c 00 75 f2 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
0140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
```

```
01f0 00 00 00 00 00 00 00 00 02 00 00 00 c5 00 20 08 |.............. .|
```

(0.95)

```
0000 52 56 be 03 81 e8 28 01 5e bf f8 81 66 8b 2d 83 |RV....(.^...f.-.|
0010 7d 04 00 0f 84 ca 00 80 7c ff 00 74 3e 66 8b 1d |}.......|..t>f..|
0020 66 31 c0 b0 7f 39 45 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 |f1...9E....E.)E.|
0030 66 01 05 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 c7 44 |f.......D.f.\..D|
0040 06 00 70 50 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 |..pPf1..D.f.D..B|
0050 cd 13 0f 82 9f 00 bb 00 70 eb 56 66 8b 05 66 31 |........p.Vf..f1|
0060 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 66 f7 74 04 88 54 |.f.4.T.f1.f.t..T|
0070 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 74 8b 04 2a 44 0a 39 45 |..D.;D.}t..*D.9E|
0080 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 66 01 05 8a 54 0d c0 |....E.)E.f...T..|
0090 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 |...L......l.ZR.t|
00a0 0b 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 46 8c |.P..p..1.....rF.|
00b0 c3 8e 45 06 58 c1 e0 05 01 45 06 60 1e c1 e0 04 |..E.X....E.`....|
00c0 89 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a4 1f be 12 81 e8 |..1.1...........|
00d0 5e 00 61 83 7d 04 00 0f 85 3c ff 83 ef 08 e9 2e |^.a.}....<......|
00e0 ff be 14 81 e8 49 00 5a ea 00 82 00 00 be 17 81 |.....I.Z........|
00f0 e8 3d 00 eb 06 be 1c 81 e8 35 00 be 21 81 e8 2f |.=.......5..!../|
0100 00 eb fe 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 73 74 61 67 65 |...Loading stage|
0110 32 00 2e 00 0d 0a 00 47 65 6f 6d 00 52 65 61 64 |2......Geom.Read|
0120 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd 10 46 |. Error........F|
0130 8a 04 3c 00 75 f2 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
0140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 00 00 00 00 00 00 00 02 00 00 00 cc 00 20 08 |.............. .|
0200
```

(0.94)

```
0000 52 56 be 03 81 e8 28 01 5e bf f8 81 66 8b 2d 83 |RV....(.^...f.-.|
0010 7d 04 00 0f 84 ca 00 80 7c ff 00 74 3e 66 8b 1d |}.......|..t>f..|
0020 66 31 c0 b0 7f 39 45 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 |f1...9E....E.)E.|
0030 66 01 05 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 c7 44 |f.......D.f.\..D|
0040 06 00 70 50 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 |..pPf1..D.f.D..B|
0050 cd 13 0f 82 9f 00 bb 00 70 eb 56 66 8b 05 66 31 |........p.Vf..f1|
0060 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 66 f7 74 04 88 54 |.f.4.T.f1.f.t..T|
0070 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 74 8b 04 2a 44 0a 39 45 |..D.;D.}t..*D.9E|
0080 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 66 01 05 8a 54 0d c0 |....E.)E.f...T..|
0090 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 |...L......l.ZR.t|
00a0 0b 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 46 8c |.P..p..1.....rF.|
00b0 c3 8e 45 06 58 c1 e0 05 01 45 06 60 1e c1 e0 04 |..E.X....E.`....|
00c0 89 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a4 1f be 12 81 e8 |..1.1...........|
00d0 5e 00 61 83 7d 04 00 0f 85 3c ff 83 ef 08 e9 2e |^.a.}....<......|
00e0 ff be 14 81 e8 49 00 5a ea 00 82 00 00 be 17 81 |.....I.Z........|
00f0 e8 3d 00 eb 06 be 1c 81 e8 35 00 be 21 81 e8 2f |.=.......5..!../|
0100 00 eb fe 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 73 74 61 67 65 |...Loading stage|
0110 32 00 2e 00 0d 0a 00 47 65 6f 6d 00 52 65 61 64 |2......Geom.Read|
0120 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd 10 46 |. Error........F|
0130 8a 04 3c 00 75 f2 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
0140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 00 00 00 00 00 00 00 02 00 00 00 c6 00 20 08 |.............. .|
0200
```

لحظ اختلف الصورة في الإصدارات 0.94 / 0.95 / 0.96 / 0.97

تنبيه :

- علامة النجمة* في الطرح دلالة على القيم المحذوفة (الأسطر المكررة) (في هذه الأمثلة كانت القيم "أصفار")، لعرض الشفرة يمكنك استخدام هذه الأوامر:

طرح بدون القيم المكررة :	# hexdump -C file
طرح كامل :	# hexdump -Cv file
طرح القطاع الأول فقط (إن كان الملف كبير)	# hexdump -Cv -n 512 file

آلية عمل (تدفق) شفرة stage2 (و stage1.5):

- تحميل بقيتها (نفسها) إلى عنوان البداية الفعلي، أي، عنوان البداية زائد 512 بايت. قوائم الكتل block lists تخزن في الجزء الأخير من القطاع الأول.
- قفزة طويلة إلى عنوان البداية الفعلي.

شفرة stage2 أو stage1.5 لا تستقصي عن قياسات القرص أو نمط الوصول للقرص المحمل، لأن stage1 تكون قد فعلت ذلك مسبقا.

إذا كان لا يمكن تضمين stage2 في المنطقة المحددة لأن حجمها كبير جدا، تنصب Stage 1.5 في القطاعات التي تأتي بعد سجل MBR، أو في منطقة محمل الاقلاع في أنظمة ReiserFS أو FFS.

المتغيرات المضمنة في GRUB Legacy

كما ستلحظ في التحليل الشفرة التالي، أماكن المتغيرات في Stage1 و Stage2 ستكون محددة بدقة، كي يستطيع التنصيب ترقيع الملف الثنائي مباشرة دون إعادة تجميع شفرات stages. لمعلومات أكثر راجع ملف stage1/stage1.S.

في أول قطاع من Stage 1.5 و Stage 2 لوائح أو قوائم الكتل مسجلة بين لائحة أولى ولائحة أخيرة (firstlist و lastlist). عنوان لائحة الأخيرة سوف يقرر عند تجميع ملف stage2/start.S.

القراءة ستكون خلفية (backward)، أول لائحة كتل 8-بت لا تقرأ، لكن بعد تخفيض 8 بايت من المؤشر، تقرأ وتخفض مرة أخرى، ثم تقرأ، ... وهلم جرا، حتى تنتهي عندما يكون عدد القطاعات

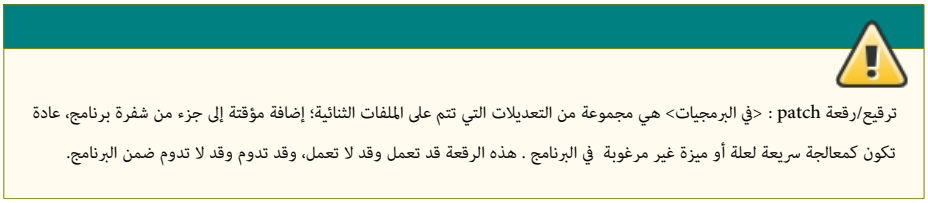
التي سوف تقرأ في لائحة الكتل التالية يساوي صفر.

يمكن مشاهدة بنية لائحة الكتل في الشفرة مباشرة قبل firstlist. لحظ أنها ستكون دائما من بداية القرص، ولا ترتبط بحدود القسم.

في القطاع الثاني من شفرة Stage1.5 و Stage2، المتغيرات ستكون كالتالي:

متغير	نوع / رمز تذكري	وظيفة	إزاحة
قفزة طويلة		لضمان تحميل الشفرة الرئيسية عند 0x0:0x8200 في stage2 وعند 0x0:0x2200 في stage1.5.	
رقم الإصدارة (رقم آلية التنصيب)		البايت 6 و 7. عند الإزاحة 0x06	0x06
قسم التنصيب	install_partition		0x08
رقم مدخلة محفوظة	saved_entryno	غير مستخدمة	0x0C
المعرف أو هوية الشفرة	stage2_id		0x10
علم في حالة فرض استخدام LBA	force_lba		0x11
سلسلة محارف الإصدارة	version_string		0x12
طول سلسلة محارف الإصدارة			0x12+
اسم ملف الأعداد	config_file	stage1_5: "/boot/grub/stage2" — stage2: "/boot/grub/menu.lst"	

لمعلومات أكثر يمكنك مراجعة ملف stage2/asm.S.



ترقيع/رقعة patch : <في البرمجيات> هي مجموعة من التعديلات التي تتم على الملفات الثنائية؛ إضافة مؤقتة إلى جزء من شفرة برنامج، عادة تكون كمعالجة سريعة لعلة أو ميزة غير مرغوبة في البرنامج . هذه الرقعة قد تعمل وقد لا تعمل، وقد تدوم وقد لا تدوم ضمن البرنامج.

كيفية تحديد قوائم الكتل

لائحة الكتل أو قائمة الكتل block list/blocklist مصطلح يستخدم في برامج محملات الإقلاع في لينكس مثل برنامج GRUB 2 / GRUB Legacy / BURG عند قراءة البيانات التي ليست جزء من نظام الملفات، بمعنى آخر تحديد ملف لا يظهر في نظام الملفات مثل chainloader، بواسطة القراءة المباشرة على القرص. الصياغة ستكون على النحو التالي :

[إزاحة] + [طول]، [إزاحة] + [طول] ...

مثال :

0+100, 200+1, 300+300

هذا يوضح أن على محمل الاقلاع قراءة الكتل من 0 حتى 99 والكتلة 200 والكتل من 300 حتى 599 .

في حالة حذف رقم الإزاحة، محمل الاقلاع سوف يفترض أن الإزاحة هي صفر.

تماما مثل صياغة اسم الملف (راجع صياغة اسم الملف في الدليل الرسمي)، إذا كانت لائحة الكتل لا تحتوي اسم الجهاز، محمل الاقلاع سوف يستخدم الجهاز الجذري المضمن في محمل الاقلاع.

لذلك عندما يكون الجهاز الجذري هو (hd0، 1) سيكون مثل 1+ (hd0، 1).

رسائل الأخطاء الصدارة عن شفرة stage2.

هذه الشفرة تتعامل مع الأخطاء إما بإلغاء العملية الجارية، أو طباعة رسالة خطأ، ثم (إذا كان ممكن) تستمر على أساس أن الخطأ قد حدث أو تنتظر تدخل المستخدم للتعامل مع الخطأ. (الأرقام للخطأ في Stage1.5)

وصف	رسالة الخطأ في stage1.5 / stage2
اسم ملف يجب أن يكون إما اسم ملف مطلق أو لائحة كتلة. يحدث هذا الخطأ إذا كان اسم الملف المطلوب لا يتناسب مع الصياغة في نظام الملفات.	1 : Filename must be either an absolute filename or blocklist
ملف سيء أو نوع دليل. يعود هذا الخطأ إذا كان الملف المطلوب ليس ملف عادي، وكان يشبه وصلة رمزية، أو دليل، أو FIFO.	2 : Bad file or directory type
بيانات سيئة أو فاسدة عند فك ضغط الملف. يعود هذا الخطأ إذا خوارزمية شفرة الضغط وصلت إلى خطأ داخلي. عادة هذا يكون ملف تلف.	3 : Bad or corrupt data while decompressing file
ترويسة سيئة أو غير متوافقة في الملف المضغوط. يعود هذا الخطأ إذا كانت ترويسة الملف المفترض مضغوط سيئة.	4 : Bad or incompatible header in compressed file
جدول الأقسام غير صالح أو تالف. يعود هذا الخطأ إذا فشلت عملية التحقق من تكامل جدول الأقسام. تعتبر هذه علامة سيئة.	5 : Partition table invalid or corrupt
إصدارة stage1/stage2 غير متطابقة أو فاسدة. يعود هذا الخطأ إذا أمر التنصيب أشار إلى نسخ stage1 أو stage2 بأنها فاسدة أو غير متوافقة. عموما، لا يستطيع اكتشاف فسادها، لكن عملية التحقق من أرقام الإصدارة، ينبغي أن تكون صحيحة.	6 : Mismatched or corrupt version of stage1/stage2
تحميل أقل من 1 ميغابايت غير مدعوم. يعود هذا الخطأ إذا العنوان الأدنى في النواة هو دون حد 1 ميغابايت. بنية zImage في لينكس هي حالة خاصة يمكن معالجتها لأنها تملك عنوان تحميل ثابت وحجم أقصى.	7 : Loading below 1MB is not supported
يجب تحميل النواة قبل الاقلاع. يعود هذا الخطأ إذا محمل الاقلاع GRUB Legacy أخبر بتنفيذ عملية الاقلاع بدون تشغيل النواة.	8 : Kernel must be loaded before booting
فشل في الاقلاع مجهول. يعود هذا الخطأ إذا لم تنجح محاولة الاقلاع لأسباب مجهولة.	9 : Unknown boot failure
طلب ميزات تعدد الاقلاع غير مدعومة. هذا الخطأ عندما ميزات (وظائف) تعدد الاقلاع في ترويسة الاقلاع المتعدد تحتاج ميزة غير معروفة. هذه أشارة إلى أن النواة تطلب معالجة خاصة لكن محمل الاقلاع لا يستطيع توفيرها.	10 : Unsupported Multiboot features requested
سلسلة جهاز غير معروفة. هذا الخطأ إذا سلسلة (محارف) جهاز كانت متوقعة، لكن هذه لا تتناسب مع الصياغة في نظام الملفات.	11 : Unrecognized device string
طلب جهاز غير صالح. يعود هذا الخطأ إذا سلسلة (محارف) الجهاز يمكن التعرف عليها لكنها لا تقع ضمن أخطاء الجهاز الأخرى.	12 : Invalid device requested
صيغة تنفيذية غير مدعومة أو غير صالحة. هذا الخطأ إذا صورة النواة المحملة لا تعرف بتعدد الاقلاع أو ليست إحدى الصيغ الأصيلة المدعومة (bzImage، zImage، أو FreeBSD، NetBSD)	13 : Invalid or unsupported executable format
خطأ في توافق نظام الملفات، لا يستطيع قراءة كامل الملف. بعض أنظمة الملفات التي تقرأ الشفرة في GRUB Legacy مقيدة بطول الملفات التي يمكنها قراءتها. يعود هذا الخطأ عندما المستخدم يصادف مثل هذا القيد..	14 : Filesystem compatibility error, cannot read whole file
لم يعثر على الملف. يعود هذا الخطأ إذا لم يعثر على اسم الملف المحدد، لكن بقية الأمور مضبوطة (مثل معلومات القسم/القرص).	15 : File not found
بنية نظام ملفات متضاربة. يعود هذا الخطأ عندما شفرة نظام الملفات تشير إلى خطأ داخلي سببه عملية التحقق من صحة بنية نظام الملفات على القرص لا تتوافق مع ما كان متوقع. عادة السبب في هذا نظام ملفات فاسد أو علل في الشفرة التي تتعامل معها في محمل الاقلاع.	16 : Inconsistent filesystem structure
لا تستطيع وصل القسم المختار. يعود هذا الخطأ إذا كان القسم المطلوب موجود، لكن نوع نظام الملفات لا يمكن التعرف عليه من محمل الاقلاع.	17 : Cannot mount selected partition
الأسطوانة المختارة تتجاوز الحد الأقصى المدعوم من قبل نظام BIOS. يعود هذا الخطأ عند محاولة قراءة عنوان كتلة خطي يتجاوز نهاية المنطقة المترجمة من BIOS. عموما، هذا يحدث إذا القرص أكبر من ما يستطيع BIOS التعامل معه (512 ميغابايت لأقراص IDE/EIDE على الأجهزة القديمة أو أكبر من 8 جيجابايت بشكل عام).	18 : Selected cylinder exceeds maximum supported by BIOS
يجب تحميل نواة لينكس قبل صورة نظام الملفات initrd. يعود هذا الخطأ إذا استخدم الأمر initrd قبل تحميل نواة لينكس.	19 : Linux kernel must be loaded before initrd
يجب تحميل نواة تعدد الاقلاع قبل الوحدات. يعود هذا الخطأ إذا استخدم أمر تحميل الوحدة قبل تحميل نواة متعددة الاقلاع. هذا له معنى فقط في هذه الحالة، لأن محمل الاقلاع لا يعرف كيفية ربط وجود مثل هذه الوحدات مع نواة لا تعرف تعدد الاقلاع.	20 : Multiboot kernel must be loaded before modules
القرص المختار غير موجود. يعود هذا الخطأ إذا جزء من جهاز أو كامل اسم الملف يشير لقرص أو جهاز BIOS غير موجود أو لا يتعرف عليه BIOS.	21 : Selected disk does not exist
القسم غير موجود. يعود هذا الخطأ إذا القسم المطلوب في جزء من الجهاز أو كامل اسم الملف ليس على القرص المختار.	22 : No such partition
خطأ أثناء تحليل الرقم. يعود هذا الخطأ إذا محمل الاقلاع كان يتوقع قراءة رقم ثم صادف بيانات سيئة.	23 : Error while parsing number
محاولة الوصول إلى كتلة خارج القسم. يعود هذا الخطأ إذا عنوان الكتلة الخطي كان خارج قسم القرص. عموما يحدث هذا بسبب نظام ملفات فاسد على القرص أو علة في الشفرة التي تتعامل معها في محمل الاقلاع (هذه تعتبر أداة جيدة للتنقيح).	24 : Attempt to access block outside partition
خطأ في قراءة القرص. يعود هذا الخطأ إذا كان هناك خطأ في قراءة القرص عند محاولة الاستقصاء عن أو قراءة البيانات من قرص معين.	25 : Disk read error
عدد الوصلات الرمزية كبير. يعود هذا الخطأ إذا عدد الوصلات تجاوز الحد الأقصى (حاليا 5)، احتمال أن الوصلات الرمزية مكررة.	26 : Too many symbolic links
الأمر غير معروف. يعود الخطأ إذا كان هناك أمر سطر أوامر مجهول أو في الجزء الخاص بعملية الاقلاع من ملف الأعداد ثم تم اختيار تلك المدخلة.	27 : Unrecognized command
العنصر المختار لا يتناسب في الذاكرة. هذا الخطأ إذا أمر تحميل النواة أو الوحدة، أو ملف خام (أولي) raw file يحاول تحميل بياناته التي لا يتناسب حجمها في الذاكرة.	28 : Selected item cannot fit into memory
خطأ في كتابة القرص. إذا كان هناك خطأ عند محاولة الكتابة إلى قرص معين. عموما، هذا سوف يحدث فقط أثناء تنصيب أمر تفعيل القسم النشيط.	29 : Disk write error
معطى غير صالح. يعود هذا الخطأ إذا كان المعطى المخصص إلى الأمر غير صالح.	30 : Invalid argument
الملف لا يحاذي القطاع. يمكن أن يحدث هذا الخطأ فقط عند النفاذ إلى قسم ReiserFS بواسطة block-lists (مثل، أمر التنصيب). في هذه الحالة، يجب وصل القسم باستخدام الخيار `-o notail'.	31 : File is not sector aligned
يحتاج إلى الاستيثاق (المصادقة). هذا الخطأ عند محاولة تنفيذ مدخلة مؤمنة. لذلك يحب إدخال كلمة السر الصحيحة قبل تنفيذ مثل هذه المدخلة.	32 : Must be authenticated
الجهاز التسلسلي ليس مضبوط. هذا الخطأ عند محاولة تغيير الطرفية إلى متسلسلة قبل بدأ تشغيل أي جهاز تسلسلي.	33 : Serial device not configured
لا توجد قطاعات خالية على القرص. هذا الخطأ إذا كان القرص لا يملك مساحة إضافية كافية. يحدث هذا عند محاولة تضمين شفرة Stage 1.5 في القطاعات الغير مستخدمة بعد MBR، لأن القسم الأول يبدأ مباشرة بعد MBR أو مستخدمة من قبل EZ-BIOS.	34 : No spare sectors on the disk

موقع رسائل الأخطاء في شفرة stage2.

(0.97)

```
00016b70 . . .
00016b80 75 65 2e 2e 2e 00 46 69 6c 65 6e 61 6d 65 20 6d |ue....Filename m|
00016b90 75 73 74 20 62 65 20 65 69 74 68 65 72 20 61 6e |ust be either an|
00016ba0 20 61 62 73 6f 6c 75 74 65 20 70 61 74 68 6e 61 | absolute pathna|
00016bb0 6d 65 20 6f 72 20 62 6c 6f 63 6b 6c 69 73 74 00 |me or blocklist.|
00016bc0 42 61 64 20 66 69 6c 65 20 6f 72 20 64 69 72 65 |Bad file or dire|
00016bd0 63 74 6f 72 79 20 74 79 70 65 00 42 61 64 20 6f |ctory type.Bad o|
00016be0 72 20 63 6f 72 72 75 70 74 20 64 61 74 61 20 77 |r corrupt data w|
00016bf0 68 69 6c 65 20 64 65 63 6f 6d 70 72 65 73 73 69 |hile decompressi|
00016c00 6e 67 20 66 69 6c 65 00 42 61 64 20 6f 72 20 69 |ng file.Bad or i|
00016c10 6e 63 6f 6d 70 61 74 69 62 6c 65 20 68 65 61 64 |ncompatible head|
00016c20 65 72 20 69 6e 20 63 6f 6d 70 72 65 73 73 65 64 |er in compressed|
00016c30 20 66 69 6c 65 00 50 61 72 74 69 74 69 6f 6e 20 | file.Partition |
00016c40 74 61 62 6c 65 20 69 6e 76 61 6c 69 64 20 6f 72 |table invalid or|
00016c50 20 63 6f 72 72 75 70 74 00 4d 69 73 6d 61 74 63 | corrupt.Mismatc|
00016c60 68 65 64 20 6f 72 20 63 6f 72 72 75 70 74 20 76 |hed or corrupt v|
00016c70 65 72 73 69 6f 6e 20 6f 66 20 73 74 61 67 65 31 |ersion of stage1|
00016c80 2f 73 74 61 67 65 32 00 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 |/stage2.Loading |
00016c90 62 65 6c 6f 77 20 31 4d 42 20 69 73 20 6e 6f 74 |below 1MB is not|
00016ca0 20 73 75 70 70 6f 72 74 65 64 00 4b 65 72 6e 65 | supported.Kerne|
00016cb0 6c 20 6d 75 73 74 20 62 65 20 6c 6f 61 64 65 64 |l must be loaded|
00016cc0 20 62 65 66 6f 72 65 20 62 6f 6f 74 69 6e 67 00 | before booting.|
00016cd0 55 6e 6b 6e 6f 77 6e 20 62 6f 6f 74 20 66 61 69 |Unknown boot fai|
00016ce0 6c 75 72 65 00 55 6e 73 75 70 70 6f 72 74 65 64 |lure.Unsupported|
00016cf0 20 4d 75 6c 74 69 62 6f 6f 74 20 66 65 61 74 75 | Multiboot featu|
00016d00 72 65 73 20 72 65 71 75 65 73 74 65 64 00 55 6e |res requested.Un|
00016d10 72 65 63 6f 67 6e 69 7a 65 64 20 64 65 76 69 63 |recognized devic|
00016d20 65 20 73 74 72 69 6e 67 00 49 6e 76 61 6c 69 64 |e string.Invalid|
00016d30 20 64 65 76 69 63 65 20 72 65 71 75 65 73 74 65 | device requeste|
00016d40 64 00 49 6e 76 61 6c 69 64 20 6f 72 20 75 6e 73 |d.Invalid or uns|
00016d50 75 70 70 6f 72 74 65 64 20 65 78 65 63 75 74 61 |upported executa|
00016d60 62 6c 65 20 66 6f 72 6d 61 74 00 46 69 6c 65 73 |ble format.Files|
00016d70 79 73 74 65 6d 20 63 6f 6d 70 61 74 69 62 69 6c |ystem compatibil|
00016d80 69 74 79 20 65 72 72 6f 72 2c 20 63 61 6e 6e 6f |ity error, canno|
00016d90 74 20 72 65 61 64 20 77 68 6f 6c 65 20 66 69 6c |t read whole fil|
00016da0 65 00 46 69 6c 65 20 6e 6f 74 20 66 6f 75 6e 64 |e.File not found|
00016db0 00 49 6e 63 6f 6e 73 69 73 74 65 6e 74 20 66 69 |.Inconsistent fi|
00016dc0 6c 65 73 79 73 74 65 6d 20 73 74 72 75 63 74 75 |lesystem structu|
00016dd0 72 65 00 43 61 6e 6e 6f 74 20 6d 6f 75 6e 74 20 |re.Cannot mount |
00016de0 73 65 6c 65 63 74 65 64 20 70 61 72 74 69 74 69 |selected partiti|
00016df0 6f 6e 00 53 65 6c 65 63 74 65 64 20 63 79 6c 69 |on.Selected cyli|
00016e00 6e 64 65 72 20 65 78 63 65 65 64 73 20 6d 61 78 |nder exceeds max|
00016e10 69 6d 75 6d 20 73 75 70 70 6f 72 74 65 64 20 62 |imum supported b|
00016e20 79 20 42 49 4f 53 00 4c 69 6e 75 78 20 6b 65 72 |y BIOS.Linux ker|
00016e30 6e 65 6c 20 6d 75 73 74 20 62 65 20 6c 6f 61 64 |nel must be load|
00016e40 65 64 20 62 65 66 6f 72 65 20 69 6e 69 74 72 64 |ed before initrd|
00016e50 00 4d 75 6c 74 69 62 6f 6f 74 20 6b 65 72 6e 65 |.Multiboot kerne|
00016e60 6c 20 6d 75 73 74 20 62 65 20 6c 6f 61 64 65 64 |l must be loaded|
00016e70 20 62 65 66 6f 72 65 20 6d 6f 64 75 6c 65 73 00 | before modules.|
00016e80 53 65 6c 65 63 74 65 64 20 64 69 73 6b 20 64 6f |Selected disk do|
00016e90 65 73 20 6e 6f 74 20 65 78 69 73 74 00 4e 6f 20 |es not exist.No |
00016ea0 73 75 63 68 20 70 61 72 74 69 74 69 6f 6e 00 45 |such partition.E|
00016eb0 72 72 6f 72 20 77 68 69 6c 65 20 70 61 72 73 69 |rror while parsi|
00016ec0 6e 67 20 6e 75 6d 62 65 72 00 41 74 74 65 6d 70 |ng number.Attemp|
00016ed0 74 20 74 6f 20 61 63 63 65 73 73 20 62 6c 6f 63 |t to access bloc|
00016ee0 6b 20 6f 75 74 73 69 64 65 20 70 61 72 74 69 74 |k outside partit|
00016ef0 69 6f 6e 00 44 69 73 6b 20 72 65 61 64 20 65 72 |ion.Disk read er|
00016f00 72 6f 72 00 54 6f 6f 20 6d 61 6e 79 20 73 79 6d |ror.Too many sym|
00016f10 62 6f 6c 69 63 20 6c 69 6e 6b 73 00 55 6e 72 65 |bolic links.Unre|
00016f20 63 6f 67 6e 69 7a 65 64 20 63 6f 6d 6d 61 6e 64 |cognized command|
00016f30 00 53 65 6c 65 63 74 65 64 20 69 74 65 6d 20 63 |.Selected item c|
00016f40 61 6e 6e 6f 74 20 66 69 74 20 69 6e 74 6f 20 6d |annot fit into m|
00016f50 65 6d 6f 72 79 00 44 69 73 6b 20 77 72 69 74 65 |emory.Disk write|
00016f60 20 65 72 72 6f 72 00 49 6e 76 61 6c 69 64 20 61 | error.Invalid a|
00016f70 72 67 75 6d 65 6e 74 00 46 69 6c 65 20 69 73 20 |rgument.File is |
00016f80 6e 6f 74 20 73 65 63 74 6f 72 20 61 6c 69 67 6e |not sector align|
00016f90 65 64 00 4d 75 73 74 20 62 65 20 61 75 74 68 65 |ed.Must be authe|
00016fa0 6e 74 69 63 61 74 65 64 00 44 65 76 69 63 65 20 |nticated.Device |
00016fb0 6e 6f 74 20 69 6e 69 74 69 61 6c 69 7a 65 64 20 |not initialized |
00016fc0 79 65 74 00 4e 6f 20 73 70 61 72 65 20 73 65 63 |yet.No spare sec|
00016fd0 74 6f 72 73 20 6f 6e 20 74 68 65 20 64 69 73 6b |tors on the disk|
00016fe0 00 4f 76 65 72 66 6c 6f 77 20 77 68 69 6c 65 20 |.Overflow while |
00016ff0 70 61 72 73 69 6e 67 20 6e 75 6d 62 65 72 00 47 |parsing number.G|
00017000 4e 55 20 47 52 55 42 20 30 2e 39 37 00 3c 25 64 |NU GRUB 0.97.<%d|
00017010 2c 20 25 64 2c 20 25 64 3e 00 20 46 69 6c 65 73 |, %d, %d>. Files|
00017020 . . .
```

صور stage1_5_*

هذه الشفرة تسمح بقراءة Stage2 من نظام الملفات، وتعمل كجسر بين stage1 و stage2، ولذلك تدعى Stage 1.5.

المرحلة الأولى stage1 يمكنها تحميل Stage2 مباشرة لكنها في الغالب تحتاج إلى الشفرة الوسيطة stage 1.5. لأن Stage2 عادة تكون على نظام الملفات، و stage1 تفهم فقط كتل القرص المرقمة ولا تفهم نظام الملفات. في حين Stage 1.5 تستطيع قراءة نظام الملفات الخاص بها (أنظر للجدول أدناه) وتحديد موقع stage2 في حالة تم تحريك هذه الأخيرة.

هذا يعني إمكانية تحريك صورة stage2 (حتى بعد تنصيب GRUB Legacy) طالما stage 1.5 في مكانها برنامج GRUB Legacy سيحدد في النهاية موقع Stage2 ويحمل نظام التشغيل..

عادة، stage1.5 توجد في الفجوة التي بين MBR و أول قسم على القرص، تحتل منها تقريبا 15 قطاع (الفجوة حجمها 31.5 كيلوبايت أي 62 قطاع -1 أو ناقص 512 بايت).

نظام الملفات	نظام التشغيل	حجم الصورة stage1_5 في إصدارات GRUB Legacy												
		0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	الإصدارة ←
		كيلوبايت						بايت						الشفرة
ext2fs	لينكس	7.8	7.8	7.6	7.7	؟	؟	7,988	8,020	7,776	7,840	؟	؟	e2fs_stage1_5
FAT16, FAT32	مايكروسوفت دوس/ويندوز	7.6	7.6	7.4	7.4	؟	؟	7,748	7,748	7,536	7,600	؟	؟	fat_stage1_5
FFS	بي أس دي (يونكس)	6.9	6.9	6.7	6.7	؟	؟	7,028	7,028	6,816	6,848	؟	؟	ffs_stage1_5
ISO 9660	القرص المدمج	6.9	6.9	6.7				7,060	7,060	6,848				iso9660_stage1_5
JFS	إيه آي إكس / أو أس/2 / لينكس	8.3	8.3	8.1	8.2	؟	؟	8,480	8,480	8,288	8,416	؟	؟	jfs_stage1_5
Minix fs	مينكس	7.1	7.1	6.8	6.8	؟	؟	7,220	7,220	7,008	7,008	؟	؟	minix_stage1_5
ReiserFS	لينكس	9.2	9.2	9.1	9.1	؟	؟	9,460	9,460	9,280	9,344	؟	؟	reiserfs_stage1_5
UFS2	فري بي أس دي (يونكس)	7.1	7.1	6.9				7,304	7,304	7,092				ufs2_stage1_5
VSTa fs	VSTa (شبيه يونكس)	6.5	6.5	6.3	6.3	؟	؟	6,644	6,644	6,464	6,464	؟	؟	vstafs_stage1_5
XFS	IRIX (يونكس)	9.1	9.1	9.0	9.0	؟	؟	9,308	9,340	9,224	9,256	؟	؟	xfs_stage1_5

مثال على القطاع الأول (512 بايت) من صورة fat_stage1_5

 # hexdump -C -n 512 fat_stage1_5 **(0.96 / 0.97)**

```
0000 52 56 be 03 21 e8 2a 01 5e bf f8 21 66 8b 2d 83 |RV..!.*.^..!f.-.|
0010 7d 04 00 0f 84 ca 00 80 7c ff 00 74 3e 66 8b 1d |}.......|..t>f..|
0020 66 31 c0 b0 7f 39 45 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 |f1...9E....E.)E.|
0030 66 01 05 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 c7 44 |f.......D.f.\..D|
0040 06 00 70 50 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 |..pPf1..D.f.D..B|
0050 cd 13 0f 82 9f 00 bb 00 70 eb 56 66 8b 05 66 31 |........p.Vf..f1|
0060 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 66 f7 74 04 88 54 |.f.4.T.f1.f.t..T|
0070 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 74 8b 04 2a 44 0a 39 45 |..D.;D.}t..*D.9E|
0080 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 66 01 05 8a 54 0d c0 |....E.)E.f...T..|
0090 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 |...L......l.ZR.t|
00a0 0b 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 46 8c |.P..p..1.....rF.|
00b0 c3 8e 45 06 58 c1 e0 05 01 45 06 60 1e c1 e0 04 |..E.X....E.`....|
00c0 89 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a4 1f be 14 21 e8 |..1.1.........!.|
00d0 60 00 61 83 7d 04 00 0f 85 3c ff 83 ef 08 e9 2e |`.a.}....<......|
00e0 ff be 16 21 e8 4b 00 5a ea 00 22 00 00 be 19 21 |...!.K.Z.."....!|
00f0 e8 3f 00 eb 06 be 1e 21 e8 37 00 be 23 21 e8 31 |.?.....!.7..#!.1|
0100 00 eb fe 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 73 74 61 67 65 |...Loading stage|
0110 31 2e 35 00 2e 00 0d 0a 00 47 65 6f 6d 00 52 65 |1.5.....Geom.Re|
0120 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd |ad. Error.......|
0130 10 46 8a 04 3c 00 75 f2 c3 00 00 00 00 00 00 00 |.F..<.u.........|
0140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 00 00 00 00 00 00 00 02 00 00 00 00 00 20 02 |.............. .|
0200
```

رسائل الأخطاء الصدارة عن شفرة Stage1.5.

شفرة Stage1 تطبع رقم رسالة الخطأ على الشاشة في شكل "خطأ ورقم" ثم تتوقف. المستخدم سوف يحتاج إعادة الاقلاع بضغط مفاتيح <CTRL>-<ALT>-<DEL>.

هذه الأرقام تشير إلى الأخطاء التي تصدر عن Stage2. لذلك راجع رسائل الأخطاء الصدارة عن شفرة Stage2 في الجدول السابق.

صورة الاقلاع من القرص المدمج stage2_eltorito

هذه الصورة للإقلاع من الأقراص المدمجة CD-ROM تستخدم نمط اللا محاكاة أو بدون محاكاة "no emulation" في مواصفة El Torito). هذه تشبه صورة Stage2، لكنها تقلع بدون Stage1 وتنصب الجهاز الجذر 'cd' (قرص الصورة الخاص). بالمناسبة يمكنك أيضا استخدام ملف الأعداد menu.lst في القرص المدمج.

المثال التي يظهر طريقة إنشاء صورة للإقلاع من القرص المدمج :

أولا، إنشاء الدليل الرئيسي للصورة:

```
# mkdir iso
```

إنشاء الأدلة الفرعية :

```
# mkdir -p iso/boot/grub
```

نسخ الملف :

```
# cp /usr/lib/grub/i386-pc/stage2_eltorito  iso/boot/grub
```

يمكنك أيضا إضافة ملف menu.lst إلى iso/boot/grub (راجع الإعدادات)، ثم نسخ ملفات وأدلة القرص إلى الدليل iso/. وأخيرا، توليد صورة ISO9660 :

```
# mkisofs -R -b boot/grub/stage2_eltorito -no-emul-boot -boot-load-size 4 -boot-info-table -o grub.iso iso
```

هذا الأجراء ينتج ملف grub.iso، الذي يمكن حرقه على قرص CD/DVD.

- لا حاجة لإعداد GRUB Legacy على القرص، لأن القرص سوف يقلع من ملف boot/grub/stage2_eltorito،
- رغم إمكانية استخدم '(cd)' في ملف الأعداد للنفاذ إلى القرص المدمج. سينصب جهاز الجذر '(cd)' آليا عند الاقلاع من القرص المدمج. وفي حالة النفاذ أيضا إلى الأجهزة الأخرى يمكنك استخدام '(cd)'.
- الخيار بت 4 -boot-load-size مطلوب للتوافق مع أنظمة BIOS في الأجهزة القديمة.
- تستخدم مواصفة El Torito من أجل إقلاع الأقراص المدمجة باستخدام وظائف BIOS.
- صورة stage2_eltorito لا تحتاج إلى استخدام stage1 أو stage2 في إقلاع القرص المدمج لأن مواصفة El Torito تختلف عن عملية الاقلاع العادية.

القطاع الأول من الصورة (512 بايت)

```
# hexdump -C -n 512 stage2_eltorito                                    (0.97)
0000 fa ea 40 7c 00 00 00 00 ef be ad de ef be ad de |..@|.............|
0010 ef be ad de ef be ad de 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0040 31 c0 8e d0 8e d8 8e c0 8e e0 8e e8 bc 00 20 fb |1.............. .|
0050 fc 88 16 a8 7d be 75 7d e8 d9 00 66 a1 10 7c 66 |....}.u}...f..|f|
0060 05 ff 07 00 00 66 c1 e8 0b 89 c5 bb 00 08 8e c3 |.....f..........|
0070 31 db 66 a1 0c 7c e8 1b 00 8c d8 8e c0 be 87 7d |1.f..|.........}|
0080 e8 b1 00 be f8 7d 66 8b 2c 8a 16 a8 7d ea 00 82 |.....}f.,...}...|
0090 00 00 eb fe be 98 7d 89 5c 04 8c c3 89 5c 06 66 |......}.\....\.f|
00a0 89 44 08 55 56 3b 2e a9 7d 76 04 8b 2e a9 7d 89 |.D.UV;..}v....}.|
00b0 6c 02 8a 16 a8 7d b4 42 e8 27 00 5e 5d 66 0f b7 |l....}.B.'.^]f..|
00c0 44 02 66 01 44 08 29 c5 c1 e0 07 01 44 06 66 60 |D.f.D.).....D.f`|
00d0 be 85 7d e8 5e 00 66 61 83 fd 00 77 c6 66 8b 44 |..}.^.fa...w.f.D|
00e0 08 c3 c6 06 ab 7d 06 66 60 cd 13 72 04 83 c4 20 |.....}.f`..r... |
00f0 c3 88 e2 fe 0e ab 7d 74 24 a0 ab 7d 8a 26 9a 7d |......}t$..}.&.}|
0100 3c 02 77 04 b4 01 eb 09 3c 03 77 0d d0 ec 80 d4 |<.w.....<.w.....|
0110 00 88 26 a9 7d 88 26 9a 7d 66 61 eb cc be 8a 7d |..&.}.&.}fa....}|
0120 e8 11 00 88 d0 e8 12 00 66 61 e9 65 ff bb 01 00 |........fa.e....|
0130 b4 0e cd 10 ac 08 c0 75 f4 c3 66 60 66 c1 c0 18 |.......u..f`f...|
0140 b9 02 00 eb 10 66 60 66 c1 c0 10 b9 04 00 eb 05 |.....f`f........|
0150 66 60 b9 08 00 66 c1 c0 04 66 50 24 0f 3c 0a 73 |f`...f...fP$.<.s|
0160 04 04 30 eb 02 04 37 bb 01 00 b4 0e cd 10 66 58 |..0...7.......fX|
0170 e2 e3 66 61 c3 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 73 74 61 |..fa.Loading sta|
0180 67 65 32 20 00 2e 00 0d 0a 00 52 65 61 64 20 65 |ge2 ......Read e|
0190 72 72 6f 72 20 30 78 00 10 00 00 00 00 00 00 00 |rror 0x.........|
01a0 00 00 00 00 00 00 00 00 ff 10 00 00 00 00 00 00 |................|
01b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 49 00 20 08 |............I. .|
0200
0210 00 00 30 2e 39 37 00 2f 62 6f 6f 74 2f 67 72 75 |..0.97./boot/gru|
0220 62 2f 6d 65 6e 75 2e 6c 73 74 00 00 00 00 00 00 |b/menu.lst......|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

صور الاقلاع من الشبكة

قد تحتاج إلى الاقلاع عن طريق الشبكة، خصوصا عند استخدام جهاز حاسوب لا يملك قرص محلي (قرص ثابت). في هذه الحالة يستخدم أحد أنواع ذاكرة الاقلاع المقروءة فقط من الشبكة Net Boot rom، كمثل PXE rom أو حزمة البرمجيات الحرة مثل Etherboot سابقا (الآن IPXE، gPXE).

هذه الذاكرة للإقلاع من الشبكة، تقلع أولا بالجهاز، وتنصب بطاقة الشبكة في الجهاز، وتحمل صورة الاقلاع الثانية من الشبكة التي سوف تحاول الاقلاع بنظام التشغيل الفعلي من الشبكة.

برنامج GRUB Legacy يوفر صورتين للإقلاع من الشبكة هما nbgrub و pxegrub هاتان الصورتين لا فرق بينها باستثناء اختلافهما في الصيغة، وتشبهان صورة Stage2، باستثناء أنهما تنصبان الشبكة آليا، وتحاول تنزيل ملف الأعداد من الشبكة، في حالة تحديد ذلك. واستخدامها بسيط جدا :

إذا كان الجهاز يملك ذاكرة PXE rom، تستخدم pxegrub أو تستخدم nbgrub إذا كان الجهاز يملك محمل صورة الاقلاع من الشبكة NBI مثل Etherboot.

لمعلومات أكثر راجع الدليل. لأن شرح طريقة تنزيل صورة المرحلة الثانية المراد استخدمها ينبغي أن يكون في دليل شريحة ذاكرة الاقلاع المقروءة فقط من الشبكة،

لتحديد ملف الأعداد في خادوم BOOTP/DHCP، برنامج GRUB Legacy يستخدم الوسم '150' للحصول على اسم ملف الأعداد. كما في المثال التالي مع تضبيط BOOTP :

```
allhost:hd=/tmp:bf=null:\
        :ds=145.71.35.1 145.71.32.1:\
        :sm=255.255.254.0:\
        :gw=145.71.35.1:\
        :sa=145.71.35.5:

foo:ht=1:ha=63655d0334a7:ip=145.71.35.127:\
        :bf=/nbgrub:\
        :tc=.allhost:\
        :T150="(nd)/tftpboot/menu.lst.foo":
```

لحظ أن عليك تحديد اسم الجهاز (nd) في اسم ملف الأعداد. لأنك قد تغير الجهاز الجذر قبل تنزيل الإعدادات من خادوم TFTP عند استخدم ميزة القائمة المضبوطة مسبقا التي ستكون بهذا الشكل:

```
                                        أولا، تنصيب الطرفية المتسلسلة :
serial --unit=0 --speed=19200
terminal --timeout=0 serial
dhcp                                    تشغيل الشبكة :
```

لمعلومات أكثر راجع Preset Menu في الدليل الرسمي. وكذلك دليل الخادوم BOOTP/DHCP. لأن الصياغة ستكون مختلف قليلا عن المثال.

صورة الاقلاع من الشبكة nbgrub

تستخدمها بعض محملات الاقلاع للإقلاع من الشبكة، مثل Etherboot. الصورة تقريبا مثل Stage2، لكنها أيضا تنصب الشبكة وتحمل ملف الأعداد منها.

القطاع الأول من الصورة (512 بايت)

```
# hexdump -C -n 512 nbgrub                                        (0.97)
0000 36 13 03 1b 04 00 00 00 00 00 00 10 18 00 00 10 |6...............|
0010 04 00 00 04 00 02 01 00 b8 00 10 8e d8 b8 00 08 |................|
0020 8e c0 31 f6 31 ff b9 00 40 fc f3 a5 ea 31 80 00 |..1.1...@....1..|
0030 00 66 ba 00 82 ff ff 66 09 d2 74 2c 66 b9 00 80 |.f.....f..t,f...|
0040 00 00 66 39 ca 7f 03 66 89 d1 66 29 ca 8c c0 05 |..f9...f..f)....|
0050 00 08 8e c0 8c d8 05 00 08 8e d8 31 f6 31 ff 83 |...........1.1..|
0060 c1 01 d1 e9 f3 a5 eb cf ea 00 82 00 00 00 00 00 |................|
0070 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0200
```

صورة الاقلاع من الشبكة pxegrub

هذه صورة أخرى للإقلاع من الشبكة في بيئة PXE تستخدمها عدة شفرات Net boot ROM. هذه الصورة تماثل nbgrub، باستثناء اختلافها في الصيغة.

القطاع الأول من الصورة (512 بايت)

```
# hexdump -C -n 512 pxegrub                                       (0.97)
0000 ea 00 82 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0200
```

اختلاف الصور في البرنامجين (GRUB 2 / GRUB Legacy):

كما ذكرنا سابقا، وظيفة Stage 1.5 تشبه وظيفة core.img في GRUB 2. لكن صورة core.img أكثر تطور من Stage 1.5 ؛ لأنها توفر صدفة إنقاذ rescue shell، يمكن عن طريقها أحيانا استعادة الاقلاع يدويا إلى نظام التشغيل (إذا فشل تحميل الوحدات الأخرى)، أو في حالة تغيرت أرقام الأقسام (الأقراص المنطقية). أيضا مرونة core.img تسمح لمحمل الاقلاع GRUB 2 دعم قراءة تلك الوحدات من أنواع أقراص متقدمة مثل LVM و RAID.

في بعض الإعدادات، برنامج GRUB Legacy يمكنه أن يعمل فقط باستخدام Stage1 و Stage2. بينما محمل الاقلاع GRUB 2 يحتاج إلى الصورة الأساسية core.img ولا يعمل بدونها.

علما أن برنامج GRUB 2 لا يستخدم شفرة مثل شفرة Stage2. لأنه في زمن التشغيل، يحمل الوحدات المطلوبة من الدليل /boot/grub.

GRUB Legacy	↔	GRUB 2
stage1	=	boot.img
stage1_5	=	core.img
stage2	=	'/boot/grub'

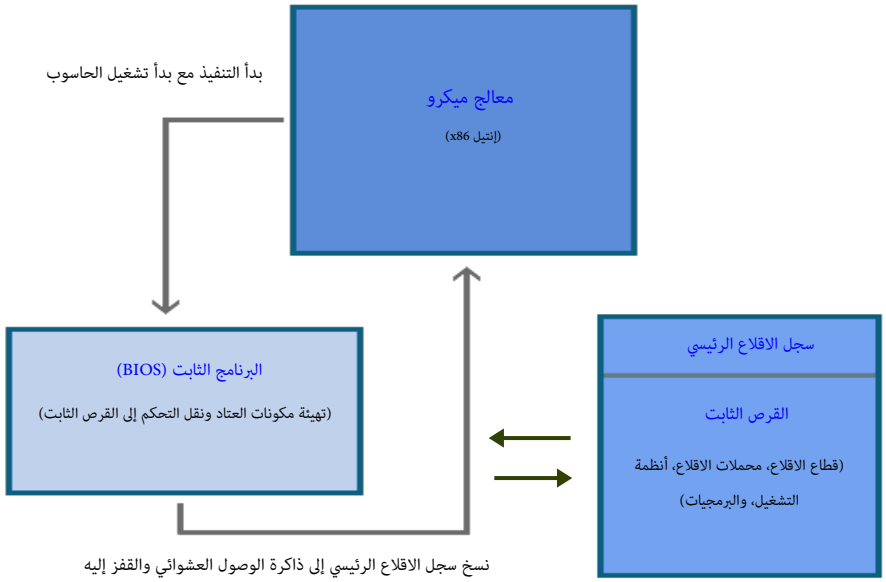
في أنظمة إنتيل x86، المعالج الدقيق ينفذ مجموعة من التعليمات تدعى برامج (قد تكون نظام تشغيل أو تطبيقات) مخزنة في ذاكرة غير-متطايرة مثل القرص الثابت وتحمل في ذاكرة الوصول العشوائي RAM. من أجل تنفيذها. المعالج يحتاج فقط إلى تحديد موقع (نقطة بداية) لبدأ تنفيذ تلك التعليمات. هذا الموقع يوفره البرنامج الثابت المخزن في شريحة ذاكرة القراءة فقط ROM.

بعد تشغيل الحاسوب، يبدأ تنفيذ البرنامج الثابت عند عنوان ثابت FFFF:0000 ؛ (هذا العنوان غير قابل للتعديل hardwired).

البرنامج الثابت قد يكون نظام الإدخال والإخراج الأساسي التقليدي المعروف اختصارا BIOS أو المواصفة الحديثة UEFI .

البرنامج الثابت يختبر ويبدأ تشغيل مكونات العتاد ثم ينقل التنفيذ إلى البرمجية المخزنة على القرص الثابت.

في أنظمة x86 أو x86-64، بعد تشغيل الحاسوب ودخول المعالج حالة التهيئة وتصفير كافة مواقع الذاكرة (التسجلات). وبدأ نظام BIOS فحص الأجهزة وإنشاء جدول المقاطعات IVT وروتينات ISR البرنامج الثابت ينسخ سجل الاقلاع الرئيسي 512 بايت من القطاع الأول على القرص الثابت إلى موقع في ذاكرة الوصول العشوائي يبدأ عند 0000:7C00. ثم ينتقل تنفيذ المعالج إلى ذلك العنوان في الذاكرة. سجل الاقلاع الرئيسي التقليدي، 512 بايت يتضمن شفرة الاقلاع 446 بايت كحد أقصى، وجدول أقسام 64 بايت وتوقيع القطاع 2 بايت.



تحليل شفرة محمل الاقلاع GRUB Legacy المتواجدة في سجل الاقلاع الرئيسي.

وصف	نوع / رمز تذكري	حجم/بايت	الإزاحة
تعليمة القفزة القصيرة. (جزء من شفرة البرنامج)	JMP	3	0000h
منطقة معاملات القرص (يمكنك مراجعة بنية الكتلة في ملف grub-0.97/stage2/fat.h)	BPB	59	0003h - 003Dh
رقم إصدار شفرة مرحلة الاقلاع الأولى.	stage1_version	2	003Eh
جهاز الاقلاع.	boot_drive	1	0040h
فرض (أو تنفيذ) نمط "عنونة الكتل المنطقية" (العنونة الخطية).	force_lba	1	0041h
عنوان المرحلة الثانية للشفرة في الذاكرة.	stage2_address	2	0042h
قطاع شفرة المرحلة الثانية.	stage2_sector	4	0044h
قطعة المرحلة الثانية في الذاكرة.	stage2_segment	2	0048h
الشفرة التنفيذية الرئيسية (بداية الشفرة).	شفرة	303	004Ah
شفرة عرض رسائل الأخطاء. (جزء من الشفرة الرئيسية)	شفرة	30	015Bh
سلسلة محارف هوية GRUB و رسائل الخطأ. (جزء من الشفرة الرئيسية)	شفرة أسكي	33	0179h
الروتين الثانوي لعرض المحارف. (جزء من الشفرة الرئيسية)	شفرة	13	019Ah
توقيع القرص (الرقم التسلسلي للقرص في أنظمة مايكروسوفت أن تي).	xx xx	4	01B8h
جدول الأقسام المعياري (على القرص الثابت). أو شفرة (على القرص المرن).	بيانات	64 (16 * 4)	01BEh
توقيع قطاع الاقلاع.	رقم سحري	2	01FEh

0.94 / 0.95 / 0.96 – stage1

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000 eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.H..............|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02 |................|
0040 ff 00 00 80 01 00 00 00 00 08 fa 80 ca 00 ea 53 |...............S|
0050 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c ||..1....... ..@||
0060 3c ff 74 02 88 c2 52 be 79 7d e8 34 01 f6 c2 80 |<.t...R.y}.4....|
0070 74 54 b4 41 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 49 81 fb 55 |tT.A..U..ZRrI..U|
0080 aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 83 e1 01 74 37 66 |.uC.A|..u....t7f|
0090 8b 4c 10 be 05 7c c6 44 ff 01 66 8b 1e 44 7c c7 |.L...|.D..f..D|.|
00a0 04 10 00 c7 44 02 01 00 66 89 5c 08 c7 44 06 00 |....D...f.\..D..|
00b0 70 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 cd 13 72 |pf1..D.f.D..B..r|
00c0 05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 73 0a f6 c2 80 0f |...p.}....s.....|
00d0 84 f0 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 44 ff 00 66 31 c0 |........|.D..f1.|
00e0 88 f0 40 66 89 44 04 31 d2 88 ca c1 e2 02 88 e8 |..@f.D.1........|
00f0 88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 c0 e8 02 66 89 04 |..@.D.1......f..|
0100 66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 |f.D|f1.f.4.T.f1.|
0110 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 3c 8a |f.t..T..D.;D.}<.|
0120 54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a |T.....L......l.Z|
0130 8a 74 0b bb 00 70 8e c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 |.t...p..1......r|
0140 2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 00 01 8e db 31 f6 |*....H|`......1.|
0150 31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40 |1.....a.&B|..}.@|
0160 00 eb 0e be 84 7d e8 38 00 eb 06 be 8e 7d e8 30 |.....}.8.....}.0|
0170 00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 |...}.*...GRUB .G|
0180 65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 |eom.Hard Disk.Re|
0190 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd |ad. Error.......|
01a0 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
01b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12 |..............$.|
01c0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
01d0 75 0f be da 7d e8 c9 ff eb 97 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
01e0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
01f0 01 b5 4f e9 e0 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

- عند مراجعة ملف stage1.S سوف تلحظ أن صياغة تعليمات شفرة التجميع في هذه الملفات في لينكس يشار لها باسم إيه تي أند تي AT&T بدلا من إنتيل Intel. رغم أن بنية إنتيل يستخدمها معظم المجمعات، مثل مجمع مايكروسوفت MASM، لكن مجمع جنو GAS (لأنه كتب في الأصل من أجل دعم مصرف يونكس 32-بت)، يستخدم صياغة إيه تي أند تي المعيارية، التي تشبه كثيرا صياغة المجمعات المعيارية m68k، والمستخدمة في عالم يونكس.

  مثال على اختلاف الصيغ. في GAS اسم التسجيل Register سيكون مسبوق بعلامة %، مثل eax% و %dl ...الخ. والتي هي مجرد eax, dl ...الخ.

  مثال آخر، ترتيب المعاملات operands سيكون في المصدر أولا، وفي الوجهة أخيرا، مثلا تعليمة إنتيل mov eax,edx ستكون في مجمع جنو بالشكل mov %edx,%eax.

- بالمناسبة هناك برامج يمكن استخدامها في التحويل بين صيغ مجمع إنتيل و إيه تي أند تي. علما أن مجمع جنو GAS أصبح يدعم صياغة إنتيل أيضا منذ إصدار binutils 2.10..

- مجمع جنو GAS سوف يولد تعليمات 16-بت كي تعمل الشفرة في النمط الحقيقي للمعالج.

- حتى تفهم طريقة عمل الانقطاعات التي يتم تمكينها وتعطيلها عدة مرات في الشفرة. راجع وثائق شركة إنتيل على هذا العنوان intel.com.

قفزة قصيرة (JMP).

من أجل تجاوز منطقة بيانات كتلة معاملات القرص إلى متن الشفرة التنفيذية. (راجع موضوع VBR والقفزة القصيرة)

```
7C00  EB48    JMP  0x7C4A      ; قفزة قصيرة
7C02  90      NOP               ; تعليمة لا عملية
```

```
7C00 eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.H..............|
7C10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
7C20 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
7C30 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02 |................|
7C40 ff 00 00 80 01 00 00 00 00 08 fa 80 ca 00 ea 53 |...............S|
7C50
```

منطقة معاملات القرص / كتلة معاملات البيوس (BPB).

في الحقيقة، هذه البيانات (البارزة في الطرح الأول التالي) جزء من شفرة سجل الاقلاع الرئيسي في ويندوز، وتنصيب GRUB MBR سيحافظ عليها (أي يتجنب حذف بيانات منطقة 59 بايت في GRUB Legacy، و 87 بايت في GRUB 2). وسبب ذلك أن محمل الاقلاع يستخدم نفس صورة سجل إقلاع القسم التي عادة تتضمن كتلة BPB في أنظمة مايكروسوفت وفي القرص المرن.

تستطيع التأكد من ذلك، بمراجعة شفرة التجميع في سجلات إقلاع MBR في ويندوز. ومقارنتها بشفرة سجل إقلاع GRUB Legacy أو GRUB 2.

الشفرة تبدأ بتصفير تسجيل المراكم وتسجيل قطعة الرصة (المقطع المحجوز من الرصة)، كما في هذا الجزء من الشفرة :

```
7C00 33C0       XOR   AX,AX          ; Zero out the Accumulator and
7C02 8ED0       MOV   SS,AX          ; Stack Segment register.
7C04 BC007C     MOV   SP,7C00        ; Set Stack Pointer to 0000:7C00
7C07 FB         STI                  ; Enable Interrupts
. . . .إلخ
```

معاملات GRUB BPB رغم أنها تتضمن بيانات مفيدة لعدة أدوات في نظام التشغيل، لكنها لا تستخدم بهذا الشكل إلا إذا كان تنصيب محمل الاقلاع على القرص المرن وحينها ستكون بالبنية المعيارية FAT VBR. كما تظهر في مثال الطرح الثاني التالي للكتلة التي تبدأ عند الحيد 000Bh وتنتهي عند الحيد 003Dh (وتعود إلى إصدارة IBM/MS DOS 2.0):

[7C03] -> (BPB)

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F   0123456789ABCDEF
0000 eb 48 90 d0 bc 00 7c fb 50 07 50 1f fc be 1b 7c |.H....|.P.P....||
0010 bf 1b 06 50 57 b9 e5 01 f3 a4 cb be be 07 b1 04 |...PW...........|
0020 38 2c 7c 09 75 15 83 c6 10 e2 f5 cd 18 8b 14 8b |8,|.u............|
0030 ee 83 c6 10 49 74 16 38 2c 74 f6 be 10 07 03 02 |....It.8,t......|
0040 80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53 |......d........S|
0050
```

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F   0123456789ABCDEF
0000 EB 48 90 4D 53 44 4F 53 35 2E 30 00 02 01 01 00 |.H.MSDOS5.0.....|
0010 02 E0 00 40 0B F0 09 00 12 00 02 00 00 00 00 00 |... .@.....|
0020 00 00 00 00 00 00 29 37 E0 13 4B 4D 53 44 4F 53 |......)7..KMSDOS|
0030 37 31 30 20 20 20 46 41 54 31 32 20 20 20 03 02 |710   FAT12   ..|
0040 FF 00 00 80 24 00 00 00 00 08 fA EB 50 7C 00 00 |................|
0050
```

بنية كتلة معاملات BPB في القرص المرن.

معاملات BPB في بداية شفرة محمل الاقلاع -- قطاع إقلاع القرص المرن.

الإزاحة	القيمة		الحجم	الوصف / المعنى
	على القرص	ست عشرية		
00h	EB 48 90		3	تعليمة القفزة (هذه ستكون جزء من الشفرة وليست جزء من بيانات BPB)
03h	4D 53 44 4F 53 35 2E 30		8	رقم هوية صانعي القطع الأصلية OEM ID (بعض المصادر تعتبر هذه السلسلة جزء من BPB) !
0Bh - 0Ch	00 02	0200h	2	512 بايت في كل قطاع منطقي (200h = 512)
0Dh	01	01h	1	عدد القطاعات لكل عنقود (هنا 1 قطاع)
0Eh - 0Fh	01 00	0001h	2	القطاعات المحجوزة (هنا 1 قطاع) (وتبدأ من القطاع 0)
10h	02	02h	1	نسختين من FAT على القرص المرن.
11h - 12h	E0 00	00E0h	2	عدد مدخلات الدليل الجذر. 224 مدخلات ممكنة في الدليل الجذر (00E0h = 224)
13 h - 14h	40 0B	0B40h	2	العدد الإجمالي للقطاعات على القرص المرن 2880 قطاع (الحجم الإجمالي 2880 × 512 = 1, 474,560 بايت)
15h	F0	F0h	1	بايت واصف الوسيط : F0 عادة يدل على القرص المرن 3.5 بوصة، حجم 1440 كيلوبايت. *
16h - 17h	09 00	0009h	2	عدد القطاعات لكل نسخة FAT أو طول FAT (هنا 9 قطاعات)
18h - 19h	12 00	0012h	2	عدد القطاعات لكل مسار، (هنا 18 قطاع) (12h = 18)
1Ah - 1Bh	02 00	0002h	2	عدد الجوانب أو الرؤوس (هنا كانت 2)
1Ch - 25h	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00		10	هذه يجب أن تكون جميعا أصفار. (أنظر أدناه)
26h	29		1	بايت التوقيع الممتد في BPB. إذا كان موجود، ستكون سلاسل أسكي التالية موجودة:
27h - 2Ah	xx xx xx xx		4	الرقم التسلسلي للوحدة التخزين. (هنا كان الرقم '134B-E037 ')
2Bh - 35h	4D 53 44 4F 53 37 31 30 20 20 20		11	لصيقة اسم وحدة التخزين (هنا كانت " MSDOS710") *
36h - **3Dh**	"FAT12 "		8	رقم هوية نظام الملفات. (هنا كان: " FAT12")

* **ملاحظة**:

- بايت واصف الوسيط F0 قد يعني:
  - قرص مرن ذو وجهين، 18 قطاع/مسار (1440 كيلوبايت)، 3.5-بوصة.
  - قرص مرن ذو وجهين، 36 قطاع/مسار (2880 كيلوبايت)، 3.5-بوصة (وهذا يحتاج محرك أقرص مرنة خاص). (راجع جدول BPB في موضوع VBR)

بعد تفحص البيانات في الطرح السابق نستنتج أن سعة هذا القرص المرن كانت 1440 كيلوبايت، لأن 0B40h عند الحيد 13h-14h تعطينا 2,880 قطاع أو (1,474,560 بايت ÷ 2014 = 1440). أيضا هذا القرص يملك جانبين و 18 قطاع في كل مسار وهذا يعني قرص مرن معياري نوع 3.5-بوصة ذو وجهين عالي الكثافة DS HD مع 80 مسار على كل جانب (18 قطاع/مسار × 80 مسار = 1440 قطاع على كل جانب؛ بالتالي المجموع 2880 قطاع).

على القرص الثابت، 4 بايت من الحيد 1Ch إلى الحيد 1Fh تتضمن رقم القطاعات المخفية. لكن على القرص المرن يجب أن تكون أصفار. لأن القرص المرن العادي لا يملك قطاعات قبل قطاع الاقلاع. 4 بايت الأخرى التالية (من الحيد 20h إلى الحيد 23h) تستخدم من أجل أقسام القرص التي تملك أكثر من 65,535 قطاع!. طبعا هذا يتجاوز سعة أي قرص مرن، لذلك هذا الحقل يجب أن يحمل أصفار أيضا؛ تذكر أن العدد الإجمالي للقطاعات على القرص المرن يقع عند الحيود 13-14h.

بعض الوثائق تذكر أن الحيد 24h من أجل رقم القرص في نظام دوس 4.0 أو النظام الأحدث، بناء على ذلك، القيمة 00h أو صفر بايت تدل على مشغل القرص المرن الأول.

لكن لأنك لا تستطيع تغيير هذا البايت والقرص المرن محمي من الكتابة!. الطريقة المنطقية الوحيدة الممكنة مع الأقراص المرنة ؛ هي أولا نسخ كامل معاملات BPB في الذاكرة ثم تغييرها هناك.

البايت عند الحيد 25h محجوز وسيكون دائما صفر.

منذ دوس 4.0، إذا كان البايت عند الحيد 26h هو 29h فإن 4 بايت التالية (من الحيد 27h إلى الحيد 2Ah) سوف تتضمن رقم تسلسلي يرتكز على تاريخ ووقت تهيئة القرص المرن ؛ (إلى جانب رقم هوية صانعي القطع الأصلية OEM ID ولصيقة اسم وحدة التخزين) التي طبعا يمكنك تغييرها عن طريق محرر القرص.

إذا كان بايت التوقيع الممتد 29h موجود، فإن الحيود من 2Bh إلى 35h يمكنها أن تتضمن لصيقة اسم وحدة التخزين 11-بايت والحيود من 36h إلى 3Dh يجب أن تتضمن رقم هوية نظام الملفات " FAT12" ؛ مع 3 بايت لحشو الفراغ أي 20 20 20 ملحقة بها من أجل تشكيل 8 بايت. لمعلومات أكثر راجع كتلة BPB في موضوع VBR.

بيانات حزمة عناوين القرص DAP. (أنظر أدناه)

وفقا لمعلومات محمل الاقلاع هذه المنطقة تستخدم أيضا في تنصيب بيانات حزمة عناوين القرص.

أما حزمة القرص هذه فهي عبارة عن بنية بيانات لامتدادات نداء المقاطعة Int 13h. الذي يحول معلومات العنونة في حزمة عناوين الجهاز إلى معاملات فيزيائية متوافقة مع الوسيط.

في هذه المنطقة البايت الأول سيكون ماسك مكان عند الحيد 7C03. وعند الحيد 0x7C04 بايت نمط حفظ قراءة القرص (CHS / LBA) ثم حزمة عناوين القرص تبدأ عند الحيد 0x7C05.

النمط 0x00 = العنونة الفيزيائية CHS (التنويت الثلاثي).

النمط 0x01 = العنونة المنطقية LBA (الترقيم الخطي) ويستخدم 16 بايت من أجل حزمة عنوان القرص (حجم الحزمة 16 بايت)

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F   0123456789ABCDEF
7C00 eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |.H....|.P.P....||
7C10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |...PW...........|
7C20 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |8,|.u...........|
7C30 ee 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02  |....It.8,t......|
7C40
```

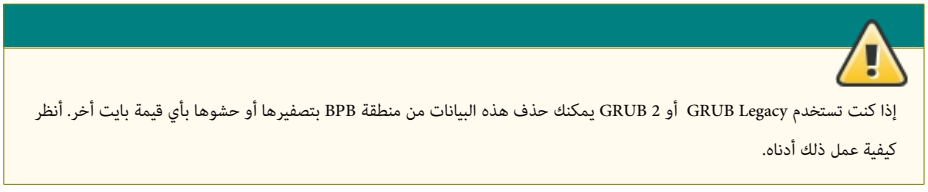
(بالنسبة لنمط LBA راجع 7C93 و 7CD6) حزمة عناوين القرص <- [7C05]

حزمة عناوين القرص

0004	00				00	نمط 0x00 = CHS
0005	00	00	00	00		عدد القطاعات
0009	00	00	00	00		عدد الرؤوس
000d	00	00				عدد الأسطوانات
000f	00					بداية القطاع
0010	00					بداية الرأس
0011	00	00				بداية الأسطوانة

0004	00				01	حزمة عناوين القرص : نمط 0x01 = LBA
0005	00	00			0010	حزمة عناوين القرص : حجم الحزمة: 0x0010 = <16>
0007	00	00			0001	حزمة عناوين القرص : عدد الكتل التي ستنقل (عدد القطاعات التي تقرا)
0009	00	00	00	00	0000 :7000	حزمة عناوين القرص : عنوان صوان الذاكرة الذي تنقل إليه القطاعات (segment:offset)
000d	00	00	00	00	00000001	حزمة عناوين القرص : قطاع المصدر
0011	00	00	00	00	00000000	حزمة عناوين القرص : قطاع المصدر : بداية رقم الكتلة المطلقة (LBA) العدد المطلق لبداية القطاعات التي سوف تقرا (أول قطاع للقرص يحمل 0)

علما أن هذه القيم لا تتطابق مع (أو لا تشير إلى) أية ثمانيات Bytes يمكن أن تجدها مخزنة على الوسيط هنا، وسوف تستبدل في الذاكرة بقيم تنشأ عند تنفيذ الشفرة.



إذا كنت تستخدم GRUB Legacy أو GRUB 2 يمكنك حذف هذه البيانات من منطقة BPB بتصفيرها أو حشوها بأي قيمة بايت أخر. أنظر كيفية عمل ذلك أدناه.

قيم محمل الاقلاع:

رمز تذكري	قيمة		بايت	وصف
	على القرص	ست عشرية		
stage1_version	03 02	0203h	2	رقم إصدار شفرة المرحلة الأولى
boot_drive	FF	FFh	1	جهاز الاقلاع (القرص الذي تحمل منه stage2)
force_lba	00	00h	1	فرض نمط "عنونة الكتل المنطقية"
stage2_address	00 80	8000h	2	عنوان المرحلة الثانية للشفرة في الذاكرة
stage2_sector	01 00 00 00	01h	4	قطاع شفرة المرحلة الثانية
stage2_segment	00 08	800h	2	قطعة المرحلة الثانية في الذاكرة

```
7C20
7C30 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02 |................|
7C40 ff 00 00 80 01 00 00 00 00 08 fa 80 ca 00 ea 53 |...............S|
7C50 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c ||..1....... ..@||
7C60
```

معلومات إصدار شفرة المرحلة الأولى (stage1_version).

رقم الإصدارة الهامة عند الحيد 003Eh, ورقم الإصدارة الثانوية عند الحيد 003Fh. (انتبه، هذا ليس رقم إصدارة البرنامج ولكن رقم آلية التنصيب).

[7C3E] -> 03

[7C3F] -> 02

جهاز الاقلاع (boot_drive).

البايت 80 عند الحيد 0040h يشير إلى جهاز الاقلاع (أي :A أو :C في الحاسوب الشخصي). القيمة 0xff تعني استخدم جهاز الاقلاع الذي يمرره نظام BIOS.

في الأجهزة التي تملك إقلاع متعدد ؛ أي وجود لينكس إلى جانب نظام ويندوز! مع وبرنامج GRUB Legacy هذه القيمة ستكون 81، أو 82، ..الخ وفقا للجهاز حيث يقع الدليل /boot/grub/ في لينكس. في الملف stage1.S (إصدارات 0.95، 0.96، 0.97)، سوف تجد أنه يدعى بايت GRUB_INVALID_DRIVE مع تعليق يقول: "القرص الذي يحمل منه شفرة المرحلة الثانية stage2 " (هنا كلمة INVALID لها علاقة بمنطق الشفرة code logic).

```
boot_drive:
        .byte           GRUB_INVALID_DRIVE      /* the disk to load stage2 from */
```

[7C40] -> 0x80 (أنظر 7C5D)

فرض نمط "عنونة الكتل المنطقية" (force_lba)

هذا علم تنفيذ أو فرض بايت نمط LBA عند حيد الذاكرة 7C83 :

[7C41]-> 0x00

عنوان بداية المرحلة الثانية للشفرة (stage2_address).

موقع في الذاكرة حيث GRUB Legacy يخزن المرحلة الثانية من الشفرة من أجل تنفيذها. أنظر 7D57 أدناه ("stage2_address").

[7C42]-> 00 80 (**8000**h)

القطاع الأول لشفرة المرحلة الثانية (stage2_sector).

هذه 4 بايت مهمة جدا لأي شخص يستخدم GRUB Legacy لأنها تشير إلى موقع stage2 على القطاعات!

إذا كان تنصيب GRUB Legacy في MBR عن طريق توزيعة لينكس تضع دئما قطاعات stage2 مباشرة بعد قطاع GRUB MBR، سوف تشاهد في هذا الموقع 4 بايت في هذا الشكل 00 00 00 01 ؛ خلاف ذلك، هذه سوف تشير إلى ملف stage2 في الدليل /boot/grub/..

[7C44]

أمثلة على ذلك:

في السطر التالي بعد تحويل الأرقام (عشري ↔ ست عشري)، نستنتج أن ملف stage2 يقع عند القطاع المطلق 6587832. طبعا ستكون هذه القيمة مختلفة في جهاز آخر وفقا للموقع الفيزيائي لملف stage2 !. كما يظهر في المثال (2) أدناه:

1 > B8 85 64 00 (6485B8h) "stage2 Sector" -> **6,587,832**

2 > DF 0A 93 01 (1930ADFh) "stage2 Sector" -> **26,413,791**

مثال آخر:

ظهرت في قسم /boot عدة أخطاء فقررنا حفظ الملفات وإعادة تهيئة ذلك القسم. عندما أعدنا الملفات المحفوظة إلى القسم، كما كان متوقع، ملف stage2 أصبح في موقع مختلف. لهذا، استخدمنا محرر القرص مع وظيفة البحث (أداة HxD في نظام ويندوز) لإيجاد سلسلة المحارف"Loading stage2"، ثم تحويل قيمة القطاع المطلق 26,472,763 إلى 193F13Bh وأخيرا، تغيير البايتات في شفرة GRUB MBR إلى **3B F1** 93 01.

لكن نتج عن ذلك مشكلة أخرى : الملف stage2 يتضمن أيضا قيمة برمجية مضمنة (hard-coded)، في الحقيقة، كانتا قيمتين وتشيران إلى أجزاء أخرى من شفرة GRUB Legacy ! (راجع طرح القطاع الأول stage2) (القيمة باللون الأحمر) التي تبدأ عند الحيد **1F0**h. رغم أننا نجحنا في تعديلها (وجدنا أن هناك فرق بين القيمتين والموقع القديم لملف stage2 ووفقا لذلك أجرينا تغيرات في قيم stage2 الجديدة)، ما زلنا نجهل الغرض الفعلي من هذه القيم. لكنها كانت تمنع عمل GRUB Legacy، حتى أجرينا تلك التغييرات. وبالتالي، القيم الجديدة في stage2 أصبحت كالتالي:

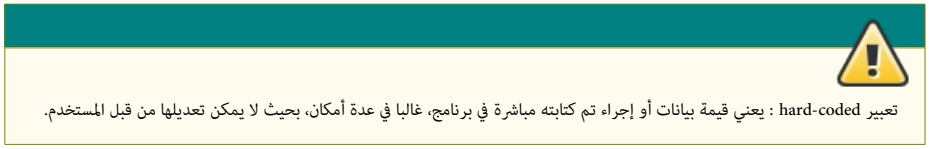
F1 93 01 55 (الحيود **1F0-1F3**) و **3C F1** 93 01 (عند الحيود **1F8-1FB**).

الإزاحة	القيم القديمة	القيم الجديدة
1F0-1F3	4f 43 93 01	F1 93 01 55
1F8-1FB	36 43 93 01	3C F1 93 01

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000 52 56 be 03 81 e8 28 01 5e bf f8 81 66 8b 2d 83 |RV....(.^...f.-.|
0010 7d 04 00 0f 84 ca 00 80 7c ff 00 74 3e 66 8b 1d |}.......|..t>f..|
0020 66 31 c0 b0 7f 39 45 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 |f1...9E....E.)E.|
0030 66 01 05 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 c7 44 |f.......D.f.\..D|
0040 06 00 70 50 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 |..pPf1..D.f.D..B|
0050 cd 13 0f 82 9f 00 bb 00 70 eb 56 66 8b 05 66 31 |........p.Vf..f1|
0060 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 66 f7 74 04 88 54 |.f.4.T.f1.f.t..T|
0070 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 74 8b 04 2a 44 0a 39 45 |..D.;D.}t..*D.9E|
0080 04 7f 03 8b 45 04 29 45 04 66 01 05 8a 54 0d c0 |....E.)E.f...T..|
0090 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 |...L......l.ZR.t|
00a0 0b 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 46 8c |.P..p..1.....rF.|
00b0 c3 8e 45 06 58 c1 e0 05 01 45 06 60 1e c1 e0 04 |..E.X....E.`....|
00c0 89 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a4 1f be 12 81 e8 |..1.1...........|
00d0 5e 00 61 83 7d 04 00 0f 85 3c ff 83 ef 08 e9 2e |^.a.}....<......|
00e0 ff be 14 81 e8 49 00 5a ea 00 82 00 00 be 17 81 |.....I.Z........|
00f0 e8 3d 00 eb 06 be 1c 81 e8 35 00 be 21 81 e8 2f |.=.......5..!../|
0100 00 eb fe 4c 6f 61 64 69 6e 67 20 73 74 61 67 65 |...Loading stage|
0110 32 00 2e 00 0d 0a 00 47 65 6f 6d 00 52 65 61 64 |2......Geom.Read|
0120 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd 10 46 |. Error........F|
0130 8a 04 3c 00 75 f2 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
0140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0150 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0160 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0170 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0180 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0190 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
01a0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
01b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
01c0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
01d0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
01e0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
01f0 4f 43 93 01 eb 00 00 0b 36 43 93 01 17 00 20 08 |OC......6C.... .|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

ملاحظة:

- لحظ وجود سلسلة المحارف "Loading stage2" عند الحيد 0103h – 0110h
- هذا القطاع الأول في stage2 من إصدارة 0.94. (يملك نفس البنية المستخدمة في الإصدارات الأخرى في GRUB Legacy، باستثناء السطر الأخير).



تعبير hard-coded : يعني قيمة بيانات أو إجراء تم كتابته مباشرة في برنامج، غالبا في عدة أمكان، بحيث لا يمكن تعديلها من قبل المستخدم.

بداية قطعة المرحلة الثانية (stage2_segment).

تشير إلى قطعة شفرة المرحلة الثانية عند حيد الذاكرة 7D43. (انتبه، هذه ليست **8000** أي ليست عنوان تنفيذ stage2_address في الذاكرة عند 7D57)

[7C48]-> 00 08 (**800**h)

```
7C20
7C30 ee 83 c6 10 49 74 16 38 2c 74 f6 be 10 07 03 02 |....It.8,t......|
7C40 80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53 |......d........S|
7C50
```

متن الشفرة التنفيذية الرئيسية في GRUB Legacy.

0.96 / 0.95 / 0.94 – stage1

```
      00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000  eb 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |.H..............|
0010  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |................|
0020  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |................|
0030  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02  |................|
0040  ff 00 00 80 01 00 00 00 00 00 08 fa 80 ca 00 ea 53  |..............S|
0050  7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c  ||..1...... ..@||
0060  3c ff 74 02 88 c2 52 be 79 7d e8 34 01 f6 c2 80  |<.t...R.y}.4....|
0070  74 54 b4 41 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 49 81 fb 55  |tT.A..U..ZRrI..U|
0080  aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 83 e1 01 74 37 66  |.uC.A|..u....t7f|
0090  8b 4c 10 be 05 7c c6 44 ff 01 66 8b 1e 44 7c c7  |.L...|.D..f..D|.|
00a0  04 10 00 c7 44 02 01 00 66 89 5c 08 c7 44 06 00  |....D...f.\..D..|
00b0  70 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 cd 13 72  |pf1..D.f.D..B..r|
00c0  05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 73 0a f6 c2 80 0f  |...p.}....s.....|
00d0  84 f0 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 44 ff 00 66 31 c0  |........|.D..f1.|
00e0  88 f0 40 66 89 44 04 31 d2 88 ca c1 e2 02 88 e8  |..@f.D.1........|
00f0  88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 c0 e8 02 66 89 04  |..@.D.1.....f..|
0100  66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2  |f.D|f1.f.4.T.f1.|
0110  66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 3c 8a  |f.t..T..D.;D.}<.|
0120  54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a  |T.....L......l.Z|
0130  8a 74 0b bb 00 70 8e c3 31 db b8 01 02 cd 13 72  |.t...p..1......r|
0140  2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 00 01 8e db 31 f6  |*....H|`......1.|
0150  31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40  |1.....a.&B|..}.@|
0160  00 eb 0e be 84 7d e8 38 00 eb 06 be 8e 7d e8 30  |.....}.8.....}.0|
0170  00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47  |...}.*...GRUB .G|
0180  65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65  |eom.Hard Disk.Re|
0190  61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd  |ad. Error.......|
01a0  10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00  |..<.u...........|
01b0  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12  |..............$.|
01c0  0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00  |.....}1...F.....|
01d0  75 0f be da 7d e8 c9 ff eb 97 46 6c 6f 70 70 79  |u...}.....Floppy|
01e0  00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6  |...p.........r..|
01f0  01 b5 4f e9 e0 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa  |..O...........U.|
      00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

- قيم محمل الاقلاع
- الشفرة الرئيسية
- شفرة عرض رسائل الأخطاء
- شفرة سلسلة المحارف
- الروتين الثانوي لعرض المحارف
- شفرة (على القرص المرن)

التنصيب العام

تعطيل الانقطاع (CLI).

أول تعليمة بعد القفزة ستكون أمر تعطيل الانقطاع CLI، (تصفير أعلام الانقطاعات حتى لا يتجاوب المعالج مع الانقطاعات الخارجية التي تقبل التقنيع maskable interrupts).

7C4A FA CLI

```
7C30
7C40  80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53  |......d........S|
7C50  7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c  ||..1....... ..@||
7C60
```

تفحص جهاز الاقلاع (boot_drive_check).

لتحايل على أنظمة BIOS التي لا تمرر بايت جهاز الاقلاع الصحيح. إذا تم تنصيب GRUB Legacy على القرص الثابت، تأكد أن التسجيل DL مقنع (معطل) بالشكل الصحيح. إذا لم يكن كذلك، اعتبر نظام BIOS قد مرر قيمة مزيفة واضبط DL على القيمة 0x80، لأنه جهاز الاقلاع الوحيد الممكن.

إذا تم تنصيب GRUB Legacy على قرص مرن، هذه لا تفعل أي شيء (فقط القفز).

في شفرة 0.94، 0.95 0.96، تدرج هنا تعليمة OR DL, 80 عند تنصيب GRUB Legacy في القرص الثابت لتحايل على علل أنظمة BIOS، خلاف ذلك ستكون OR DL, 00 (أي لا عملية NOP).

إذا تم تنصيب GRUB Legacy كقطاع إقلاع في لينكس، تستخدم القيمة 00 بدلا من 80، هذا يجعل منها عمليا تعليمة لا عملية NOP.

هذه الشفرة (**80 CA 80**) تزيح الحيود التي بعدها بـ 3 بايت، لهذا، جميع القفزات النسبية relative jumps أدناه ستكون مختلفة في هذه الإصدارات حتى وإن كانت نفس الشفرة !

7C4B 80CA00 OR DL, 0x00

```
7C30
7C40  80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53  |......d........S|
7C50  7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c  ||..1....... ..@||
7C60
```

```
        .byte   0x80, 0xca
boot_drive_mask:
        .byte   0x00
```

(stage1.S)

هذه ستكون تعليمة قفزة طويلة إلى التعليمة التالية، لأن بعض أنظمة BIOS تقفز بالخطأ إلى عنوان الذاكرة 07C0:0000 بدلا من 0000:7C00.

```
7C4E  EA537C0000      JMP  0000:7C53
```

```
7C30
7C40 80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53 |......d........S|
7C50 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c ||..1....... ..@||
7C60
```

(المعدلة) 0.97

في إصدارة GNU GRUB 0.97، المبرمجين استبدلوا الشفرة، كما تظهر أدناه، لتحايل على علل BIOS باستخدام تعليمة مثل test dl,0x80 ..الخ

```
7C4B    90          nop              ; stage1 إن كان القرص قرص ثابت يتم التحايل على ذلك في
7C4C    90          nop              ; NOP's باستبدال القفزة بزوج من تعليمات لا عملية
7C4D    F6C280      TEST  DL, 0x80   ; 80 تتحقق أن التسجيل مقنع بالشكل الصحيح إذا كان غير ذلك، نفترض أنها قيمة زائفة وتضبط التسجيل على
7C50    7502        JNZ  0x7C54
7C52    B280        MOV DL, 0x80
```

```
7C30
7C40 ff 00 00 20 01 00 00 00 00 02 fa 90 90 f6 c2 80 |... ............|
7C50 75 02 b2 80 ea 59 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc |u....Y|..1......|
7C60
```

بالتالي، جميع التعليمات تحت هذا السطر يتم إزاحتها بـ 9 بايت في إصدارة 0.97 (7C4Bh + 9 = 7C54h).

0.97

```
7C4B    EB07          JMP  0x7C54
7C4D    F6C280        TEST  DL, 0x80
7C50    7502          JNZ  0x7C54
7C52    B280          MOV   DL, 0x80
7C54  EA597C0000      JMP  0000:7C59
```

```
7C30
7C40 ff 00 00 80 01 00 00 00 00 08 fa eb 07 f6 c2 80 |.................|
7C50 75 02 b2 80 ea 59 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc |u....Y|..1......|
7C60
```

البداية الفعلية (real_start)

```
7C53   31C0       XOR    AX, AX           ; DS و AX : تنصب التسجيلين كإزاحة من الصفر  /  تصفير تسجيل المراكم وتسجيل قطعة الرصة
7C55   8ED8       MOV    DS, AX           ;
7C57   8ED0       MOV    SS, AX           ;
7C59   BC0020     MOV    SP, 0x2000       ; تنصيب الرصة في النمط الحقيقي
7C5C   FB         STI                     ; تمكين/ تفعيل الانقطاع
7C5D   A0407C     MOV    AL, [0x7C40]     ; (boot_drive) التعرف على جهاز الاقلاع

7C60   3CFF       CMP    AL, 0xFF
7C62   7402       JZ     0x7C66
7C64   88C2       MOV    DL, AL
7C66   52         PUSH   DX
7C67   BE797D     MOV    SI, 0x7D79       ; -> "GRUB    "
7C6A   E83401     CALL   0x7DA1           ; GRUB عرض هوية البرنامج على الشاشة
7C6D   F6C280     TEST   DL, 0x80         ; لا تستقصي عن القرص إذا كان قرص مرن
7C70   7454       JZ     0x7CC6           ; (chs_mode)
7C72   B441       MOV    AH, 0x41         ; INT 13 وظيفة 41 للتحقق من تنصيب ودعم امتدادات
7C74   BBAA55     MOV    BX, 0x55AA
7C77   CD13       INT    0x13             ; INT13 تفحص امتدادات
7C79   5A         POP    DX
7C7A   52         PUSH   DX
```

```
7C7B  7249        JB      0x7CC6          ; في حالة الفشل استخدم CHS
7C7D  81FB55AA    CMP     BX, 0xAA55
7C81  7543        JNZ     0x7CC6          ; (chs_mode)
7C83  A0417C      MOV     AL, [0x7C41]    ; فرض بايت نمط عنونة الكتل المنطقية (force_lba)
7C86  84C0        TEST    AL, AL
7C88  7505        JNZ     0x7C8F          ; (lba_mode)
7C8A  83E101      AND     CX, +0x01
7C8D  7437        JZ      0x7CC6          ; (chs_mode)
```

```
7C30
7C40 80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53 |......d........S|
7C50 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 40 7c ||..1....... ..@||
7C60 3c ff 74 02 88 c2 52 be 79 7d e8 34 01 f6 c2 80 |<.t...R.y}.4....|
7C70 74 54 b4 41 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 49 81 fb 55 |tT.A..U..ZRrI...U|
7C80 aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 83 e1 01 74 37 66 |.uC.A|..u....t7f|
7C90
```

العنونة المنطقية (lba_mode)

```
7C8F  668B4C10    MOV     ECX, [SI+0x10]          ; حفظ العدد الإجمالي للقطاعات
7C93  BE057C      MOV     SI , 0x7C05             ; تعيين التسجيل إلى حزمة عناوين القرص/ تنصيب حزمة القرص من أجل وظيفة القراءة الممتدة Extended Read
7C96  C644FF01    MOV     BYTE PTR [SI-0x01], 0x01 ; نعيين النمط إلى قيمة غير الصفر
7C9A  668B1E447C  MOV     EBX, [0x7C44]           ; موقع شفرة Stage2 من بداية القسم الإزاحة بعدد القطاعات (stage2_sector)
7C9F  C7041000    MOV     WORD PTR [SI], 0x0010   ; الحجم والبايت المحجوز
7CA3  C744020100  MOV     WORD PTR [SI+0x02], 0x0001 ; الكتل
7CA8  66895C08    MOV     [SI+0x08], EBX          ; العنوان المطلق / 32 بت المنخفضة
7CAC  C744060070  MOV     WORD PTR [SI+06], 0x7000 ; قطعة عنوان الصوان
7CB1  6631C0      XOR     EAX, EAX
7CB4  894404      MOV     [SI+0x04], AX
7CB7  6689440C    MOV     [SI+0x0C], EAX
```

وظيفة 42h في نداء الانقطاع INT13 لقراءة قطاعات القرص في الذاكرة، نمط LBA. (تستخدم حزمة DAP)		
DS:SI = segment:offset	DL = رقم القرص	AH = 0x42
عنوان خاص بحزمة عناوين القرص = segment:offset		
يعود في حالة النجاح: AL = 0x0 أو برسالة خطأ في حالة الفشل.		

```
7CBB  B442        MOV     AH, 0x42
7CBD  CD13        INT     0x13
7CBF  7205        JB      0x7CC6          ; إذا كانت العنونة المنطقية غير مدعومة، استخدم CHS
7CC1  BB0070      MOV     BX, 0x7000
7CC4  EB7D        JMP     0x7D43          ; (copy_buffer) ; stage2_segment عنوان
```

```
7}70
7C80 aa 75 43 a0 41 7c 84 c0 75 05 83 e1 01 74 37 66 |.uC.A|..u....t7f|
7C90 8b 4c 10 be 05 7c c6 44 ff 01 66 8b 1e 44 7c c7 |.L...|.D..f..D|.|
7CA0 04 10 00 c7 44 02 01 00 66 89 5c 08 c7 44 06 00 |....D...f.\..D..|
7CB0 70 66 31 c0 89 44 04 66 89 44 0c b4 42 cd 13 72 |pf1..D.f.D..B..r|
7CC0 05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 73 0a f6 c2 80 0f |...p.}....s.....|
7CD0
```

العنونة الفيزيائية (chs_mode)

```
7CC6  B408        MOV     AH, 0x08    ; وظيفة الحصول على معاملات القرص 08 في نداء INT13 هذه الوظيفة تعود بمعاملات القرص (قياسات) من رقم القرص المحدد في التسجيل DL. قد
7CC8  CD13        INT     0x13        ; يكون قرص مرن أو قرص ثابت. DL يعلن عن رقم الجهاز المتصل بمتحكم القرص.
7CCA  730A        JNB     0x7CD6      ; (final_init)
7CCC  F6C280      TEST    DL, 0x80    ; اختبر وجود القرص الثابت. إذا فشل النداء، استقصي عن القرص المرن عوض ذلك
7CCF  0F84F000    JZ      0x 7DC3     ; (floppy_probe) 7DC3 لذلك، هذه القفزة لن تحدث أبدا إلا إذا كان تنصيب وعمل محمل الاقلاع على القرص المرن. حينها فقط سوف تجد شفرة تنفيذية أكثر عند
```

```
7DA0
7DB0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12 |.............$.|
7DC0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
7DD0 75 0f be da 7d e8 c1 ff eb 8d 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
7DE0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
7DF0 01 b5 4f e9 e0 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
```

7CD3 E98D00 JMP 0x7D63 ; (hd_probe_error) خطأ في قراءة القرص الثابت

```
7CB0
7CC0 05 bb 00 70 eb 7d b4 08 cd 13 73 0a f6 c2 80 0f |...p.}....s.....|
7CD0 84 f0 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 44 ff 00 66 31 c0 |........|.D..f1.|
7CE0
```

التهيئة الأخيرة ! (final_init)

7CD6 BE057C MOV SI, 0x7C05 ; حزمة القرص ؛ القطاعات

7CD9 C644FF00 MOV BYTE PTR [SI-0x01], 0x00 ; تعيين النمط إلى صفر

7CDD 6631C0 XOR EAX, EAX ; حفظ عدد الرؤوس

7CE0 88F0 MOV AL, DH

7CE2 40 INC AX

7CE3 66894404 MOV [SI+0x04], EAX

7CE7 31D2 XOR DX, DX

7CE9 88CA MOV DL, CL

7CEB C1E202 SHL DX, 0x02

7CEE 88E8 MOV AL, CH

7CF0 88F4 MOV AH, DH

7CF2 40 INC AX ; حفظ عدد الأسطوانات

7CF3 894408 MOV [SI+0x08], AX

7CF6 31C0 XOR AX, AX

7CF8 88D0 MOV AL, DL

7CFA C0E802 SHR AL, 0x02

7CFD 668904 MOV [SI], EAX ; حفظ عدد القطاعات

```
7CC0
7CD0 84 f0 00 e9 8d 00 be 05 7c c6 44 ff 00 66 31 c0 |........|.D..f1.|
7CE0 88 f0 40 66 89 44 04 31 d2 88 ca c1 e2 02 88 e8 |..@f.D.1........|
7CF0 88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 c0 e8 02 66 89 04 |..@.D.1......f..|
7D00 66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 |f.D|f1.f.4.T.f1.|
7D10
```

تنصيب القطاعات (setup_sectors)

7D00 66A1447C MOV EAX, [0x7C44] ; (stage2_sector) تحميل بداية القطاع المنطقي / موقع شفرة Stage2 من بداية القسم ؛ الإزاحة بعدد القطاعات

7D04 6631D2 XOR EDX, EDX ; تصفير التسجيل EDX

7D07 66F734 DIV WORD PTR [SI] ; مقسوم على عدد القطاعات. هنا 4 بايت

7D0A 88540A MOV [SI+0x0A], DL ; حفظ بداية القطاع

7D0D 6631D2 XOR EDX, EDX ; تصفير التسجيل EDX

7D10 66F77404 DIV WORD PTR [SI+0x04] ; مقسوم على عدد الرؤوس. هنا 4 بايت

7D14 88540B MOV [SI+0x0B], DL ; حفظ بداية الرأس

7D17 89440C MOV [SI+0x0C], AX ; حفظ بداية الأسطوانة

7D1A 3B4408 CMP AX, [SI+0x08] ; هل هناك حاجة إلى أسطوانات أكثر !

7D1D 7D3C JGE 0x7D5B ; (geometry_error) هناك خطأ في قياسات القرص

```
7CE0
7CF0 88 f4 40 89 44 08 31 c0 88 d0 c0 e8 02 66 89 04 |..@.D.1......f..|
7D00 66 a1 44 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 31 d2 |f.D|f1.f.4.T.f1.|
7D10 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 3c 8a |f.t..T..D.;D.}<.|
7D20 54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a |T.....L......l.Z|
7D30
```

حلقة ترجمة قياسات القرص BIOS

```
7D1F  8A540D      MOV     DL, [SI+0x0D]          ; الحصول على البتات العليا في الأسطوانة / الخانات الأكثر أهمية
7D22  C0E206      SHL     DL, 0x06               ; التغيير إلى جهة اليسار بستة خانات / 6 بت
7D25  8A4C0A      MOV     CL, [SI+0x0A]          ; الحصول على القطاع
7D28  FEC1        INC     CL                     ; تسوية القطاع / القطاعات تبدأ من واحد وليس صفر
7D2A  08D1        OR      CL, DL                 ; تركيب
7D2C  8A6C0C      MOV     CH, [SI+0x0C]          ; القطاع + خانات الأسطوانة العليا في التسجيل CL / الأسطوانة في التسجيل CH
7D2F  5A          POP     DX                     ; استعادة التسجيل DX
7D30  8A740B      MOV     DH, [SI+0x0B]          ; رقم الرأس
```

وظيفة 02h في نداء الانقطاع INT13 (نظام BIOS) من أجل قراءة القطاعات من القرص في الذاكرة.		
AH = 0x2	AL = عدد القطاعات	CH = الأسطوانة
البتات 6-7 هي الخانات العليا من "الأسطوانة" :		CL = القطاع
0x80 =القرص الثابت، 0x0 = القرص المرن :	DL = الجهاز	DH = الرأس
العنونة: (قطعة : حيد الصوان) :		ES:BX = segment:offset
وتعود في حالة النجاح: 0x0 = AL ـ أو في حالة الفشل تعود برسالة خطأ.		

```
7D33  BB0070      MOV     BX, 0x7000
7D36  8EC3        MOV     ES, BX                 ; تحميل قطعة لدى صوان القرص في الذاكرة
7D38  31DB        XOR     BX, BX                 ; توضع في القطعة عند 0 = BX، 0
7D3A  B80102      MOV     AX, 0x0201             ; وظيفة/خدمة 02 في INT13 قراءة قطاعات القرص المرن أو الثابت عن طريق CHS
7D3D  CD13        INT     0x13                   ; قراءة قطاع واحد في الذاكرة
7D3F  722A        JB      0x7D6B                 ; هناك خطأ في القراءة (read_error)
7D41  8CC3        MOV     BX, ES
```

```
7D00
7D10 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 7d 3c 8a |f.t..T..D.;D.}<.|
7D20 54 0d c0 e2 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a |T.....L......l.Z|
7D30 8a 74 0b bb 00 70 8e c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 |.t...p..1......r|
7D40 2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 00 01 8e db 31 f6 |*....H|`......1.|
7D50
```

صوان النسخ (copy_buffer)

```
7D43  8E06487C    MOV     ES, [0x7C48]   ; (stage2_segment) 0000:8000 = 800:0000 لحظ أن 0800h / 2 بايت
7D47  60          PUSHA                  ; لأن شفرة بدأ التشغيل في المرحلة الثانية تستفيد منهم دون تشغيلهم نحتاج إلى حفظ التسجيلين SI و CX
7D48  1E          PUSH    DS
7D49  B90001      MOV     CX, 0x0100
7D4C  8EDB        MOV     DS, BX
7D4E  31F6        XOR     SI, SI
7D50  31FF        XOR     DI, DI
7D52  FC          CLD
7D53  F3A5        REP     MOVSW
7D55  1F          POP     DS
7D56  61          POPA
7D57  FF26427C    JMP     [0x7C42]       ; (stage2_address) 0000:8000 هذا المكان حيث يتم القفز إلى المرحلة التالية من الشفرة التي حملها البرنامج من القرص الثابت في مواقع الذاكرة
```

```
7D30
7D40 2a 8c c3 8e 06 48 7c 60 1e b9 00 01 8e db 31 f6 |*....H|`......1.|
7D50 31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40 |1.....a.&B|..}.@|
7D60
```

نهاية الحلقة الرئيسية

شفرة معالجة عرض رسائل الأخطاء

```
7D5B  BE7F7D      MOV   SI, 0x7D7F    ; --> "Geom Error"  خطأ في ترجمة القياسات BIOS (تجاوز نهاية قياسات القرص)
7D5E  E84000      CALL  0x7DA1        ; (geometry_error_string) أعرض ذلك على الشاشة
7D61  EB0E        JMP   0x7D71        ; (general_error) إنهاء وتعليق

7D63  BE847D      MOV   SI, 0x7D84    ; --> "Hard Disk Error" فشل في تقصي القرص / خطأ في القرص الثابت
7D66  E83800      CALL  0x7DA1        ; (hd_probe_error_string) أعرض ذلك على الشاشة
7D69  EB06        JMP   0x7D71        ; (general_error) إنهاء وتعليق

7D6B  BE8E7D      MOV   SI, 0x7D8E    ; --> "Read Error" خطأ في القراءة على القرص
7D6E  E83000      CALL  0x7DA1        ; (read_error_string) أعرض ذلك على الشاشة
7D71  BE937D      MOV   SI, 0x7D93    ; --> "Error" (عرض هذه المحارف الخمسة)
7D74  E82A00      CALL  0x7DA1        ; (general_error_string) أعرض ذلك على الشاشة
7D77  EBFE        JMP   0x7D77        ; حبس (تعليق) عملية التنفيذ في حلقة لا نهائية! ، يجب إعادة تشغيل الحاسوب / إعادة الاقلاع
```

```
7D40
7D50 31 ff fc f3 a5 1f 61 ff 26 42 7c be 7f 7d e8 40 |1.....a.&B|..}.@|
7D60 00 eb 0e be 84 7d e8 38 00 eb 06 be 8e 7d e8 30 |.....}.8.....}.0|
7D70 00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 |...}.*...GRUB .G|
7D80
```

```
notification_string:        .string "GRUB "
geometry_error_string:      .string "Geom"
hd_probe_error_string:      .string "Hard Disk"
read_error_string:          .string "Read"
general_error_string:       .string " Error"
```

سلسلة محارف هوية GRUB ورسائل الخطأ الموجزة

GRUB Legacy 0.94 / 0.95 / 0.96

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
7D60                                 ------>
7D70 00 be 93 7d e8 2a 00 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 |...}.*...GRUB .G|
7D80 65 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 |eom.Hard Disk.Re|
7D90 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd |ad. Error.......|
7DA0
```

GRUB Legacy	بداية السلسلة (الإزاحة)	ملاحظة
0.92 / 0.93	0176h	
0.94 / 0.95 / 0.96	017Bh	شفرة (80 ـ CA ـ 80) تزيح الحيود بعدها بـ 3 بايت.
0.97	017Fh	الشفرة تزيح الحيود بـ 9 بايت (7C4Bh + 9 = 7C54h)

الروتين الثانوي لعرض المحارف

من أجل كتابة السلسلة التي يشير لها التسجيل SI. (تنبيه: هذا سوف يتلف بيانات التسجيلات SI، AX، BX).

AH =	0xE	AL =	محرف
BH =	صفحة	BL =	لون أمامي

```
7D9A  BB0100      MOV   BX, 0x0001
7D9D  B40E        MOV   AH, 0x0E      ; وظيفة 0Eh في نداء INT 10h . (كتابة محرف في نمط TTY)
7D9F  CD10        INT   0x10          ; عرض المحرف / عرض بايت واحد
```

عرض سلسلة المحارف

```
7DA1  AC          LODSB
7DA2  3C00        CMP   AL, 0x00
7DA4  75F4        JNZ   0x7D9A        ; كرر الحلقة حتى تجد بايت صفر / إذا لم تكن نهاية السلسلة، ستكون قفزة لعرض الرسالة
7DA6  C3          RET
```

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
7D90 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 00 bb 01 00 b4 0e cd |ad. Error.......|
7DA0 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
7DB0 00 00 00 00 00 00 00 00 5f 00 5f 00 00 00 00 01 |........_._.....|
```

توقيع القرص (الرقم التسلسلي للقرص في أنظمة مايكروسوفت أن تي)

رغم أنه غير متوافق مع الشفرة، GRUB Legacy يحافظ على هذا الرقم السحري المستخدم في أنظمة ويندوز أن تي ؛ هذا الرقم يظهر دائما في شكل أربعة بايت عشوائية عند الحيد 1B8h

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
7DA0 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |..<.u...........|
7DB0 00 00 00 00 00 00 00 00 5f 00 5f 00 00 00 00 01 |........_._.....|
7DC0 01 00 0b fe 7f 97 3f 00 00 00 59 03 64 00 00 00 |......?...Y.d...|
```

جدول الأقسام (على القرص الثابت)

يبدأ عند الحيد 01BE. ويتضمن أربعة أقسام أولية كحد أقصى أو ثلاثة أقسام أولية وقسم ممتد (هو حاوية) يمكن أن يتضمن بقية الأقسام. (راجع موضوع MBR).

```
7DBE                                           00 01 |              ..|
7DC0 01 00 0b fe 7f 97 3f 00 00 00 59 03 64 00 00 00 |......?...Y.d...|
7DD0 41 98 83 fe 7f a4 98 03 64 00 cd 2f 03 00 00 00 |A.......d../....|
7DE0 41 a5 83 fe ff ff 65 33 67 00 fc 08 fa 00 80 fe |A.....e3g.......|
7DF0 ff ff 0f fe ff ff 61 3c 61 01 1f ed f2 00 55 aa |......a<a.....U.|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

شفرة القرص المرن

في حالة كان تنصيب وتشغيل GRUB Legacy على القرص المرن. موقع جدول الأقسام يكون مشغول بشفرة القرص المرن. كما تظهر في الطرح التالي:

```
7DA0
7DB0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 24 12 |..............$.|
7DC0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
7DD0 75 0f be da 7d e8 cf ff eb 9d 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
7DE0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
7DF0 01 b5 4f e9 e6 fe 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

توقيع قطاع الاقلاع

2-بايت الأخيرة خاصة بتوقيع الاقلاع المعياري AA55h عند الحيود 1FEh - 1FFh (في القطاع التقليدي 512 بايت).

تذكر أن في أنظمة إنتيل x86 أرقام 2-بايت (Words) تخزن في الذاكرة بحيث البايت الأدنى يكون أولا و البايت الأعلى (قيمة) يكون آخرا؛ ولذلك تظهر على القرص بهذا الشكل : 55AA.

```
7DFE 55     PUSH BP
7DFF AA     STOSB
```

```
7DD0
7DE0 41 a5 83 fe ff ff 65 33 67 00 fc 08 fa 00 80 fe |A.....e3g.......|
7DF0 ff ff 0f fe ff ff 61 3c 61 01 1f ed f2 00 55 aa |......a<a.....U.|
```

محمل الاقلاع GRUB 2

باختصار، تصمم هذا البرنامج مختلف تماما عن البرنامج القديم GRUB Legacy، لمعلومات أكثر راجع دليل البرنامج في موقع الرسمي. هذه الكتيب سوف يركز فقط على صور الاقلاع.

تنصيب محمل الاقلاع.

في الغالب لن تحتاج إلى تنصيب GRUB 2 في لينكس، لأنه سيكون موجود مسبقا في معظم توزيعات لينكس. لكن إذا أردت أن تعرف كيفية التنصيب، كما كان الحال مع GRUB Legacy، يجب أولا تثبيت أدوات البرنامج على نظام تشغيل شبيه-يونكس مثل لينكس، عن طريق حزمة التوزيعة أو ملف مصدري ثم بعد ذلك تثبيت الملفات المسئولة عن عملية الإقلاع في مكانها المناسب على القرص باستخدام أداة grub-install في نظام لينكس (راجع : استدعاء grub-install).

تماما مثل GRUB Legacy، عدة صور للإقلاع تأتي مع محمل الاقلاع GRUB 2، توضع عادة في المسار : /usr/lib/grub/<cpu>-<platform>

وكما ذكرنا سابقا، هذا المسار يدعى دليل الصور لأن صور محمل الاقلاع توضع فيه أول مرة. أما المكان الذي يحتاج محمل الاقلاع العثور فيه على تلك الصور فيدعى دليل الإقلاع، وسيكون: /boot.

التنصيب في أنظمة BIOS باستخدام سجل الاقلاع الرئيسي MBR.

بنية جدول الأقسام التقليدي المستخدمة في منصات PC BIOS تدعى MBR ؛ هذه البنية تتضمن أربعة أقسام أولية كحد أقصى أو ثلاثة أقسام أولية وقسم ممتد (هو عبارة عن حاوية) يمكن أن يتضمن بقية الأقسام المنطقية الإضافية. عند استخدام هذه البنية هناك طريقتان لتنصيب محمل الاقلاع GRUB 2 :

- تضمين محمل الإقلاع في المنطقة الواقعة بين سجل الاقلاع الرئيسي MBR والقسم الأول (هذه المنطقة تأخذ عدة أسماء انجليزية، مثل embedding area، MBR gap، boot track. وحجمها في العادة 31 كيلو بايت على الأقل).
- تثبيت الصورة الأساسية للبرنامج core image في نظام الملفات وتخزن لائحة الكتل التي تشكل الصورة في القطاع الأول من لذلك القسم.

كلتا الطريقتين السابقتين لديها مشاكلها الخاصة. ولا توجد طريقة مضمونة عند استخدام المساحة الواقعة بين MBR والقسم الأول، لأن بعض البرمجيات التجارية الاحتكارية معروف عنها أنها تستخدم تلك المنطقة لمنع المستخدمين من التحايل على قيود الترخيص في نظام ويندوز ؛ وأحيانا يتم تقسيم النظام دون ترك مساحة كافية قبل القسم الأول.

من جهة أخرى، تثبيت GRUB 2 في قسم النظام يعني أن كتل البرنامج ستكون عرضة لتحريك من قبل أدوات ووظائف النظام مثل التحزيم الطرفي tail packing، أو حتى تطبيقات fsck، لذلك الطريقة تعتبر هشه للغاية ولا يعتمد عليها، وقد تستخدم فقط في حالة كان نظام الملفات /boot في نفس القرص الذي يقلع منه BIOS، كي لا يضطر محمل الاقلاع تخمين رقم القرص في BIOS.

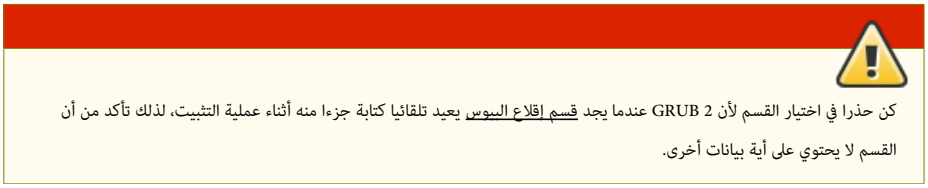
عموما، يوصي فريق تطوير البرنامج بتضمين GRUB 2 قبل القسم الأول دائما، ما لم يكن هناك مانع. ويجب ضمان أن القسم الأول يبدأ من عند 31 كيلوبايت على الأقل (أي بعد 63 قطاع الأولى) من بداية القرص؛ في الأقراص الحديثة، على أية حال، سيكون الأداء أفضل إذا كان صف الأقسام على حدود أكبر من ذلك، مثلا يمكن للقسم الأول أن يبدأ من عند 1 ميغابايت من بداية القرص.

التنصيب في أنظمة BIOS باستخدام جدول أقسام GPT.

بعض الأنظمة الحديثة تستخدم ما يسمى ببنية GPT (جدول الأقسام مع المعرف الفريد العمومي)، التي هي جزء من واجهة البرنامج الثابت الممتد EFI. (التي الآن تدعى اختصارا UEFI).

هذه البنية يمكن أيضا استخدامها على منصات BIOS إذا كانت برمجية النظام تدعمها، على سبيل المثال، يمكن استخدام GRUB 2 مع نظام جنو/لينكس في هذا الأعداد.

عند استخدام هذه البنية، يمكنك حجز قسم كامل على القرص من أجل GRUB 2، هذه القسم سوف يدعى قسم إقلاع البيوس BIOS. تضمين محمل الاقلاع في ذلك القسم سوف يمنع البرمجيات الأخرى من حذفه أو تعديله.



عند إنشاء قسم إقلاع البيوس BBP على نظام GPT، يجب التأكد من أن حجمه لا يقل عن 31 كيلوبايت ويجب التأكد أن نوع القسم مناسب.

الأقراص المهيئة بنظام GPT عادة لا تكون صغيرة، لذلك يوصي الخبراء بجعل القسم أكبر من الحد الأدنى، مثل 1 ميغابايت، لسماح بنمو ملفات البرنامج.

يمكنك استخدام برنامج GNU Parted في تعيين ذلك عن طريق الأمر التالي :

```
# parted /dev/disk set partition-number bios_grub on
```

إذا كنت تستخدم تطبيق gdisk ، نوع القسم سيكون: '0xEF02'

في برامج التقسيم الأخرى التي تتطلب إعداد المعرف GUID بشكل مباشر، يجب أن يكون:

'21686148- 6449 - 6e6f – 744e656564454649'

تنصيب محمل الاقلاع عن طريق grub-install

لمعلومات أكثر عن كيفية تثبيت GRUB 2 في منصات PC BIOS ، راجع فصل التثبيت في أنظمة BIOS. (أو الدليل الرسمي)

تحتاج فقط إلى تحديد مكان التنصيب، عن طريق المعطى (قيمة أو مرجع) الذي تمرره إلى الأمر والذي يجب أن يكون اسم ملف جهاز مثل '/dev/hda'.

مثلا، في لينكس يمكنك تنصيب محمل الاقلاع في القطاع الأول من القرص الأول (معيار IDE) بالأمر التالي:

```
# grub-install /dev/hda
```

أو في القطاع الأول من القرص الأول (معيار SCSI) بالأمر التالي:

```
# grub-install /dev/sda
```

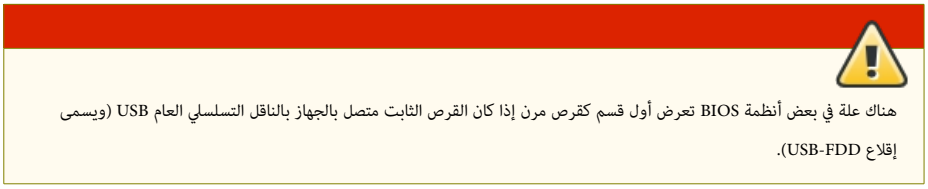
التنصيب في أنظمة جنو هيرد GNU/Hurd، سيكون بالأمر التالي :

```
# grub-install /dev/hd0
```

في الأمثلة السابقة صور محمل الاقلاع ستكون في الدليل /boot. إذا كنت تريد وضع الصور في دليل أخر، يجب استخدام الخيار --boot-directory.

في المثال التالي يتم تنصيب محمل الاقلاع على قرص مرن مع استخدام نظام ملفات:

```
# mke2fs /dev/fd0
# mount -t ext2 /dev/fd0 /mnt
# mkdir /mnt/boot
# grub-install --boot-directory=/mnt/boot /dev/fd0
# umount /mnt
```



هناك علة في بعض أنظمة BIOS تعرض أول قسم كقرص مرن إذا كان القرص الثابت متصل بالجهاز بالناقل التسلسلي العام USB (ويسمى إقلاع USB-FDD).

في هذه الحالة، تحتاج إلى طريقة التنصيب التالية:

```
# losetup /dev/loop0 /dev/sdb1
# mount /dev/loop0 /mnt/usb
# grub-install --boot-directory=/mnt/usb/bugbios --force --allow-floppy /dev/loop0
```

علما أن هذه الطريقة لا تتعارض مع التنصيب العادي طالما أنها في أدلة منفصلة.

استدعاء برنامج grub-install

لتنصيب GRUB 2 على القرص، grub-install يستخدم برنامج يدعى grub-mkimage و (في بعض المنصات) يستخدم برنامج grub-setup.

يجب تحديد اسم الجهاز الذي تريد تنصيب محمل الاقلاع عليه، بهذا الشكل :

```
# grub-install install_device
```

اسم الجهاز install_device سيكون اسم جهاز نظام تشغيل أو اسم جهاز محمل الاقلاع GRUB 2.

هذا البرنامج يستخدم الخيارات التالية:

-help	تطبع على الشاشة ملخص عن خيارات سطر الأوامر وتخرج
--version	تطبع على الشاشة رقم إصدارة GRUB 2 وتخرج.

--boot-directory=dir	تنصب الصور في دليل يحدده المستخدم /dir/grub/، هذا الخيار مفيد في حالة تنصيب محمل الاقلاع في قسم منفصل أو قرص قابل للإزالة.
	إذا لم يستخدم هذا الخيار سيكون التنصيب في الدليل الاعتيادي /boot.
	لذلك هذان الأمران متكافأن :
	`# grub-install /dev/sda`
	`# grub-install --boot-directory=/boot/ /dev/sda`
	في هذا المثال، قسم إقلاع منفصل موصول عند /mnt/boot
	`# grub-install --boot-directory=/mnt/boot /dev/sdb`

--recheck	إعادة فحص device map، حتى وإن كان الملف موجود بالفعل في /boot/grub/device.map. ينبغي استخدام هذا الخيار في كل مرة يتم إضافة أو حذف قرص من الحاسوب.

برنامج grub-install مجرد نص مكتوب للصدفة shell script والعمل الحقيقي يتم بواسطة grub-mkimage و grub-setup . أي يمكنك تنفيذ هذان الأمران مباشرة عند تثبيت محمل الإقلاع ، دون الحاجة إلى استخدام grub-install . لكن إذا لم تكن على دراية كاملة بطبيعة عمل تلك الأدوات يمكنك أن تسبب مشاكل خطيرة للنظام عند تثبيت محمل الإقلاع في نظام قيد التشغيل .

صور الاقلاع في برنامج GRUB 2.

محمل الاقلاع GRUB 2 مركب من عدة صور مطلوبة لعمل محمل الاقلاع بطرق مختلفة ؛ صورة لنواة البرنامج، ووحدات مدمجة مع صورة النواة تشكل صورة أساسية core image :

GRUB 1.99

الصورة		الحجم	
		بايت	كيلوبايت
شفرة الاقلاع الأولى	boot.img	512	0.5
صورة للإقلاع من القرص الثابت	diskboot.img	512	0.5
صورة الاقلاع الأساسية	core.img	26,099 *	25.5
وحدات GRUB 2 (في دليل برنامج)	mod.*	؟	؟
صورة للإقلاع من القرص المدمج	cdboot.img	512 *	0.5
صورة للإقلاع من الشبكة	Pxeboot.img	1.024	1
صورة للإقلاع تحاكي نواة لينكس	lnxboot.img	1.024	1
صورة نواة البرنامج	kernel.img	30,312 *	29.6

* = حجم متفاوت.

خريطة مكونات محمل الاقلاع في الذاكرة.

(BIOS port memory map)

الاستعمال		في الذاكرة	
		بداية	نهاية
مقاطعات النمط الحقيقي ونظام الإدخال والإخراج الأساسي BIOS		0	0x1000 - 1
جدول الأقسام الذي يمرر إلى محمل إقلاع أخر.		0x07FF	0x07BE
الرصة في النمط الحقيقي للمعالج		0x2000 - 1	?
قطاع الاقلاع		0x7D00 - 1	0x7C00
نواة محمل الاقلاع GRUB		?	0x8000
صوان القرص	(GRUB 2.02) 0x71000 - 1	0x78000 - 1	0x68000
الرصة في النمط المحمي للمعالج		0x80000 - 1	?
الكومة		?	0x80000
منطقة بيانات نظام البيوس الموسعة EBDA		0xA0000 - 1	?
ذاكرة الوصول العشوائي الخاصة بالشاشة VRAM		0xC0000 - 1	0xA0000
نظام الإدخال والإخراج الأساسي BIOS		0x100000 - 1	0xC0000
شفرة الوحدة و الكومة (Heap and module code)		?	0x100000

لمعلومات أكثر راجع ملفات البرنامج و دليل GNU GRUB Developers Manual

صورة الاقلاع الأولى boot.img.

هذه الشفرة أول جزء يشتغل في برنامج GRUB 2. وستكون مضمنة إما في سجل MBR أو قطاع VBR. وحجمها 512 بايت (كما تظهر في الطرح التالي).

شفرة boot.img وظيفتها الوحيدة قراءة أول قطاع من الصورة الأساسية core image من القرص المحلي والقفز إليه. شفرة boot.img لا تستطيع فهم بنية نظام الملفات، (لأن حجمها محدود، ولا

تتضمن برامج أو وحدات أخرى مطلوبة أثناء الاقلاع)، لهذا السبب، برنامج grub-setup يرمز (hardcode) موقع القطاع الأول من الصورة الأساسية داخل صورة boot.img أثناء تنصيب محمل الاقلاع GRUB 2. (يمكنك ملاحظة ذلك في الطرح الست العشري لسجل الاقلاع الرئيسي GRUB MBR).

صورة أصلية boot.img

```
# hexdump -Cv boot.img                                                (1.99)
0000 eb 63 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.c..............|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0040 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0050 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 01 00 00 |................|
0060 00 00 00 00 ff fa eb 05 f6 c2 80 74 05 f6 c2 70 |...........t...p|
0070 74 02 b2 80 ea 79 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc |t....y|..1......|
0080 00 20 fb a0 64 7c 3c ff 74 02 88 c2 52 bb 17 04 |. ..d|<.t...R...|
0090 80 27 03 74 06 be 88 7d e8 17 01 be 05 7c b4 41 |.'.t...}.....|.A|
00a0 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 3d 81 fb 55 aa 75 37 83 |..U..ZRr=..U.u7.|
00b0 e1 01 74 32 31 c0 89 44 04 40 88 44 ff 89 44 02 |..t21..D.@.D..D.|
00c0 c7 04 10 00 66 8b 1e 5c 7c 66 89 5c 08 66 8b 1e |....f..\|f.\.f..|
00d0 60 7c 66 89 5c 0c c7 44 06 00 70 b4 42 cd 13 72 |`|f.\..D..p.B..r|
00e0 05 bb 00 70 eb 76 b4 08 cd 13 73 0d f6 c2 80 0f |...p.v....s.....|
00f0 84 d0 00 be 93 7d e9 82 00 66 0f b6 c6 88 64 ff |.....}...f....d.|
0100 40 66 89 44 04 0f b6 d1 c1 e2 02 88 e8 88 f4 40 |@f.D...........@|
0110 89 44 08 0f b6 c2 c0 e8 02 66 89 04 66 a1 60 7c |.D.......f..f.`||
0120 66 09 c0 75 4e 66 a1 5c 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 |f..uNf.\|f1.f.4.|
0130 d1 31 d2 66 f7 74 04 3b 44 08 7d 37 fe c1 88 c5 |.1.f.t.;D.}7....|
0140 30 c0 c1 e8 02 08 c1 88 d0 5a 88 c6 bb 00 70 8e |0........Z....p.|
0150 c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 1e 8c c3 60 1e b9 00 |.1......r...`...|
0160 01 8e db 31 f6 bf 00 80 8e c6 fc f3 a5 1f 61 ff |...1..........a.|
0170 26 5a 7c be 8e 7d eb 03 be 9d 7d e8 34 00 be a2 |&Z|..}....}.4...|
0180 7d e8 2e 00 cd 18 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 65 |}.......GRUB .Ge|
0190 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 61 |om.Hard Disk.Rea|
01a0 64 00 20 45 72 72 6f 72 0d 0a 00 bb 01 00 b4 0e |d. Error........|
01b0 cd 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 24 12 |...<.u........$.|
01c0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
01d0 75 0f be da 7d e8 da ff eb a4 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
01e0 00 bb 00 70 8e c3 31 db b8 01 02 b5 00 b6 00 cd |...p..1.........|
01f0 13 72 d3 b6 01 b5 4f e9 ff fe 00 00 00 00 55 aa |.r....O.......U.|
```

صورة الاقلاع من القرص الثابت diskboot.img.

هذه الصورة ستكون أول قطاع (512 بايت) من الصورة الأساسية عند الاقلاع من القرص الثابت. هذه الشفرة تقرأ بقية الصورة الأساسية في الذاكرة وتبدأ تشغيل النواة.

وبما أن التعامل مع النظام الملفات لن يكون متوفر في هذه المرحلة، هذه الشفرة سوف تحول موقع الصورة الأساسية إلى قائمة من الكتل block list.

صورة أصلية diskboot.img

```
# hexdump -C diskboot.img                                             (1.99)
0000 52 e8 28 01 74 08 56 be 33 81 e8 4c 01 5e bf f4 |R.(.t.V.3..L.^..|
0010 81 66 8b 2d 83 7d 08 00 0f 84 e9 00 80 7c ff 00 |.f.-.}.......|..|
0020 74 46 66 8b 1d 66 8b 4d 04 66 31 c0 b0 7f 39 45 |tFf..f.M.f1...9E|
0030 08 7f 03 8b 45 08 29 45 08 66 01 05 66 83 55 04 |....E.)E.f..f.U.|
0040 00 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 66 89 4c 0c |......D.f.\.f.L.|
0050 c7 44 06 00 70 50 c7 44 04 00 00 b4 42 cd 13 0f |.D..pP.D....B...|
0060 82 bb 00 bb 00 70 eb 68 66 8b 45 04 66 09 c0 0f |.....p.hf.E.f...|
0070 85 a3 00 66 8b 05 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 |...f..f1.f.4.T.f|
0080 31 d2 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 0f |1.f.t..T..D.;D..|
0090 8d 83 00 8b 04 2a 44 0a 39 45 08 7f 03 8b 45 08 |.....*D.9E....E.|
00a0 29 45 08 66 01 05 66 83 55 04 00 8a 54 0d c0 e2 |)E.f..f.U...T...|
00b0 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 0b |..L......l.ZR.t.|
00c0 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 50 8c c3 |P..p..1.....rP..|
00d0 8e 45 0a 58 c1 e0 05 01 45 0a 60 1e c1 e0 03 89 |.E.X....E.`.....|
00e0 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a5 1f e8 3e 00 74 06 |.1.1........>.t.|
00f0 be 3b 81 e8 63 00 61 83 7d 08 00 0f 85 1d ff 83 |.;..c.a.}.......|
0100 ef 0c e9 0f ff e8 24 00 74 06 be 3d 81 e8 49 00 |......$.t..=..I.|
0110 5a ea 00 82 00 00 be 40 81 e8 3d 00 eb 06 be 45 |Z......@..=....E|
0120 81 e8 35 00 be 4a 81 e8 2f 00 eb fe bb 17 04 80 |..5..J../.......|
0130 27 03 c3 6c 6f 61 64 69 6e 67 00 2e 00 0d 0a 00 |'..loading......|
0140 47 65 6f 6d 00 52 65 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 |Geom.Read. Error|
0150 00 bb 01 00 b4 0e cd 10 46 8a 04 3c 00 75 f2 c3 |........F..<.u..|
0160 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 00 00 00 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 20 08 |.............. .|
0200
```

الصورة الأساسية core.img.

صورة الاقلاع الأساسية في GRUB 2. مركبة ديناميكيا من صورة النواة (للبرنامج) ولائحة من الوحدات الاعتباطية عن طريق برنامج grub-mkimage. هذه الصورة عادة تتضمن ما يكفي من الوحدات للوصول إلى الدليل grub/boot/، وتحميل بقية الشفرة من نظام الملفات زمن التشغيل (بما في ذلك معالجة قائمة الاقلاع، وتحميل أنظمة التشغيل الموجودة... وما شابه ذلك..).

هذه الصورة بسبب تصميمها التركيبي modular يظل حجمها دائما صغير، لأن المساحة التي تشغلها على القرص عند تنصيبها غالبا لا تتجاوز 32 كيلوبايت.

لمعلومات أكثر عن مكان تنصيب الصورة الأساسية، في أجهزة الحاسوب الشخصي راجع موضوع BIOS في الدليل الرسمي للبرنامج.

القطاع الأول فقط من الصورة الأصلية core.img (هذه كانت بحجم 25.5 كيلوبايت)

```
# hexdump -C core.img                                                    (1.99)
0000 52 e8 28 01 74 08 56 be 33 81 e8 4c 01 5e bf f4 |R.(.t.V.3..L.^..|
0010 81 66 8b 2d 83 7d 08 00 0f 84 e9 00 80 7c ff 00 |.f.-.}.......|..|
0020 74 46 66 8b 1d 66 8b 4d 04 66 31 c0 b0 7f 39 45 |tFf..f.M.f1...9E|
0030 08 7f 03 8b 45 08 29 45 08 66 01 05 66 83 55 04 |....E.)E.f..f.U.|
0040 00 c7 04 10 00 89 44 02 66 89 5c 08 66 89 4c 0c |......D.f.\.f.L.|
0050 c7 44 06 00 70 50 c7 44 04 00 00 b4 42 cd 13 0f |.D..pP.D....B...|
0060 82 bb 00 bb 00 70 eb 68 66 8b 45 04 66 09 c0 0f |.....p.hf.E.f...|
0070 85 a3 00 66 8b 05 66 31 d2 66 f7 34 88 54 0a 66 |...f..f1.f.4.T.f|
0080 31 d2 66 f7 74 04 88 54 0b 89 44 0c 3b 44 08 0f |1.f.t..T..D.;D..|
0090 8d 83 00 8b 04 2a 44 0a 39 45 08 7f 03 8b 45 08 |.....*D.9E....E.|
00a0 29 45 08 66 01 05 66 83 55 04 00 8a 54 0d c0 e2 |)E.f..f.U...T...|
00b0 06 8a 4c 0a fe c1 08 d1 8a 6c 0c 5a 52 8a 74 0b |..L......l.ZR.t.|
00c0 50 bb 00 70 8e c3 31 db b4 02 cd 13 72 50 8c c3 |P..p..1.....rP..|
00d0 8e 45 0a 58 c1 e0 05 01 45 0a 60 1e c1 e0 03 89 |.E.X....E.`.....|
00e0 c1 31 ff 31 f6 8e db fc f3 a5 1f e8 3e 00 74 06 |.1.1........>.t.|
00f0 be 3b 81 e8 63 00 61 83 7d 08 00 0f 85 1d ff 83 |.;..c.a.}.......|
0100 ef 0c e9 0f ff e8 24 00 74 06 be 3d 81 e8 49 00 |......$.t..=..I.|
0110 5a ea 00 82 00 00 be 40 81 e8 3d 00 eb 06 be 45 |Z......@..=....E|
0120 81 e8 35 00 be 4a 81 e8 2f 00 eb fe bb 17 04 80 |..5..J../.......|
0130 27 03 c3 6c 6f 61 64 69 6e 67 00 2e 00 0d 0a 00 |'..loading......|
0140 47 65 6f 6d 00 52 65 61 64 00 20 45 72 72 6f 72 |Geom.Read. Error|
0150 00 bb 01 00 b4 0e cd 10 46 8a 04 3c 00 75 f2 c3 |........F..<.u..|
0160 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 00 00 00 02 00 00 00 00 00 00 00 32 00 20 08 |............2. .|
0200
```

يمكنك عرض القطاع الأخير من صورة core.img (مع استخدام القيم الصحيحة للصورة) عن طريق:

```
# sudo dd if=/dev/sda bs=512 skip=49 count=1 | hexdump -Cv
```

ملفات الوحدات *.mod في GRUB 2.

بقية مكونات GRUB 2 عبارة عن وحدات modules قابلة للتحميل. غالبا ما تحمل آليا، أو تضمن داخل الصورة الأساسية إن كانت ضرورية، ويمكن أيضا تحميلها يدويا باستخدام أوامر insmod.

(باستخدام هذا الأمر يمكنك عرض الوحدات من طرفية لينكس) `# ls -l /boot/grub/*.mod`

صورة الاقلاع من القرص المدمج cdboot.img.

هذه الصورة ستكون أول قطاع (512 بايت) في الصورة الأساسية عند الاقلاع من القرص المدمج CD-ROM. عملها مشابه لعمل صورة diskboot.img.

صورة أصلية cdboot.img

```
# hexdump -C cdboot.img                                                  (1.99)
0000 e8 00 00 eb 3b 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |....;...........|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0040 5b 31 c0 8e d0 bc 00 60 8e d8 8e c0 be db 7c 2e |[1.....`......|.|
0050 66 8b 8f 0d 00 66 09 c9 74 74 66 81 c1 ff 07 00 |f....f..ttf.....|
0060 00 66 c1 e9 0b 2e 66 8b b7 09 00 e8 05 00 ea 00 |.f....f.........|
0070 00 20 08 66 31 c0 6a 10 66 50 66 56 68 e0 07 66 |. .f1.j.fPfVh..f|
0080 50 6a 10 66 31 ff 89 e6 8b 7c 10 66 39 cf 76 03 |Pj.f1....|.f9.v.|
0090 66 89 cf 89 7c 02 66 51 b4 42 cd 13 73 16 b4 42 |f...|.fQ.B..s..B|
00a0 cd 13 73 10 d1 ef 74 23 89 7c 10 89 7c 02 b4 42 |..s...t#.|..|..B|
00b0 cd 13 72 f0 89 f8 c1 e0 07 01 44 06 66 01 7c 08 |..r.......D.f.|.|
00c0 66 59 66 29 f9 75 c1 83 c4 12 c3 be e8 7c b4 0e |fYf).u.......|..|
00d0 31 db ac cd 10 3c 00 75 f9 eb fe 6e 6f 20 62 6f |1....<.u...no bo|
00e0 6f 74 20 69 6e 66 6f 00 63 64 72 6f 6d 20 72 65 |ot info.cdrom re|
00f0 61 64 20 66 61 69 6c 73 00 00 00 00 00 00 00 00 |ad fails........|
0100 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0200
```

صنع قرص مدمج لإقلاع GRUB 2

برنامج GRUB 2 يدعم نمط يسمى اللا محاكاة أو بدون محاكاة "no emulation" يستخدم في مواصفة إقلاع الأقراص المدمجة El Torito مع وظائف نظام BIOS.

هذا يعني إمكانية استخدام كامل القرص المدمج عن طريق GRUB 2 دون الحاجة إلى صنع ملف صورة للقرص المرن أو القرص الثابت، التي قد تسبب مشاكل في التوافق.

صورة الإقلاع cdboot.img سوف ترتبط بصورة core.img . لهذا السبب يجب استخدام على الأقل الوحدتين iso9660 و biosdisk في بناء صورة core.img.

عادة، القرص المدمج سوف يحتاج أيضا إلى تضمين ملف الإعداد grub.cfg وبعض وحدات الأخرى في GRUB 2.

لإنشاء قرص الإنقاذ استخدم الأمر التالي:

```
# grub-mkrescue -o grub.iso
```

غالبا، ستحتاج إلى إضافة ملفات أخرى للصورة. أولا، أبدء بإنشاء الدليل الأولي للصورة ثم الأدلة الثانوية الأخرى :

```
# mkdir iso
# mkdir -p iso/boot/grub
```

إذا رغبت، ضع ملف الإعداد grub.cfg في iso/boot/grub، ثم أنسخ جميع ملفات وأدلة القرص إلى الدليل iso/. وأخيرا، أصنع الصورة :

```
# grub-mkrescue -o grub.iso iso
```

النتيجة ستكون ملف باسم grub.iso ، يمكن بعد ذلك حرقه على قرص CD/DVD أو نسخه إلى قرص ذاكرة USB .

سيتم إعداد الجهاز الجذر المناسب عن طريق ملف الإعداد grub.cfg. بهذا يمكنك الإشارة إلى أسماء الملفات على القرص المدمج دون الحاجة لاستخدام اسم الجهاز. هذا يسهل صنع صور للإنقاذ يمكن أن تعمل على أجهزة التخزين المدمجة أو ذاكرة USB.

استدعاء الأمر grub-mkrescue

هذا الأمر يولد صورة من أجل القرص المدمج، تستخدم في إصلاح مشاكل الإقلاع. (راجع : صنع قرص مدمج قابل للإقلاع) :

```
# grub-mkrescue -o grub.iso
```

لا تعرض هنا جميع المعطيات، لأن خيارات grub-mkrescue تمرر مباشرة إلى xorriso في نمط محاكاة mkisofs .

الخيارات التي تمرر إلى xorriso تترجم على أنها خيارات mkisofs ، لكن إذا استخدم الخيار '--' أي شيء بعده يترجم كخيارات xorriso الأصلية .

المعطيات التي بدون خيارات تصف أدلة مصدر إضافية. هذا يستخدم لإضافة ملفات إضافية للصورة :

```
# mkdir -p disk/boot/grub
```

(في الدليل disk/boot/grub تحتاج إلى إضافة ملفات إضافية) ثم :

```
# grub-mkrescue -o grub.iso disk
```

بقية الخيارات :

طباعة ملخص للخيارات سطر الأوامر ثم الخروج :	--help
طباعة رقم إصدارة GRUB 2 ثم الخروج :	--version
حفظ النتيجة في ملف file. هذا الخيار مطلوب :	-o file (--output=file)
تحميل مسبق لوحدات محمل الاقلاع التي تم تسميتها في الصورة . إن كان هناك أكثر من مدخلة في modules يجب الفصل بينها بفواصل (على الأرجح ستحتاج إلى اقتبس هذا الجزء من أجل الصدفة في جهازك) .	--modules=modules
عند توليد صور لمنصة QEMU أو Coreboot، انسخ الملفات التي تنتج qemu.img أو coreboot.elf بالتوالي إلى الدليل dir مع إضافتها أيضا إلى الصورة :	--rom-directory=dir
استخدام ملف file كبرنامج xorriso، بدلا من الاعتيادي المضمن.	--xorriso=file
استخدام ملف file كبرنامج grub-mkimage، بدلا من الاعتيادي المضمن.	--grub-mkimage=file

صورة الاقلاع من الشبكة pxeboot.img.

1024 بايت تستخدم في بداية الصورة الأساسية عند الاقلاع من الشبكة (الخادوم) عن طريق بيئة PXE.

صورة أصلية pxeboot.img

```
# hexdump -C pxeboot.img                                    (1.99)
0000 b2 7f ea 00 82 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0400
```

إقلاع GRUB 2 عن طريق الشبكة.

دعم GRUB 2 الاقلاع من الشبكة يعني تحميل صور نظام التشغيل من الشبكة باستخدام بروتوكول TFTP.

التعليمات التالية تعمل فقط في أنظمة PC BIOS حيث تتوفر بيئة PXE .

توليد صورة إقلاع PXE عن طريق هذا السطر:

```
# grub-mkimage --format=i386-pc-pxe --output=grub.pxe --prefix='(pxe)/boot/grub' pxe pxecmd
```

نسخ جميع الملفات التالية إلى خادوم PXE (TFTP) :

- grub.pxe
- /boot/grub/*.mod/
- /boot/grub/*.lst/

تأكد أن جميع الملفات ذات الامتدادات .mod* و .lst* يمكن الوصول إليها عن طريق المسار /boot/grub/ من جذر خادوم TFTP .

تغيير إعدادات خادوم DHCP كي تقدم grub.pxe كملف إقلاع. (الخيار 'filename' في ISC dhcpd).

يمكنك أيضا استخدام الأداة grub-mknetdir لتوليد الصورة وشجرة دليل GRUB 2، بدلا من نسخ الملفات يدويا .

بعد تشغيل محمل الاقلاع، يمكنك الوصول إلى الملفات الموجودة على خدوم TFTP عن طريق جهاز '(pxe)'.

عنوان بروتوكول إنترنت للبوابة (gateway IP address) والخدوم يمكنك التحكم بها عن طريق تغيير اسم جهاز (pxe) إلى : (pxe:server-ip) أو (pxe:server-ip:gateway-ip).

لحظ أن هذا ينبغي أن يتغير في السابقة (prefix) وفي أي إشارة إلى اسم الجهاز في ملف الإعداد .

برنامج GRUB 2 بتوفر على متغيرات بيئة عديدة، يمكن استخدامها في فحص أو تغيير سلوك جهاز PXE

وظيفة	متغير	
عنوان IP (بروتوكول إنترنت) لهذا الجهاز	net_pxe_ip	قراءة-فقط
عنوان MAC لواجهة الشبكة	net_pxe_mac	
اسم مضيف العميل مقدم من DHCP	net_pxe_hostname	
اسم نطاق العميل مقدم من DHCP	net_pxe_domain	
المسار إلى القرص الجذري للعميل مقدم من DHCP.	Net_pxe_rootpath	
مسار الملاحقات الإضافية من صانع DHCP مقدم من DHCP	net_pxe_extensionspath	
اسم ملف الإقلاع مقدم من DHCP	net_pxe_boot_file	
اسم خدوم DHCP المسؤول عن معاملات الإقلاع هذه	Net_pxe_dhcp_server_name	
حجم كتلة نقل PXE. القيمة الاعتيادية هي 512	pxe_blksize	قراءة-كتابة
خادوم PXE الاعتيادي. إعداد هذا مفيدة فقط قبل فتح جهاز الشبكة PXE	pxe_default_server	
البوابة الاعتيادية المستخدمة عند الاتصال بخادوم PXE. إعداد هذا مفيد فقط قبل فتح جهاز الشبكة PXE	pxe_default_gateway	

في أنظمة BIOS PC يستخدم الأمر pxe_unload لإلغاء تحميل بيئة PXE.

صورة الاقلاع المحاكية للنواة لينكس lnxboot.img.

1024 بايت يمكن وضعها في بداية الصورة الأساسية لجعل صورة GRUB 2 تبدو مثل نواة لينكس ثم تحميلها عن طريق برنامج مثل LILO باستخدام الخيار 'image='.

صورة أصلية lnxboot.img

```
# hexdump -C  lnxboot.img                                          (1.99)
0000 66 31 ed e9 6d 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |f1..m...........|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
01f0 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..............U.|
0200 eb 66 48 64 72 53 03 02 00 00 00 00 00 10 00 00 |.fHdrS..........|
0210 00 01 00 00 00 00 10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0220 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ff ff ff ff |................|
0230 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0240 ff ff 00 00 00 93 00 00 ff ff 00 00 00 93 00 00 |................|
0250 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0260 80 00 ff ff 00 00 00 00 2e 8b 16 60 00 2e 66 8b |...........`..f.|
0270 2e 14 00 e8 00 00 5b 81 eb 76 00 c1 eb 04 8c c8 |......[..v......|
0280 01 d8 50 68 87 00 cb 83 e8 20 8e d8 8b 0e f1 01 |..Ph..... ......|
0290 c1 e1 07 31 f6 8e d6 bc 00 60 fc 8c c8 8e d8 b8 |...1.....`......|
02a0 00 06 8e c0 89 f7 f3 66 a5 ea ae 00 00 06 66 87 |.......f......f.|
02b0 ee 66 09 f6 75 09 8c de 66 c1 e6 04 66 01 ee 06 |.f..u...f...f...|
02c0 1f 66 b9 34 07 00 00 66 81 c6 00 02 00 00 66 bf |.f.4...f......f.|
02d0 00 82 00 00 e8 49 00 36 66 81 3e 30 89 02 b0 ad |.....I.6f.>0....|
02e0 1b 74 12 66 8b 36 18 00 66 8b 0e 1c 00 66 bf 00 |.t.f.6..f....f..|
02f0 80 00 00 eb 0d 36 66 8b 0e 10 82 66 81 c1 9c 05 |.....6f....f....|
0300 00 00 e8 1b 00 66 0f be c6 36 66 a3 14 82 66 0f |.....f...6f...f.|
0310 be 06 62 00 36 66 a3 18 82 b6 ff ea 00 00 20 08 |..b.6f........ .|
0320 66 41 80 e1 fe 52 66 56 66 57 66 51 66 81 f9 00 |fA...RfVfWfQf...|
0330 40 00 00 76 06 66 b9 00 40 00 00 66 51 66 89 f0 |@..v.f..@..fQf..|
0340 89 36 42 00 66 c1 e8 10 a2 44 00 88 26 47 00 66 |.6B.f....D..&G.f|
0350 89 f8 89 3e 4a 00 66 c1 e8 10 a2 4c 00 88 26 4f |...>J.f....L..&O|
0360 00 be 30 00 b4 87 d1 e9 cd 15 66 58 66 59 66 5f |..0.......fXfYf_|
0370 66 5e 73 05 be 93 01 eb 0d 66 01 c6 66 01 c7 66|f^s......f..f..f|
0380 29 c1 75 a2 5a c3 b4 0e 31 db ac cd 10 3c 00 75 |).u.Z...1....<.u|
0390 f9 eb fe 6d 6f 76 65 20 6d 65 6d 6f 72 79 20 66 |...move memory f|
03a0 61 69 6c 73 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |ails............|
03b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
*
0400
```

صورة نواة البرنامج kernel.img.

هذه الصورة تتضمن الوظائف الأساسية في GRUB 2 زمن التشغيل: هياكل معالجة الأجهزة والملفات، متغيرات البيئة، مفسر سطر الأوامر في وضعية الإنقاذ... إلى أخره.

هذه الصورة نادرا ما تستخدم مباشرة، لكنها مدمج في جميع الصور الأساسية.

صورة النواة kernel.img تبدأ بالقيم التالية

```
# hexdump -C  kernel.img                                           (1.99)
0000 7f 45 4c 46 01 01 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.ELF............|
0010 02 00 03 00 01 00 00 00 . . . . .
0020 . . . .
```

(حجمها متفاوت xx بالكيلوبايت)

صور الاقلاع أخرى

بعض الصور الأخرى (أنظر أدناه) مثل grldr لم توثق في الدليل الرسمي، لكنها موجودة ضمن الحزم الأخيرة للبرنامج 1.98 / 1.99 / 2.00.

يبدوا أن هذه الصور عبارة عن توزيعة أو تفرع من محمل الاقلاع GRUB 2 المستخدمة في برنامج Grub4Dos هذا الأخير يستخدم في ويندوز/دوس.

النسخة المجددة من محمل الاقلاع Grub4Dos تعرف أيضا باسم GRLDR وهي متوافقة مع تصميم محمل الاقلاع GRUB 2.

أيضا بعض توزيعات لينكس تستخدم شفرة g2ldr في تحميل GRUB 2 من قسم ويندوز، مع نظام ملفات NTFS أو FAT32. وبعض برمجيات استعادة نظام ويندوز توظف g2ldr (كوسيط) لتحميل BOOTMGR من القرص، عند فشل قطاع الاقلاع الاعتيادي في تحديد وتحميل BOOTMGR من قسم الاقلاع.

الملف الرئيسي لهذه الصورة هو grldr، بينما محمل الاقلاع سيكون في ملف grldr.mbr الذي يمكن تنصيبه في سجل MBR أو قطاع VBR.

عند بدأ تشغيل الحاسوب، شفرة الاقلاع الموجودة في grldr.mbr سوف تبحث عن grldr في الدليل الجذر لكل قسم، وتحمل أول ملف تجده. هذا يعني أن ملف الاقلاع ليس ضروري أن يكون في مكان ثابت. ويمكن تحريكه خارج حدود القسم دون أية مشاكل في الاقلاع.

وصف	حجم	شفرة	إصدارة
هذا ملف الترويسة (قطاع أول) ؛ إضافة إلى core.img عند توليد ملف grldr.mbr	512 بايت	g2hdr.bin / g2hdr.img	منذ GRUB 1.98
الملف الرئيسي المولد من core.img . (يولد الملف في لينكس بالأمر : cat g2hdr.bin core.img > grldr)	10.0 كيلوبايت (10,240 بايت)	grldr.img	
محمل الاقلاع g2ldr (الكلمة تعني "GRUB2 Loader").	8.0 كيلوبايت (8,192 بايت)	g2ldr.mbr	

اسم Grub4Dos يعني "محمل GRUB من أجل ويندوز/دوس". بالمناسبة هناك نسخة خاصة من محمل الاقلاع GRUB 2 مصممة خصيصا لنظام ويندوز تدعى : grub-2.02~beta2-for-windows.

تحليل شفرة محمل الاقلاع GRUB 2 المتواجدة في سجل الاقلاع الرئيسي.

3 بايت eb 63 90 في بداية سجل الاقلاع الرئيسي تدل على وجود شفرة محمل الاقلاع GRUB 2 في سجل الاقلاع الرئيسي.

446 بايت سوف تتضمن أيضا كتلة معاملات BPB التي تبدأ عند الحيد 0x03h وتنتهي عند الحيد 0x5a، ثم عنوان نواة محمل الاقلاع في الذاكرة (2 بايت) حيث يتم نسخ مرحلة الاقلاع التالية من القرص الثابت لتنفيذها. ثم عنوان قطاع مرحلة الاقلاع التالية على القرص الثابت (8 بايت) ثم جهاز الاقلاع الذي تحمل منه النواة (1 بايت). ثم بقية الشفرة الاقلاع التي تستمر حتى بداية جدول الأقسام (64 بايت) عند الحيد 0x1be. ويتضمن 16 بايت لكل مدخلة قسم. (سجل الاقلاع الرئيسي التقليدي يدعم فقط 4 مدخلات). الجدول التالي يشرح ذلك أكثر:

وصف	نوع / رمز تذكري	حجم/بايت	الإزاحة
تعليمة القفزة القصيرة. (إلى الحيد 0x7c65)	JMP	3	0000h
منطقة معاملات القرص.	BPB	87	0003h
عنوان نواة محمل الاقلاع	kernel_address	2	005Ah
قطاع نواة محمل الاقلاع	kernel_sector	8	005Ch
جهاز الاقلاع	boot_drive	1	0064h
متن الشفرة الرئيسية.	شفرة	291	0065h
شفرة عرض رسائل الأخطاء. (جزء من الشفرة الرئيسية)	شفرة	21	173h
سلسلة محارف هوية GRUB و رسائل الخطأ. الموجزة	شفرة أسكي	35	188h
الروتين الثانوي لعرض المحارف.	شفرة	13	1ABh
توقيع القرص (الرقم التسلسلي للقرص في أنظمة مايكروسوفت أن تي).	xx xx	4	01B8h
جدول الأقسام (في القرص الثابت). أو شفرة (في القرص المرن).	بيانات	64 (16 * 4)	01BEh
توقيع قطاع الاقلاع.	AA55h	2	01FEh

صورة أصلية Boot.img من إصدارة GRUB 1.98

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000 eb 63 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.c..............|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0040 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |................|
0050 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 01 00 00 00 |................|
0060 00 00 00 00 ff fa eb 07 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea |...........u....|
0070 74 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 64 |t|..1....... ..d|
0080 7c 3c ff 74 02 88 c2 52 bb 17 04 80 27 03 74 06 ||<.t...R....'.t.|
0090 be 88 7d e8 1c 01 be 05 7c f6 c2 80 74 48 b4 41 |..}.....|...tH.A|
00a0 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 3d 81 fb 55 aa 75 37 83 |..U..ZRr=..U.u7.|
00b0 e1 01 74 32 31 c0 89 44 04 40 88 44 ff 89 44 02 |..t21..D.@.D..D.|
00c0 c7 04 10 00 66 8b 1e 5c 7c 66 89 5c 08 66 8b 1e |....f..\|f.\.f..|
00d0 60 7c 66 89 5c 0c c7 44 06 00 70 b4 42 cd 13 72 |`|f.\..D..p.B..r|
00e0 05 bb 00 70 eb 76 b4 08 cd 13 73 0d f6 c2 80 0f |...p.v....s.....|
00f0 84 d0 00 be 93 7d e9 82 00 66 0f b6 c6 88 64 ff |.....}...f....d.|
0100 40 66 89 44 04 0f b6 d1 c1 e2 02 88 e8 88 f4 40 |@f.D...........@|
0110 89 44 08 0f b6 c2 c0 e8 02 66 89 04 66 a1 60 7c |.D.......f..f.`||
0120 66 09 c0 75 4e 66 a1 5c 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 |f..uNf.\|f1.f.4.|
0130 d1 31 d2 66 f7 74 04 3b 44 08 7d 37 fe c1 88 c5 |.1.f.t.;D.}7....|
0140 30 c0 c1 e8 02 08 c1 88 d0 5a 88 c6 bb 00 70 8e |0........Z....p.|
0150 c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 1e 8c c3 60 1e b9 00 |.1......r...`...|
0160 01 8e db 31 f6 bf 00 80 8e c6 fc f3 a5 1f 61 ff |...1..........a.|
0170 26 5a 7c be 8e 7d eb 03 be 9d 7d e8 34 00 be a2 |&Z|..}....}.4...|
0180 7d e8 2e 00 cd 18 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 65 |}.......GRUB .Ge|
0190 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 61 |om.Hard Disk.Rea|
01a0 64 00 20 45 72 72 6f 72 0d 0a 00 bb 01 00 b4 0e |d. Error........|
01b0 cd 10 ac 3c 00 75 f4 c3 00 00 00 00 00 00 24 12 |...<.u........$.|
01c0 0f 09 00 be bd 7d 31 c0 cd 13 46 8a 0c 80 f9 00 |.....}1...F.....|
01d0 75 0f be da 7d e8 da ff eb a4 46 6c 6f 70 70 79 |u...}.....Floppy|
01e0 00 bb 00 70 b8 01 02 b5 00 b6 00 cd 13 72 d7 b6 |...p.........r..|
01f0 01 b5 4f e9 03 ff 00 00 00 00 00 00 00 00 55 aa |..O...........U.|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
```

بايت	شفرة أسكي / بايت ست عشري (عشري)		
1	CRLF	0Dh (13)	محرف رجوع إلى السطر، مرجع إلى السطر
1		0Ah (10)	محرف تزويد سطر
1		FFh (255)	شفرة تفحص
1	sz	00h (00)	سلسلة نهاية صفرية (سلسلة + بايت صفر)

- في أنظمة إنتيل x86 أرقام 2-بايت تخزن في الذاكرة بحيث يكون البايت الأدنى أولا والبايت الأعلى آخرا ؛ مثلا سيظهر على القرص توقيع القطاع بالشكل 55AA.
- سلسلة محارف هوية محمل الاقلاع ورسائل أخطاء موجزة تنتهي بالصفر (نهاية صفرية sz). أيضا هذه السلسلة في الإصدارة السابقة واللاحقة يمكن أن تكون في موقع مختلف.
- الروتين الثانوي يستخدم لعرض كلمة "GRUB" ورسائل الخطأ، ويستدعى من قبل متن الشفرة الرئيسية عند الحاجة.

تعليمة القفزة القصيرة

7C00 EB63 JMP ; تعليمة القفزة القصيرة. لتجاوز منطقة معاملات القرص إلى الحيد 7C65

7C02 90 NOP ; تعليمة لا عملية

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
7C00 eb 63 90 d0 bc 00 7c 8e c0 8e d8 be 00 7c bf 00 |.c....|......|..|
7C10 06 b9 00 02 fc f3 a4 50 68 1c 06 cb fb b9 04 00 |.......Ph.......|
7C20 bd be 07 80 7e 00 00 7c 0b 0f 85 10 01 83 c5 10 |....~..|........|
7C30 e2 f1 cd 18 88 56 00 55 c6 46 11 05 c6 46 10 00 |.....V.U.F...F..|
7C40 b4 41 bb aa 55 cd 13 5d 72 0f 81 fb 55 aa 75 09 |.A..U..]r...U.u.|
7C50 f7 c1 01 00 74 03 fe 46 10 66 00 80 01 00 00 00 |....t..F.f......|
7C60 00 00 00 00 ff fa 90 90 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea |...........u....|
7C70
```

منطقة معاملات القرص

[7C03] D0 ; ماسك مكان

[7C04] ; CHS / LBA : نمط قراءة القرص

[7C05] ; -- > "حزمة عناوين القرص"

صوان القرص الثابت

```
7C04    resb 1 ; 0x00
7C05    resb 1 ; عدد القطاعات
7C09    resb 1 ; عدد الرؤوس
7C0D    resb 1 ; عدد الأسطوانات
```

صوان الامتداد

```
7C04    resb 1 ; 0x01
7C05    resb 1 ; 0x0010 : حجم الحزمة
```

```
7C07            resb 1  ;  0x0001 : عدد الكتل التي ستنقل/ عدد القطاعات التي تقرا
7C09            resb 1  ;  0x0000
7C0B            resb 1  ;  0x7000 : عنوان صوان الذاكرة الذي تنقل إليه القطاعات
7C0D            resb 1  ;  0x00000001
7C11            resb 1  ;  بداية رقم الكتلة المطلقة / العدد المطلق لبداية القطاعات التي سوف تقرا (LBA)
```

```
0004  BC007C              MOV SP, 0x7C00
0007  8EC0                MOV  ES, AX
0009  8ED8                MOV  DS, AX
000B  BE007C              MOV  SI,  0x7C00
000E  BF0006              MOV  DI, 0x600
0011  B90002              MOV CX, 0x200
0014  FC                  CLD
0015  F3A4                REP MOVSB                ;  نسخ قطاع 7C00-7DFF إلى 7FF-600
0017  50                  PUSH AX
0018  681C06              PUSH      0x061C
001B  CB                  RETF                     ;  القفز إلى 0x061C
001C  FB                  STI                      ; تمكين/ تفعيل الانقطاع
001D  B90400              MOV  CX, 0x4
0020  BDBE07              MOV BP,  0x7BE           ; تشير إلى بداية جدول الأقسام

0023  807E0000            CMP BYTE  [BP+0x0], 0x0
0027  7C0B                JL   0x34                ; "boot" تفحص علم الاقلاع
0029  0F851001            JNZ       0x13D          ;  ليس علم إقلاع وليس صفر
002D  83C510              ADD BP, BYTE + 0x10      ;  يشير إلى القسم التالي
0030  E2F1                LOOP   0x23              ;  أربعة حلقات لأربعة أقسام
0032  CD18                INT    0x18              ;  استدعاء الانقطاع / لا يوجد قسم إقلاع
0034  885600              MOV [BP + 0x0], DL
0037  55                  PUSH    BP               ; حفظ العنوان (قسم الاقلاع)
0038  C6461105            MOV  BYTE [BP + 0x11], 0x5
003C  C6461000            MOV BYTE [BP + 0x10], 0x0
0040  B441                MOV  AH,   0x41          ;  INT 13 وظيفة 41 للتحقق من تنصيب ودعم امتدادات
0042  BBAA55              MOV  BX,  0x55AA
0045  CD13                INT    0x13              ;  تفحص التنصيب
0047  5D                  POP   BP
0048  720F                JC    0x59               ; الامتداد غير مدعوم
004A  81FB55AA            CMP   BX,   0xAA55
004E  7509                JNZ    0x59              ; الامتداد غير منصب
0050  F7C10100            TEST CX,  0x1
0054  7403                JZ     0x59              ; 42h-44h, 47h ،48h وظائف غير مدعومة
0056  FE4610              INC BYTE   [BP + 0x10]
0059  66
```

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
7C00 eb 63 90 d0 bc 00 7c 8e c0 8e d8 be 00 7c bf 00 |.c....|......|..|
7C10 06 b9 00 02 fc f3 a4 50 68 1c 06 cb fb b9 04 00 |.......Ph.......|
7C20 bd be 07 80 7e 00 00 7c 0b 0f 85 10 01 83 c5 10 |....~..|........|
7C30 e2 f1 cd 18 88 56 00 55 c6 46 11 05 c6 46 10 00 |.....V.U.F...F..|
7C40 b4 41 bb aa 55 cd 13 5d 72 0f 81 fb 55 aa 75 09 |.A..U..]r...U.u.|
7C50 f7 c1 01 00 74 03 fe 46 10 66 00 80 01 00 00 00 |....t..F.f......|
7C60
```

قيم محمل الاقلاع

رمز تذكري	قيمة		بايت	وصف
	على القرص	ست عشرية		
kernel_address	00 80	8000h	2	عنوان نواة محمل الاقلاع
kernel_sector	01 00 00 00 00 00 00 00	01h	8	قطاع نواة محمل الاقلاع
boot_drive	FF	FFh	1	جهاز الاقلاع (عن طريق نظام BIOS)

```
0040
7C50 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 01 00 00 00 |................|
7C60 00 00 00 00 ff fa 90 90 f6 c2 80 74 05 f6 c2 70 |...........t...p|
7C70
```

[7C5A] -> 0080 ; عنوان النواة

[7C5C] -> 01000000 dd 0x00000001 ; رقم القطاع

[7C60] -> 00000000 dd 0x00000000 ;

[7C64] -> FF db 0xFF ; القرص الذي تحمل منه النواة / BIOS تعني استخدم جهاز الاقلاع الذي يمرره نظام FF

متن الشفرة الرئيسية

7C65 FA CLI ; أول تعليمة بعد القفزة ستكون تعطيل الانقطاع

```
7C40
7C50 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 01 00 00 00 |................|
7C60 00 00 00 00 ff fa eb 05 f6 c2 80 74 05 f6 c2 70 |...........t...p|
7C70
```

للتحايل على أنظمة BIOS التي لا تمرر بايت جهاز الاقلاع الصحيح. إذا تم تنصيب GRUB 2 على القرص الثابت، تأكد أن التسجيل DL مقنع (معطل) بالشكل الصحيح. إذا لم يكن كذلك، اعتبر نظام BIOS قد مرر قيمة مزيفة واضبط DL على القيمة 0x80، لأنه جهاز الاقلاع الوحيد الممكن.

إذا تم تنصيب GRUB 2 على قرص مرن، هذه لا تفعل أي شيء (مجرد القفز).

تفحص جهاز الاقلاع (boot_drive_check)

0066 90 NOP ; NOP's لا عملية / إن كان قرص ثابت تستبدل هذه القفزة بزوج من تعليمات يعيد كتابتها grub-setup

0067 90 NOP

```
0040
0050 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 01 00 00 00 |................|
0060 00 00 00 00 ff fa eb 07 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea |...........u....|
0070
----
7C40
7C50 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 80 01 00 00 00 |................|
7C60 00 00 00 00 ff fa 90 90 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea |...........u....|
7C70
```

GRUB 1.98
Boot.img

GRUB 1.98
MBR

0068 F6C280 TEST DL, 0x80 ; التحقق من أن التسجيل مقنع بالشكل الصحيح (بت 7) / التمكين = القرص الثابت

006B 7502 JNZ 0x7C6F ; إذا كان قرص ثابت

006D B280 MOV DL, 0x80 ; تحديد الجهاز كقرص ثابت

تعليمة قفزة طويلة إلى التعليمة التالية، لأن بعض أنظمة BIOS تقفز بالخطأ إلى عنوان الذاكرة 07C0:0000 بدلا من 0000:7C00.

في الواقع، هذا نفس العنوان الفيزيائي، لكن 0000 قطعة مختلفة عن 07C0. وهذا قد يسبب مشكلة، لذلك تستخدم قفزة طويلة للسماح باستمرار التنفيذ مع القطعة المعروفة.

7C6F EA747C0000 JMP 0000:7C74 ; أقفز إلى السطر التالي -- لأن سجل الاقلاع الرئيسي يحمل في 0000:7C00

```
7C50
7C60 00 00 00 00 ff fa 90 90 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea |...........u....|
7C70 74 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 64 |t|..1....... ..d|
7C80
```

7C74 31C0 XOR AX, AX

7C76 8ED8 MOV DS, AX

7C78 8ED0 MOV SS, AX

7C7A BC0020 MOV SP, 0x2000 ; تشير إلى عنوان الرصة 0000:2000

7C7D FB STI ; تمكين/ تفعيل الانقطاع

```
7C50
7C60 00 00 00 00 ff fa 90 90 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea |...........u....|
7C70 74 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 64 |t|..1....... ..d|
7C80
```

```
7C7E A0647C     MOV   AL, [0x7C64]          ;  تفحص محتويات عنوان 7C64 (هنا 0xff) / جهاز الاقلاع
7C81 3CFF       CMP   AL,   0xFF
7C83 7402       JZ      0x7C87
7C85 88C2       MOV  DL,   AL               ; إذا كان لا يساوي 0xff، يحفظ في التسجيل DL
7C87 52         PUSH DX
7C88 BB1704     MOV  BX,  0x417
7C8B 802703     AND  BYTE  [BX],  0x3
7C8E 7406       JZ      0x7C96

7C90 BE887D     MOV  SI,  0x7D88            ;  "GRUB     " تشير إلى سلسلة المحارف
7C93 E81C01     CALL      0x7DB2            ;  GRUB عرض هوية
```

```
7C60
7C70 74 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 64 |t|..1....... ..d|
7C80 7c 3c ff 74 02 88 c2 52 bb 17 04 80 27 03 74 06 ||<.t...R....'.t.|
7C90 be 88 7d e8 1c 01 be 05 7c f6 c2 80 74 48 b4 41 |..}.....|...tH.A|
7CA0
```

```
7C96  BE057C        MOV  SI,   0x7C05       ;  تحديد منطقة الصوان
7C99  F6C280        TEST  DL,  0x80         ;التحقق من القرص الثابت
7C9C  7448          JZ   0x7CE6             ;  ليس قرص ثابت
7C9E  B441          MOV  AH, 0x41           ;  INT 13 وظيفة 41 للتحقق من تنصيب ودعم امتدادات
7CA0  BBAA55        MOV  BX, 0x55AA
7CA3  CD13          INT        0x13         ;  تفحص التنصيب
7CA5  5A            POP  DX
7CA6  52            PUSH  DX
7CA7  723D          JC      0x7CE6          ;  امتدادات غير مدعومة
7CA9  81FB55AA      CMP   BX, 0xAA55
7CAD  7537          JNZ     0x7CE6          ;  الامتداد غير منصب
```

```
7C80
7C90 be 88 7d e8 1c 01 be 05 7c f6 c2 80 74 48 b4 41 |..}.....|...tH.A|
7CA0 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 3d 81 fb 55 aa 75 37 83 |..U..ZRr=..U.u7.|
7CB0
```

معالجة مع الامتداد

```
7CAF  83E101        AND  CX,  BYTE +0x1
7CB2  7432          JZ      0x7CE6          ;    بدون دعم48h و 47h وظائف 42h-44h
7CB4  31C0          XOR  AX, AX
7CB6  894404        MOV  [SI+0x4], AX       ;  ضع صفر في 7C09 و 7C0A
7CB9  40            INC AX
7CBA  8844FF        MOV   [SI-0x1], AL      ;  7C04 في 1
7CBD  894402        MOV  [SI+0x2], AX       ;  7C07 في 0001
7CC0  C7041000      MOV  [SI],  0x10        ;  7C05 في 0010
7CC4  668B1E5C7C    MOV  EBX, [0x7C5C]
7CC9  66895C08      MOV  [SI+0x8], EBX
7CCD  668B1E607C    MOV  EBX, [0x7C60]
7CD2  66895C0C      MOV  [SI+0xC], EBX
7CD6  C744060070    MOV WORD  [SI+0x6], 0x7000
7CDB  B442          MOV  AH,  0x42
7CDD  CD13          INT       0x13          ;  وظيفة القراءة الممتدة
7CDF  7205          JC      0x7CE6          ;  في حالة الخطأ
7CE1  BB0070        MOV  BX,   0x7000
```

```
7CE4  EB76              JMP    0x7D5C
```

```
7C90
7CA0 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 3d 81 fb 55 aa 75 37 83 |..U..ZRr=..U.u7.|
7CB0 e1 01 74 32 31 c0 89 44 04 40 88 44 ff 89 44 02 |..t21..D.@.D..D.|
7CC0 c7 04 10 00 66 8b 1e 5c 7c 66 89 5c 08 66 8b 1e |....f..\|f.\.f..|
7CD0 60 7c 66 89 5c 0c c7 44 06 00 70 b4 42 cd 13 72 |`|f.\..D..p.B..r|
7CE0 05 bb 00 70 eb 76 b4 08 cd 13 73 0d f6 c2 80 0f |...p.v....s.....|
7Cf0
```

معالجة بدون الامتداد

```
7CE6  B408              MOV  AH,    0x8
7CE8  CD13              INT          0x13        ; استرجاع معاملات القرص
7CEA  730D              JNC          0x7CF9      ; إن كان لا يوجد خطأ
7CEC  F6C280            TEST  DL,    0x80        ; تحقق من القرص الثابت
7CEF  0F84D000          JZ           0x7DC3
7CF3  BE937D            MOV SI,  0x7D93          ; تشير إلى سلسلة محارف "Hard Disk"
7CF6  E98200            JMP          0x7D7B
```

```
00d0
00e0 05 bb 00 70 eb 76 b4 08 cd 13 73 0d f6 c2 80 0f |...p.v....s.....|
00f0 84 d0 00 be 93 7d e9 82 00 66 0f b6 c6 88 64 ff |.....}...f....d.|
0100
```

القرص الثابت

```
7CF9  660FB6C6      MOVZX  EAX,  DH      ; عدد الرؤوس الأقصى
7CFD  8864FF        MOV   [SI-0x1], AH   ; صفر في 7C04
7D00  40            INC  AX              ; عدد الرؤوس
7D01  66894404      MOV   [SI+0x4], EAX  ; يحفظ في 7C09
7D05  0FB6D1        MOVZX  DX, CL        ; 2 بت من الأسطوانة + العدد الأقصى من القطاعات
7D08  C1E202        SHL DX, 0x2          ; 8 بت مبدلة إلى اليسار ـ
7D0B  88E8          MOV  AL, CH          ; 8 بت الأقصى الأكثر أهمية في الأسطوانة
7D0D  88F4          MOV AH, DH           ; 8 بت الأكثر أهمية في الأسطوانة
7D0F  40            INC  AX              ; رقم الأسطوانة
7D10  894408        MOV [SI+0x8], AX     ; يحفظ في 7C0D
7D13  0FB6C2        MOVZX  AX, DL        ; نسخ العدد الأقصى للقطاعات (×4)
7D16  C0E802        SHR  AL 0x2          ; العدد الأقصى للقطاعات = عدد القطاعات
7D19  668904        MOV [SI], EAX        ; محفوظة
7D1C  66A1607C      MOV  EAX,  [0x7C60]
7D20  6609C0        OR  EAX, EAX         ; تحقق إن كان صفر
7D23  754E          JNZ    0x7D73
```

```
00d0
00e0 05 bb 00 70 eb 76 b4 08 cd 13 73 0d f6 c2 80 0f |...p.v....s.....|
00f0 84 d0 00 be 93 7d e9 82 00 66 0f b6 c6 88 64 ff |.....}...f....d.|
0100 40 66 89 44 04 0f b6 d1 c1 e2 02 88 e8 88 f4 40 |@f.D...........@|
0110 89 44 08 0f b6 c2 c0 e8 02 66 89 04 66 a1 60 7c |.D.......f..f.`||
0120 66 09 c0 75 4e 66 a1 5c 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 |f..uNf.\|f1.f.4.|
0130
```

تحويل للعنوان الخطي من قيم رأس، قطاع وأسطوانة

```
7D25  66A15C7C      MOV  EAX, [0x7C5C]
7D29  6631D2        XOR  EDX, EDX        ; تصفير
7D2C  66F734        DIV WORD PTR [SI]    ; قسمة رقم القطاع على عدد القطاعات لكل مسار
7D2F  88D1          MOV  CL,  DL         ; بقية القسمة تساوي رقم القطاع
7D31  31D2          XOR  DX,  DX
7D33  66F77404      DIV WORD PTR  [SI+0x4]   ; مقسوم بعدد الرؤوس -- يعطي رقم الأسطوانة
7D37  3B4408        CMP  AX, [SI+0x8]
```

```
7D3A  7D37          JNL   0x7D73                ;  خطأ  --  تجاوز عدد أسطوانات القرص
7D3C  FEC1          INC  CL                     ;  أضف واحد لأن عدد القطاعات يبدأ من واحد
7D3E  88C5          MOV CH, AL                  ;  ثمانية بت الأكثر أهمية في رقم الأسطوانة
7D40  30C0          XOR  AL, AL
7D42  C1E802        SHR  AX, 0x2                ; تبديل اثنان بت من الجهة اليسرى – البت ست وسبعة العليا من الأسطوانة
7D45  08C1          OR  CL,  AL                 ; تعديل البت ستة و سبعة العليا من الأسطوانة وفقا لذلك في CL
7D47  88D0          MOV  AL,  DL                ;  رقم الرأس يساوي بقية القسمة
7D49  5A            POP  DX
7D4A  88C6          MOV  DH,  AL                ; رقم الرأس
7D4C  BB0070        MOV  BX,  0x7000
7D4F  8EC3          MOV  ES,  BX
7D51  31DB          XOR  BX,  BX                ;  7000:0000 الصوان
7D53  B80102        MOV  AX,  0x201             ;  قطاع واحد = AL=01 = 1 ،قراءة القطاع = AH=02h الوظيفة
7D56  CD13          INT      0x13               ;  قراءة قطاع
7D58  721E          JC   0x7D78                 ;  خطأ في القراءة
7D5A  8CC3          MOV  BX,  ES
7D5C  60            PUSHA
7D5D  1E            PUSH DS
7D5E  B90001        MOV  CX,  0x100
7D61  8EDB          MOV DS,  BX                 ; تحميل قطعة الصوان
7D63  31F6          XOR  SI, SI                 ; 7000:0000 تشير إلى DS:DI
7D65  BF0080        MOV  DI,  0x8000
7D68  8EC6          MOV ES, SI                  ;  8000:0000 تشير إلى ES:DI
7D6A  FC            CLD
7D6B  F3A5          REP MOVSW                   ;  0000:81FF-0000:8000 إلى 70000:01FF-7000:0000 نسخ محتويات الصوان
7D6D  1F            POP DS
7D6E  61            POPAW
7D6F  FF265A7C   JMP  WORF NEAR  [0x7C5A]       ;  ( 8000 يتضمن 7C5A (لأن  0000:8000 القفز إلى العنوان
```

```
0110
0120 66 09 c0 75 4e 66 a1 5c 7c 66 31 d2 66 f7 34 88 |f..uNf.\|f1.f.4.|
0130 d1 31 d2 66 f7 74 04 3b 44 08 7d 37 fe c1 88 c5 |.1.f.t.;D.}7....|
0140 30 c0 c1 e8 02 08 c1 88 d0 5a 88 c6 bb 00 70 8e |0........Z....p.|
0150 c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 1e 8c c3 60 1e b9 00 |.1......r...`...|
0160 01 8e db 31 f6 bf 00 80 8e c6 fc f3 a5 1f 61 ff |...1..........a.|
0170 26 5a 7c be 8e 7d eb 03 be 9d 7d e8 34 00 be a2 |&Z|..}....}.4...|
0180
```

شفرة معالجة عرض رسائل الأخطاء (173 إلى 187)

```
7D73  BE8E7D      MOV       SI, 0x7D8E     ;  "Geom" تشير إلى سلسلة محارف
7D76  EB03        JMP       0x7D7B
7D78  BE9D7D      MOV       SI, x07D9D     ;  "Read" " تشير إلى سلسلة محارف
7D7B  E83400      CALL      0x7DB2         ;  عرض ذلك على الشاشة
7D7E  BEA27D      MOV       SI,  x07DA2    ;  "Error" تشير إلى سلسلة محارف
7D81  E82E00      CALL      0x7DB2         ;  عرض ذلك على الشاشة
7D84  CD18        INT         0x18         ;
7D86  EBFE        JMP       0x7D86         ;  حبس (تعليق) عملية التنفيذ في حلقة لا نهائية! ، يجب إعادة تشغيل الحاسوب / إعادة الاقلاع
```

```
7D60
7D70 26 5a 7c be 8e 7d eb 03 be 9d 7d e8 34 00 be a2 |&Z|..}....}.4...|
7D80 7d e8 2e 00 cd 18 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 65 |}.......GRUB .Ge|
7D90
```

سلسلة محارف هوية GRUB ورسائل الخطأ الموجزة

المحارف (أسكي)	الإزاحة
"GRUB"	0188h
"Geom"	018Eh
"Hard Disk"	0193h
"Read"	019Dh
"Error"	01A2h

```
7D88  47          INC  DI
7D89  52          PUSH  DX
7D8A  55          PUSH BP
7D8B  42          INC  DX
7D8C  2000        AND [BX+SI], AL
7D8E  47          INC  DI
7D8F  656F        GS  OUTSW
7D91  6D          INSW
7D92  004861      ADD [BX+SI+0x61],  CL
7D95  7264        JC   0x7DFB
7D97  204469      AND [SI+0x69],  AL
7D9A  736B        JNC   0x7E07
7D9C  005265      ADD   [BP+SI+0x65],  DL
7D9F  61          POPA
7DA0  640020      ADD [FS:BX+SI], AH
7DA3  45          INC  BP
7DA4  7272        JC    0x7E18
7DA6  6F          OUTSW
7DA7  720D        JC   0x7DB6
7DA9  0A00        OR  AL, [BX+SI]
```

```
7D70
7D80 7d e8 2e 00 cd 18 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 65 |}.......GRUB .Ge|
7D90 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 61 |om.Hard Disk.Rea|
7DA0 64 00 20 45 72 72 6f 72 0d 0a 00 bb 01 00 b4 0e |d. Error.......|
7DB0
```

الروتين الثانوي لعرض المحارف (1AB إلى 1B1)

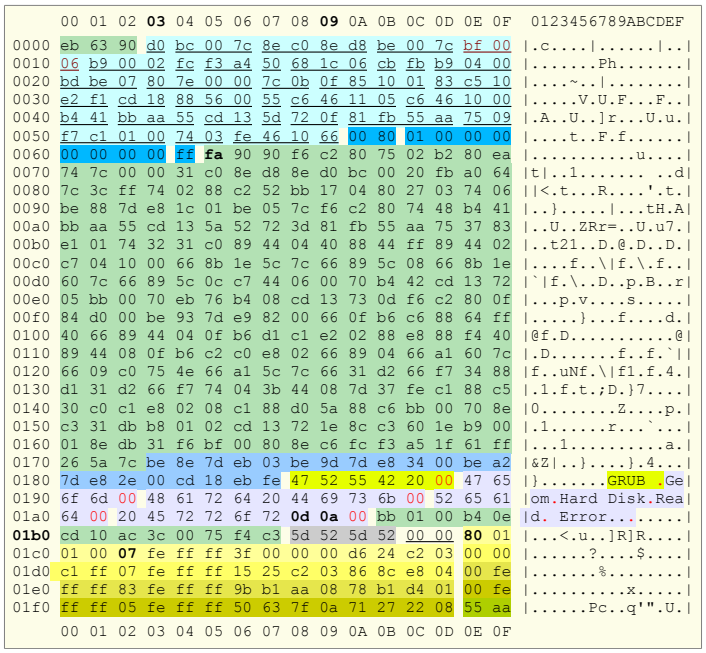
```
7DAB  BB0100      MOV      BX, 0x1
7DAE  B40E        MOV      AH, 0xE        ; ( TTY وظيفة 0Eh في نداء INT 10h. (كتابة محرف في نمط
7DB0  CD10        INT      0x10           ; عرض المحرف / عرض بايت واحد
```

عرض سلسلة المحارف (1B2 إلى 1B7)

```
7DB2  AC          LODSB
7DB3  3C00        CMP  AL, 0x0
7DB5  75F4        JNZ   0x7DAB    ; فحص نهاية السلسلة ؛ كرر الحلقة حتى تجد بايت صفر /  إذا لم تكن نهاية السلسلة، ستكون قفزة لعرض الرسالة
7DB7  C3          RET
```

```
7D90
7DA0 64 00 20 45 72 72 6f 72 0d 0a 00 bb 01 00 b4 0e |d. Error.......|
7DB0 cd 10 ac 3c 00 75 f4 c3 5d 52 5d 52 00 00 80 01 |...<.u..]R]R....|
7DC0
```

تطبيق شفرة محمل الاقلاع GRUB 1.98 في سجل الاقلاع الرئيسي



```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F  0123456789ABCDEF
0000 eb 63 90 d0 bc 00 7c 8e c0 8e d8 be 00 7c bf 00  |.c....|......|..|
0010 06 b9 00 02 fc f3 a4 50 68 1c 06 cb fb b9 04 00  |.......Ph.......|
0020 bd be 07 80 7e 00 00 7c 0b 0f 85 10 01 83 c5 10  |....~..|........|
0030 e2 f1 cd 18 88 56 00 55 c6 46 11 05 c6 46 10 00  |.....V.U.F...F..|
0040 b4 41 bb aa 55 cd 13 5d 72 0f 81 fb 55 aa 75 09  |.A..U..]r...U.u.|
0050 f7 c1 01 00 74 03 fe 46 10 66 00 80 01 00 00 00  |....t..F.f......|
0060 00 00 00 00 ff fa 90 90 f6 c2 80 75 02 b2 80 ea  |...........u....|
0070 74 7c 00 00 31 c0 8e d8 8e d0 bc 00 20 fb a0 64  |t|..1....... ..d|
0080 7c 3c ff 74 02 88 c2 52 bb 17 04 80 27 03 74 06  ||<.t...R....'.t.|
0090 be 88 7d e8 1c 01 be 05 7c f6 c2 80 74 48 b4 41  |..}.....|...tH.A|
00a0 bb aa 55 cd 13 5a 52 72 3d 81 fb 55 aa 75 37 83  |..U..ZRr=..U.u7.|
00b0 e1 01 74 32 31 c0 89 44 04 40 88 44 ff 89 44 02  |..t21..D.@.D..D.|
00c0 c7 04 10 00 66 8b 1e 5c 7c 66 89 5c 08 66 8b 1e  |....f..\|f.\.f..|
00d0 60 7c 66 89 5c 0c c7 44 06 00 70 b4 42 cd 13 72  |`|f.\..D..p.B..r|
00e0 05 bb 00 70 eb 76 b4 08 cd 13 73 0d f6 c2 80 0f  |...p.v....s.....|
00f0 84 d0 00 be 93 7d e9 82 00 66 0f b6 c6 88 64 ff  |.....}...f....d.|
0100 40 66 89 44 04 0f b6 d1 c1 e2 02 88 e8 88 f4 40  |@f.D...........@|
0110 89 44 08 0f b6 c2 c0 e8 02 66 89 04 66 a1 60 7c  |.D.......f..f.`||
0120 66 09 c0 75 4e 66 a1 5c 7c 66 31 d2 66 f7 34 88  |f..uNf.\|f1.f.4.|
0130 d1 31 d2 66 f7 74 04 3b 44 08 7d 37 fe c1 88 c5  |.1.f.t.;D.}7....|
0140 30 c0 c1 e8 02 08 c1 88 d0 5a 88 c6 bb 00 70 8e  |0........Z....p.|
0150 c3 31 db b8 01 02 cd 13 72 1e 8c c3 60 1e b9 00  |.1......r...`...|
0160 01 8e db 31 f6 bf 00 80 8e c6 fc f3 a5 1f 61 ff  |...1..........a.|
0170 26 5a 7c be 8e 7d eb 03 be 9d 7d e8 34 00 be a2  |&Z|..}....}.4...|
0180 7d e8 2e 00 cd 18 eb fe 47 52 55 42 20 00 47 65  |}.......GRUB .Ge|
0190 6f 6d 00 48 61 72 64 20 44 69 73 6b 00 52 65 61  |om.Hard Disk.Rea|
01a0 64 00 20 45 72 72 6f 72 0d 0a 00 bb 01 00 b4 0e  |d. Error........|
01b0 cd 10 ac 3c 00 75 f4 c3 5d 52 5d 52 00 00 80 01  |...<.u..]R]R....|
01c0 01 00 07 fe ff ff 3f 00 00 00 d6 24 c2 03 00 00  |......?....$....|
01d0 c1 ff 07 fe ff ff 15 25 c2 03 86 8c e8 04 00 fe  |.......%........|
01e0 ff ff 83 fe ff ff 9b b1 aa 08 78 b1 d4 01 00 fe  |..........x.....|
01f0 ff ff 05 fe ff ff 50 63 7f 0a 71 27 22 08 55 aa  |......Pc..q'".U.|
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F
```

ملحق مساعد

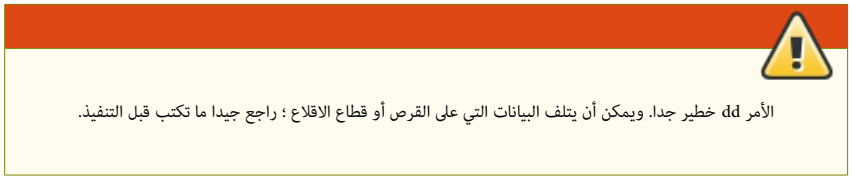
يمكنك استخدام الأوامر التالية من طرفية القرص الحي أو من داخل إحدى توزيعات لينكس مثل توزيعة أوبنتو Ubuntu.

الأمر الأول: تحديد نوع القرص في جهازك:

إذا كان القرص الأول من نوع IDE/ATA، استبدل sda باسم الجهاز hda. في الأوامر التالية. لتأكد من ذلك نفذ :

```
# sudo fdisk -l
```

أمثلة عن استخدام أداة dd.



الأمر dd خطير جدا. ويمكن أن يتلف البيانات التي على القرص أو قطاع الاقلاع ؛ راجع جيدا ما تكتب قبل التنفيذ.

عمل نسخ احتياطي للمسار الأول على القرص واستعادته.

لماذا يرغب البعض في نسخ كامل المسار الأول من القرص الثابت !؟

عادة هذه المنطقة في القرص تكون شاغرة ولا تتضمن أي نظام ملفات، لكن برنامج GRUB 2 وبعض محملات الاقلاع وبرامج إدارة الاقلاع الأخرى تضع شفرتها في القطاعات التي تأتي مباشرة بعد القطاع الأول وتشكل المسار الأول (63 قطاع أو 62 قطاع -1) من القرص الثابت.

إذا كنت تخشى الكتابة فوق بيانات برامج معين في تلك المنطقة عند تنصيب محمل الاقلاع في MBR، يمكنك مسبقا عمل نسخة احتياطية لكامل المسار الأول على القرص كالتالي:

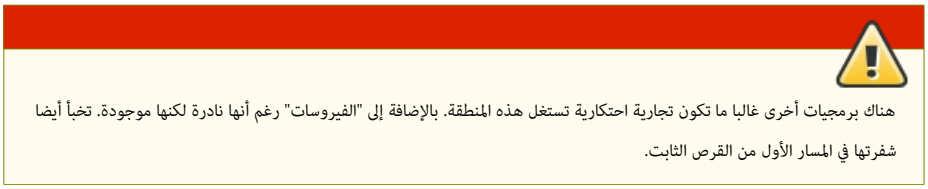
عمل النسخة الاحتياطية :

```
# sudo dd if=/dev/sda skip=1 of=/home/adam/first62sda.img bs=512 count=62
```

استعادة النسخة الاحتياطية عند الحاجة:

```
# sudo dd if=home/adam/first62sda.img skip=1 of=/dev/sda bs=512 count=62
```

الملف الناتج سيكون first62sda.img.



هناك برمجيات أخرى غالبا ما تكون تجارية احتكارية تستغل هذه المنطقة. بالإضافة إلى "الفيروسات" رغم أنها نادرة لكنها موجودة. تخبأ أيضا شفرتها في المسار الأول من القرص الثابت.

هل المسار الأول على القرص الثابت في جهازك مشغول أم شاغر ؟

لتأكد من ذلك تفحص الملف test-file الذي سوف يتضمن نسخة من 63 قطاع الأولى من القرص تشمل أيضا سجل الاقلاع الرئيسي:

```
# sudo dd if=/dev/sda bs=512 count=63 | hexdump -Cv > test-file
```

هل سجل الاقلاع الرئيسي جزء من قسم نظام ملفات ويندوز ؟

سواء كان القسم الأول يتضمن نظام لينكس أو ويندوز، المسار الأول من القرص الثابت (أو 63 قطاع) عادة تكون شاغرة باستثناء القطاع الأول MBR وجميعها بدون تهيئة (أي بدون نظام ملفات). في ويندوز 7 عدد القطاعات الشاغرة عند بداية القرص الثابت ارتفع إلى 2048 قطاع. علما أن سجل الاقلاع الرئيسي مع كامل المسار الأول ليس جزء من أي نظام ملفات (أي قسم). ولا حاجة للقلق على ويندوز عند تنصيب محمل الاقلاع في تلك المنطقة أو في سجل MBR. إلا إذا كانت تلك المنطقة تتضمن برامج مفيدة. لا يريد المستخدم حذفها.

عادة القطاع الأول في القسم الأول يبدأ عند القطاع 63 أو في أنظمة التشغيل الحديثة عند القطاع 1024 أو القطاع 2048. مثال على ذلك :

```
# sudo fdisk -lu
[sudo] password for adam:

Disk /dev/sda: 160.0 GB, 160041885696 bytes
255 heads, 63 sectors/track, 19457 cylinders, total 312581808 sectors
Units = sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Disk identifier: 0x000ba675

   Device Boot      Start         End      Blocks   Id  System
/dev/sda1              63    42331274    21165606   83  Linux
/dev/sda2        42331275   209905289    83787007+   5  Extended
/dev/sda3   *   209905290   312576704    51335707+   7  HPFS/NTFS
/dev/sda5        42331338   204266474    80967568+  83  Linux
/dev/sda6       204266538   209905289     2819376   82  Linux swap / Solaris
```

عرض قطاع إقلاع القسم الأول ؛ نظام ويندوز :

```
# sudo dd if=/dev/sda bs=512 skip=63 count=1 | hexdump -Cv
# sudo dd if=/dev/sda1 bs=512 count=1 | hexdump -Cv
```

عمل نسخة احتياطية من سجل الاقلاع الرئيسي (عن طريق القرص الحي/طرفية التوزيعة):

إنشاء نسخة احتياطية لكامل القطاع -- ثم نسخها بعد ذلك إلى مكان أمن:

```
# dd if=/dev/sda of=mbr.bin bs=512 count=1
```

إنشاء نسخة احتياطية للشفرة الاقلاع فقط بدون جدول الأقسام :

```
# dd if=/dev/sda of=mbrpt.bin bs=446 count=1
```

استعادة سجل الاقلاع الرئيسي (عن طريق القرص الحي/طرفية التوزيعة):

استعادة سجل الاقلاع الرئيسي إلى القطاع الأول على القرص:

```
# dd if= mbr.bin of=/dev/sda bs=512 count=1
```

استعادة شفرة الاقلاع إلى القطاع الأول بدون تغيير جدول الأقسام:

```
# dd if= mbrpt.bin of=/dev/sda bs=446 count=1
```

عرض محتوى القطاع الأول ؛ سوف يظهر طرح ست عشري مع شفرة أسكي:

```
# hexdump -Cv mbr.bin
```

تصفير منطقة معاملات القرص BPB (عن طريق القرص الحي/طرفية التوزيعة):

مسح (حشو بأصفار) المنطقة:

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/sda bs=1 seek=3 count=59
```

النتيجة بعد تصفير المنطقة :

```
# hexdump -C -n 512 /dev/sda
```

منطقة BPB وحجمها 59 بايت. في GRUB Legacy 0.97

```
0000 EB 48 90 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |.H..............|
0010 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |...............|
0020 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |...............|
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 02 |................|
0040 80 00 00 80 6F 7C 1E 00 00 08 FA 90 90 F6 C2 80 |...O|...........|
0050
```

تصفير توقيع القرص / الرقم التسلسلي للقرص / رقم هوية القرص (disk signature / Disk identifier).

توقيع القرص المستخدم في أنظمة مايكروسوفت ويندوز يتكون من 4 بايت عشوائية فريدة يتم توليدها عند كتابة سجل الاقلاع الرئيسي أول مرة على القطاع الأول في القرص الثابت.

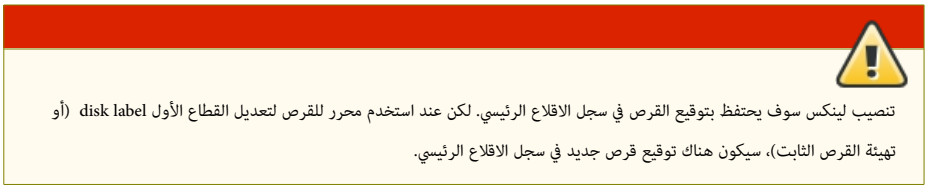
تاريخ هذا التوقيع يعود إلى نظام ويندوز آن تي 3.5، في منتصف التسعينات 1990s كان يشار له بتوقيع الاستجابة للخطأ (تحمل الأخطاء) Fault Tolerance Signature لأن الغرض الأولي منه كان مساعدة نظام التشغيل عند الاقلاع في التعرف على الأقراص منفردة في إعدادات الأقراص الديناميكية RAID. التوقيع ما زال يستخدم لهذا الغرض ولأغراض أخرى في الخوادم وعناقيد القرص لكن منذ 2007 ؛ (بداية من نظام فيستا) أصبح هذا عنصر مهم في ملفات إقلاع ويندوز ويخزن في قاعدة بيانات إعداد الاقلاع BCD ويعتمد عليه في بدء تشغيل الحاسوب (نظام التشغيل)

الآن يستخدم في العديد من أنظمة التشغيل الأخرى، بما فيها نواة لينكس منذ الإصدارة 2.6. أدوات نظام تشغيل جنو/لينكس يمكنها استخدام توقيع قرص آن تي في الجهاز لتحديد قرص الإقلاع.

غياب هذا التوقيع يعني أن مدير إقلاع ويندوز لن يكون قادر على تحديد موقع نظام التشغيل على قرص سجل الاقلاع الرئيسي.

أيضا عند استنساخ تنصيب ويندوز إلى قرص جديد، يجب استنساخ 446 بايت الأولى في سجل الاقلاع الرئيسي التي تتضمن توقيع القرص و إلا لن يقلع نظام ويندوز من القرص.

لذلك عمل نسخة احتياطية من سجل الاقلاع الرئيسي مفيد لأن النسخة سوف تتضمن الرقم التسلسلي للقرص أيضا.



تنصيب لينكس سوف يحتفظ بتوقيع القرص في سجل الاقلاع الرئيسي. لكن عند استخدم محرر للقرص لتعديل القطاع الأول disk label (أو تهيئة القرص الثابت)، سيكون هناك توقيع قرص جديد في سجل الاقلاع الرئيسي.

يمكنك مشاهدة توقيع القرص من داخل ويندوز عن طريق محرر قاعدة بيانات المسجل regedit في المفتاح الفرعي:

HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\MountedDevices

يمكنك أيضا مشاهد التوقيع قبل إقلاع ويندوز 7 عن طريق قائمة تحرير خيارات الاقلاع. لكن كن حذر عند استخدام هذه الشاشة. ولا تكتب فيها شيء.

في لينكس يمكنك مشاهدة هذا التوقيع للقرص في خرج الأمر "sudo fdisk -lu" (أنظر أعلاه).

لكن إذا كنت في حاجة إلى تصفير/ تغيير توقيع القرص في ويندوز أكس بي WIN XP، قبل كل شيء يجب أن تعلم مخاطر هذه الخطوة ومشاكلها المحتملة في نظام ويندوز أو حتى في لينكس:

بعد حذف هذا الرقم عن طريق نظام لينكس. ويندوز XP سوف يقلع بدون مشاكل ! .. وسيخصص رقم تسلسلي آخر جديد (أي يعتبر القرص جديد) بعد أن يطلب إعادة التشغيل كالعادة، لكن ! :

- حذف هذا الرقم يمكن أن يسبب مشاكل مع برامج الحماية. مثل برنامج DEEPFREEZ و ANTIVIRUES (إن وجدت).

- وقد يسبب كذلك مشاكل في جدول الأقسام، قد يحدث تداخل بين أقسام القسم الممتد (إن وجدت) والأقسام الأولية عند إعادة تنصيب ويندوز XP مرة أخرى؛ أي لن تستطيع تحرير أو قراءة القرص الثابت عن طريق برنامج مثل GParted في لينكس ويظهر لك القرص بصفة unallocated مع رسالة تقول Can't have overlapping partitions وستحتاج إلى استعادة جدول الأقسام باستخدام برنامج مثل TESTDISK إذا كان ذلك ممكن !.

الطريقة الأولى:

1. ببساطة، أفتح إحدى نسخ سجل الاقلاع الرئيسي الاحتياطية، باستخدام أحد البرنامج الخاصة في ويندوز أو لينكس.
2. بعد تعديل الرقم التسلسلي للقرص.
3. أنسخ الملف مرة أخرى إلى القطاع الأول للقرص.

الطريقة الثاني:

تصفير هذه الأرقام مباشرة باستخدام برنامج dd.

هذا التوقيع سيكون دائما في مكان ثابت داخل MBR لكن يمكنك التأكد من الإزاحة الصحيحة قبل تنفيذ الأمر (راجع الحيود في mbr.bin).

عرض توقيع القرص الحالي وتدوين الرقم :

```
# fdisk -l /dev/sda
   Disk identifier: 0xba41BA41
```

للاحتياط نسخة سجل الاقلاع الرئيسي إلى ملف :

```
# dd if=/dev/sda of=mbr.bin bs=512 count=1
```

تصفير توقيع القرص ؛ أربعة بايت :

```
# dd if=/dev/zero of=/dev/sda seek=440 count=4 bs=1
```

انتبه إلى /dev/sda نحن نتعامل مع القطاع الأول (MBR) في القرص الثابت وليس قطاع الاقلاع (VBR) في القسم /dev/sdaX.

هناك أمثلة عن استخدام أداة dd موجودة في موقع linuxquestions.org

كيفية قراءة الطرح الست عشري ؟

هذه الأرقام في الطرح الست عشري ستكون بلا معنى، إذا كانت بنية البيانات المخزنة غير معروفة قبل قراءة أي طرح ست عشري. البنية عادة تحدد باستخدام الحيود. والحيد الواحد يحدد موقع جزء معين من البيانات بالارتباط ببداية الطرح الست عشري، أو بداية بنية أخرى. أول بايت في طرح ست عشري سيكون عند الحيد صفر (الإزاحة 0). مثال على ذلك:

نفترض أن هناك محرف (1 بايت)، متبوع بعدد صحيح (4 بايت)، متبوع بتاريخ (4 بايت). جميعها مخزن في ملف واحد. الطرح الست عشري لهذا الملف سوف يشبه التالي:

الحيود	00	01	02	03	04	05	06	07	08
الست عشري	4B	CD	34	AB	12	09	0F	DE	07

بنية هذا الملف ستكون كالتالي:

المحتوى / القراءة	بايت	ست عشري	الإزاحة
محرف K في شفرة أسكي	1	0x4B	0x0
عدد صحيح	4	0x12AB34CD	0x1
تاريخ !	4	0x090FDE07	0x5

لكن ما هو التاريخ المخزن ؟

إذا كان التاريخ مخزن كعدد ثواني منذ 1 يناير/كانون الثاني، 1970، فإن 0x07DE0F09 سيكون بالشكل : 3 مارس/آذار، 1974.

لنفترض أن التاريخ مخزن بالشكل MM DD YY YY .

القراءة	عشري	ست عشري	التاريخ	الإزاحة
09 0F DE 07 15 سبتمبر/أيلول، 2014.	9	0x09	MM	0x0
	15	0x0F	DD	0x1
	2014	0x07DE	YYYY	0x2

كيفية الوصول إلى (أو قراءة) عنون البايت (الإزاحة).

في هذه الأمثلة كل رقم ست عشري مركب من رقمين xxh.

الوصول إلى رقم الإزاحة (عنون البايت) في القطاع سيكون بجمع رقم الصف (ست عشري) الظاهر في الهامش الأيسر مع رقم العمود (ست عشري) في الأعلى. مثلا 0040 +04 = 44h هو رقم إزاحة 00 64 85 b8

```
     00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F   0123456789ABCDEF
0000 eb 48 90 d0 bc 00 7c fb 50 07 50 1f fc be 1b 7c  |.H....|.P.P....||
0010 bf 1b 06 50 57 b9 e5 01 f3 a4 cb be be 07 b1 04  |...PW...........|
0020 38 2c 7c 09 75 15 83 c6 10 e2 f5 cd 18 8b 14 8b  |8,|.u...........|
0030 ee 83 c6 10 49 74 16 38 2c 74 f6 be 10 07 03 02  |....It.8,t......|
0040 80 00 00 80 b8 85 64 00 00 08 fa 80 ca 80 ea 53  |......d........S|
0050
```

طريقة تمثيل البيانات.

الأرقام الممثلة في أكثر من بايت واحد تخزن/تظهر غالبا بطريقة نهوي صغير أو بترتيب ثمانيات معكوس (البايت المرتكز على الإزاحة)، لكن في بعض الأمثلة الأخرى تظهر بطريقة نهوي كبير هذا الخلط هنا ليس مقصود. وسببه كان اختلف المصادر الانجليزية.

هذه الطرق في التمثيل تم الخلط بينها في الكتب وفي وثائق المرجع الأصلي والرسمي من مايكروسوفت، مثال على ذلك، توقيع قطاع الاقلاع الذي عند الإزاحة 1FEh+ هو AAh 55h حيث نجد 55h عند 1FEh+ و AAh عند 1FFh+. لأن الطريقة المستخدمة في تمثيل ترتيب البيانات هي نهوي صغير في الأجهزة المتوافقة مع أنظمة أي بي أم، تكتب القيم بكلمة 16-بت AA55h في برامج المعالج x86 (لحظ ترتيبها المعكوس)، بينما تكتب بالشكل 55AAh في برامج المعالجات الأخرى باستعمال طريقة نهوي كبير.

مثال آخر، هذان الملفين (من أداة سطر الأوامر لمراقب الشبكة Tcpdump) تعرض الاختلاف بين تمثيل نهوي-كبير ونهوي-صغير مع نفس البيانات في يونكس. في إنتيل و سن ميكرو سيستم

نهوي-كبير سولاريس (جهاز سن ميكرو سيستم)		نهوي-صغير لينكس (جهاز إنتيل)	
00020004	A1B2C3D4	02000400	D4C3B2A1
00000000	00000000	00000000	00000000
00000001	00000044	01000000	60000000
0004BFF0	3EBCBA2D	46C30500	2DBABC3E

معلومات:

من خدمات القرص المخفضة المستوى. الوظيفة 42h : وتعني القراءة الممتدة للقطاعات من القرص INT 13h AH=42h: Extended Read. وتستخدم حزمة القرص.

هذه الوظيفة تقرأ قطاعات القرص باستخدام بنية LBA وهي إحدى امتدادات IBM/MS INT 13. المستخدمة في سجل MBR وشفرة الاقلاع (برامج الاقلاع).

في إدخال السانات، قيم CHS تكون مخزنة في التسجلات التالية:

رقم الوظيفة (في هذه الحالة: 42h)	AH
رقم الجهاز (مثل، القرص الثابت الأول = 80h)	DL
حزمة عناوين القرص (أنظر أدناه)	DS:SI

وضعية عملية القراءة تكون في التسجلات التالية:

في حالة لا خطأ و AH = 0	CF = 0
في حالة خطأ و AH يتضمن شفرة خطأ	CF = 1

بنية حزمة عناوين القرص DAP

وصف	بايت	إزاحة
حجم الحزمة 10h = 16	1	00h
محجوز (0 =)	1	01h
عدد الكتل التي ستنقل (عدد القطاعات التي تقرا)	2	02h
عنوان صوان النقل (مؤشر العنونة segment:offset إلى صوان الذاكرة الذي تنقل إليه القطاعات)	4	04h
بداية رقم الكتلة المطلقة (LBA) (العدد المطلق لبداية القطاعات التي سوف تقرا) (علما أن أول قطاع من القرص يحمل العدد 0)	8	08h

مصادر الكتيب

- الموسوعة الحرة.
- وثائق المجتمع الحر على الأنترنت

تَنْبِيهٌ

احتمال وجود أخطاء في هذا الكتيب وارد. وسواء كان الخطأ من المصدر الانجليزي أو من الترجمة العربية. إذا كنت متخصص أو مدون يمكنك مراجعة ومقارنة الكتيب بالمصدر الانجليزي للترجمة. وتصحيحها في كتابتكم مع الإشارة إلى المصدر أو تصحيحها وإرسالها إلى العنوان البريد الإلكتروني.

إذا كنت مبرمج أو هاوي للغة التجميع يمكنك مراجعتها ومقارنتها بالشفرة والتعليقات الموجودة في الملفات الأصلية للبرنامج ؛ مثل ملف stage1.S أو ملف boot.S ووثائق موقع الأرشيف الرسمي على الأنترنت أو حتى مصادر موثوقة أخرى !. شكرا.

أكتوبر/تشرين الأول 2015

(تمت بحمد الله)