



UNIVALI

Universidade do Vale do Itajaí  
Escola Politécnica

---

# Sistema de Arquivos FAT

---

# Sobre o FAT

- Muitos usuários de Windows já ouviram falar em partições FAT ou FAT32 sem saber ao certo o que isso significa
- Essas são siglas de sistemas de arquivos para o Windows
- Para este mesmo sistema operacional, há também o sistema de arquivos NTFS

# Sobre o FAT

- Todas as aplicações precisam armazenar e recuperar informações
  - O espaço de endereçamento virtual pode ser pequeno demais para aplicações
- Além disso, as informações mantidas na memória são perdidas com o término do processo e múltiplos processos não acessam a mesma informação ao mesmo tempo

# Sobre o FAT

- A solução para armazenar a informação em discos é criar arquivos
  - A informação deve ser persistente, ou seja, um arquivo desaparecerá quando for removida explicitamente
- O sistema de arquivos (parte do SO) é responsável pelo modo como são estruturados, nomeados, acessados, usados, protegidos e implementados

# O que é um sistema de arquivos?

- Não é possível gravar dados num HD ou num Pen drive sem um sistema de arquivos, que é, basicamente, uma estrutura que indica como os arquivos devem ser gravados e guardados em mídias
- Através do sistema de arquivos, é que se determina o espaço utilizado no disco, além de ser o método que permite gerenciar como partes de um arquivo podem ficar "espalhadas" no dispositivo de armazenamento

# O que é um sistema de arquivos?

- Um sistema de arquivos é uma estrutura global na qual os arquivos são nomeados, armazenados e organizados
- Memória de massa: Nome genérico para qualquer dispositivo capaz de armazenar dados para uso posterior
  - Ex: disquete, discos rígidos, cd-rom, SSD
- Os dados são armazenados em forma de arquivos e a maneira com que os arquivos são armazenados e manipulados dentro de um sistema de memória de massa varia de acordo com o Sistema Operacional

# Um outro detalhe importante

- É o sistema de arquivos que determina como arquivos podem ser gravados, copiados, alterados, nomeados e até apagados
  - Toda e qualquer manipulação de dados numa mídia necessita de um sistema de arquivos para que essas ações sejam possíveis
- Se não houver estrutura de armazenamento e manipulação é impossível gravar dados

# Um outro detalhe importante

- As regras exatas para nomear um arquivo variam de sistema para sistema. Muitos sistemas permitem nomes com até 255 caracteres permitindo dígitos e caracteres especiais
- A extensão do arquivo é separada do nome através de um "." (ponto)



# O que é FAT?

- FAT é a sigla para File Allocation Table (ou tabela de alocação de arquivos)
- Trata-se de um sistema que funciona através de uma espécie de tabela que contém indicações para onde estão as informações de cada arquivo
- Quando um arquivo é salvo em um pen drive por exemplo, o FAT divide a área do disco em pequenos blocos.
  - Assim, um arquivo pode ocupar vários blocos, mas eles não precisam estar numa sequência
- Os blocos de determinados arquivos podem estar em várias posições diferentes
  - Daí a necessidade de uma tabela para indicar cada bloco

# Surgimento

- O primeiro FAT surgiu em 1977 para funcionar com a primeira versão do DOS
- Trata-se de um sistema que funciona através de uma espécie de tabela que contém indicações para onde estão as informações de cada arquivo

# Surgimento

- Com o surgimento de dispositivos de armazenamento com mais capacidade e mais sofisticados, o sistema FAT foi ganhando alterações (identificadas pelos nomes FAT12 e FAT16)
- Isso foi necessário porque o FAT era limitado a determinada capacidade de armazenamento
  - Ex: ele só operava com tamanho máximo de 2 GB
- Assim, num disco de 5 GB, seria necessário dividi-lo em 3 partições
- Fora o fato de que o FAT apresentava problemas com informações acima de 512 MB

# Surgimento

- Diante de tantos problemas, em 1996, a Microsoft lançou um novo FAT:
  - o **FAT32**, que é compatível com os Windows 95/98/Me/2000 e XP (apesar destes dois últimos terem um sistema de arquivos mais avançado, o NTFS)

# Resumo

- Mapa de utilização do disco
- Julho 1987 (MS-DOS 4.0)
- Graças à ela o sistema operacional é capaz de saber onde exatamente no disco um determinado arquivo está armazenado
- $\text{FAT16} = 2^{16} = 65.536 \text{ posições} \times 512 \text{ bytes} = 33.554.432 \text{ bytes} = 32 \text{ MB}$
- Limite de 512 arquivos e ou pastas no diretório
- Tamanho máximo arquivo – 2 GB

# Funcionamento do sistema FAT

- Ao trabalharmos com HDs é necessário prepará-los, fazendo uma formatação física
- Este processo, divide os discos em trilhas (**uma espécie de caminho circular**) e setores (subdivisões de cada trilha, com geralmente 512 bytes)
- Um conjunto de trilhas recebe o nome de **cilindro**
- A formatação física já vem de fábrica e pode ser alterada se o usuário quiser dividir o disco em partições
- Depois deve-se fazer uma formatação lógica, que nada mais é do que "instalar" o sistema de arquivos no dispositivo de armazenamento

# Funcionamento do sistema FAT

- O sistema de arquivos FAT não trabalha diretamente com cada setor, mas sim com um grupo de setores. Esse grupo é chamado de cluster (ou unidade de alocação)
- Se por exemplo, um disco com setor de 512 bytes, tiver 5 KB de tamanho, ele terá 10 setores e 5 clusters, se cada cluster ocupar dois setores
- Sendo assim, quando o FAT precisar acessar um determinado setor, primeiro ele descobre em qual cluster ele se encontra

# Relembrando

- O FAT não trabalha com setores, mas sim com unidades de alocação chamadas clusters, que são conjuntos de setores
- O tamanho do cluster é definido automaticamente pelo Sistema Operacional quando o disco é formatado
- Tamanho do Cluster – Múltiplos de 2



# Tamanho de cluster

- O sistema FAT exige que cada cluster do disco seja usado somente para um único arquivo, ou seja, num mesmo cluster, não pode haver informações sobre mais de um arquivo
- Isso pode até parecer óbvio, mas gera um problema: **desperdício**
- Para mostrar isso, vamos supor que desejamos guardar num disquete um arquivo de 5 KB
- Imaginemos que este disquete tenha 8 KB de espaço e dois clusters de 4 KB
- Um cluster ocuparia 4 KB do arquivo, enquanto o outro cluster ocuparia apenas 1 KB

# Tamanho de cluster

- Como o cluster só pode trabalhar com um arquivo, haveria desperdício de 3 KB
- Vamos imaginar agora que em vez de termos clusters com 4 KB, teremos clusters com 2 KB
  - Assim, 3 cluster seriam usados, sendo que um ainda apresentaria desperdício de 1 KB
  - No entanto, sobrou um cluster com 2 KB, que pode ser usado por outro arquivo
- Percebe-se com isso que o tamanho do cluster deve ser o máximo que o FAT consegue manipular
  - A principal diferença entre FAT e FAT32, é que este último consegue trabalhar com um número maior de clusters

# Diferenças entre FAT e FAT32

- O sistema FAT (ou FAT16) consegue trabalhar com 65536 clusters
- Esse número é obtido elevando o número 2 a 16 (daí a terminologia FAT16)
- Mas, na verdade, o sistema FAT16 usa apenas 65525 clusters por disco (ou partição)
- É importante frisar que o tamanho do cluster deve obedecer também uma potência de 2: 2 KB, 4 KB, 8 KB, 16 KB e 32 KB, ou seja, não é possível ter cluster de 5 KB, 7 KB, etc
- O tamanho dos clusters no sistema FAT também é uma potência de 2.
  - O limite máximo de tamanho para uma partição em FAT16 é de 2 GB (correspondente a 2 elevado a 16)

# Estrutura Básica FAT16

FAT16 File System Structure Region
Reserved Region (incl. Boot Sector)
File Allocation Table (FAT)
Root Directory
Data Region

- O primeiro setor (setor de boot) contém informações que são utilizadas para calcular o tamanho e a localização das outras regiões
- Também contém código para a carga do sistema operacional instalado no volume
- A região de dados é dividida em blocos lógicos denominados clusters. Cada um destes clusters é mapeado na região da FAT
- As informações de mapeamento podem ser uma referência a outro cluster ou uma indicação de final de arquivo
- O diretório raiz contém nomes de arquivos, datas, flags de atributos e o primeiro cluster associado

# Setor de boot – FAT16

Part	Offset	Size	Description
Code	0000h	3 bytes	Code to jump to the bootstrap code.
OS Name	0003h	8 bytes	Oem ID - Name of the formatting OS
BIOS Para- meter Block	000Bh	2 bytes	Bytes per Sector
	000Dh	1 bytes	Sectors per Cluster - Usual there is 512 bytes per sector.
	000Eh	2 bytes	Reserved sectors from the start of the volume.
	0010h	1 bytes	Number of FAT copies - Usual 2 copies are used to prevent data loss.
	0011h	2 bytes	Number of possible root entries - 512 entries are recommended.
	0013h	2 bytes	Small number of sectors - Used when volume size is less than 32 Mb.
	0015h	1 bytes	Media Descriptor
	0016h	2 bytes	Sectors per FAT
	0018h	2 bytes	Sectors per Track
	001Ah	2 bytes	Number of Heads
	001Ch	4 bytes	Hidden Sectors
	0020h	4 bytes	Large number of sectors - Used when volume size is greater than 32 Mb.
Ext. BIOS Para- meter Block	0024h	1 bytes	Drive Number - Used by some bootstrap code, fx. MS-DOS.
	0025h	1 bytes	Reserved - Is used by Windows NT to decide if it shall check disk integrity.
	0026h	1 bytes	Extended Boot Signature - Indicates that the next three fields are available.
	0027h	4 bytes	Volume Serial Number
	002Bh	11 bytes	Volume Label - Should be the same as in the root directory.
	0036h	8 bytes	File System Type - The string should be 'FAT16 '
	003Eh	448 bytes	Bootstrap code - May shrink in the future.
Sig.	01FEh	2	Boot sector signature - This is the AA55h signature.

# FAT – FAT16

## Valid FAT16 values

Value	Description
0000h	Free cluster
0001h - 0002h	Not allowed
0003h - FFEFh	Number of the next cluster
FFF7h	One or more bad sectors in cluster
FFF8h - FFFFh	End-of-file

# Estrutura de entrada no diretório – FAT16

Offset	Size	Description
00h	8 bytes	Filename
08h	3 bytes	Filename Extension
0Bh	1 bytes	Attribute Byte
0Ch	1 bytes	Reserved for Windows NT
0Dh	1 bytes	Creation - Millisecond stamp (actual 100th of a second)
0Eh	2 bytes	Creation Time
10h	2 bytes	Creation Date
12h	2 bytes	Last Access Date
14h	2 bytes	Reserved for FAT32
16h	2 bytes	Last Write Time
18h	2 bytes	Last Write Date
1Ah	2 bytes	Starting cluster
1Ch	4 bytes	File size in bytes

# Estrutura básica FAT32 comparado ao FAT16



FAT File System Structure



FAT32 File System Structure



# Estrutura de entrada no diretório – FAT32

Structure of Directory Entries

Offset	Size	Description
00h	8 bytes	Filename
08h	3 bytes	Filename extension
0Bh	1 bytes	Flag byte
0Ch	8 bytes	Unused in FAT32 - But should be left as it was previously read
14h	2 bytes	Starting cluster (High word)
16h	2 bytes	Time
18h	2 bytes	Date
1Ah	2 bytes	Starting cluster (Low word)
1Ch	4 bytes	File size in bytes

# FAT – FAT32

## Valid FAT Values

Value	Description
00000000h	Free cluster
000000001h - FFFFFFFF5h	Number of the next cluster
FFFFFFFF6h - FFFFFFFF7h	One or more bad sectors in cluster
FFFFFFFFFh	End-of-file

# Setor de boot – FAT32

Structure of the FAT32 Boot sector

Part	Offset	Size	Description
Code	0000h	3 bytes	JMP 0x80h
OS Name	0003h	8 bytes	Oem ID - Name of the formatting OS
BIOS Para- meter Block	000Bh	2 bytes	Bytes per Sector on the physical medium - Normally 512 bytes
	000Dh	1 bytes	Sectors per Cluster - 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 or 128 sectors
	000Eh	2 bytes	Reserved sectors in front of the FAT(s) incl. the Boot sector
	0010h	1 bytes	Number of FAT copies - Normally 2
	0011h	4 bytes	Not used in FAT32
	0015h	1 bytes	Media Descriptor - The same as in FAT16, but FAT32 is only allowed on harddrives, so the value is F8h
	0016h	2 bytes	Not used in FAT32
	0018h	2 bytes	Sectors per Track - The disc geometry used when formatting the partition.
	001Ah	2 bytes	Heads - The disc geometry used when formatting the partition.
	001Ch	4 bytes	The number of sectors on the disk from the start of the partition to the beginning of the first FAT.
	0020h	4 bytes	Number of sectors in the partition
	0024h	4 bytes	Sectors per FAT
	0028h	2 bytes	FAT handling flags
	002Ah	2 bytes	FAT32 Drive Version (High byte = Major version, Low byte = Minor version)
	002Ch	4 bytes	Cluster number for the start of the Root Directory Table
	0030h	2 bytes	Sector number from the start of the partition, for the File System Information Sector
	0032h	2 bytes	Sector number from the start of the partition, for the Backup Boot Sector
	0034h	12 bytes	Reserved
Ext. BIOS Para- meter Block	0040h	1 bytes	Logical Drive Number - Normally 00h for floppies and 80h for hard drives.
	0041h	1 bytes	Current Head
	0042h	1 bytes	Signature
	0043h	4 bytes	ID - Random generated serial number
	0047h	11 bytes	Volume Label - The same as stored in a special file in the root directory.
	0052h	8 bytes	System ID - This is the string 'FAT32 '
Code	005Ah	420 bytes	Free - Used for executable code - May shrink in the future.
Sig.	01FEh	2	Executable sector signature (AA55h when read into a register)

Quanto maior o tamanho do cluster, mais o desperdício de espaço

Quanto mais clusters existir, mais demorado será o uso do sistema de arquivos

Tamanho do cluster	Capacidade máxima de armazenamento
2 kb	128 mb
4 kb	256 mb
8 kb	512 mb
16 kb	1 gb
32 kb	2 gb
64 kb	4 gb

MS-DOS/95/98/ME	NT/2000/XP
Até 2GB	Até 4GB

# Tamanho padrão de clusters de FAT para volumes do sistema de arquivos do Windows Server 2003

Tamanho do volume	Tamanho do cluster de FAT16	Tamanho do cluster de FAT32
7 MB–16 MB	2 KB	Não compatível
17 MB–32 MB	512 bytes	Não compatível
33 MB–64 MB	1 KB	512 bytes
65 MB–128 MB	2 KB	1 KB
129 MB–256 MB	4 KB	2 KB
257 MB–512 MB	8 KB	4 KB
513 MB–1,024 MB	16 KB	4 KB
1,025 MB–2 GB	32 KB	4 KB
2 GB–4 GB	64 KB	4 KB
4 GB–8 GB	Não Compatível	4 KB
8 GB–16 GB	Não Compatível	8 KB
16 GB–32 GB	Não Compatível	16 KB
32 GB–2 TB	Não compatível	Não compatível

- Apesar de que é possível determinar o tamanho do cluster do FAT32 também por programas de terceiros, com o **Partition Magic** (não é possível ter clusters de diferentes tamanhos)
- O tamanho máximo da partição em FAT32 é de 2 TB

# Introdução ao FAT32

- O FAT32 (File Allocation Table ou Tabela de Alocação de Arquivos) é um sistema de arquivos que organiza e gerencia o acesso a arquivos em HDs e outras mídias
- Criado em 1997 pela Microsoft para substituir o FAT16 usado pelo MS-DOS e com uma série de limitações
- O FAT32 foi implementado nos sistemas Windows 95 , Windows 98 e Millennium e ainda possui compatibilidade com os sistemas Windows 2000 e Windows XP, que utilizam um sistema de arquivos mais moderno, o NTFS, que foi continuado, sendo usado também nos sistemas Windows Vista, Windows 7, Windows Server 2008, Windows 10 e Windows 11

# Mas o que é? e o Funcionamento?

- A tabela de alocação de arquivos (FAT) é uma estrutura de dados que o Windows cria após a formatação física de uma unidade
- Esta tabela guarda informações sobre a localização de cada arquivo dentro da unidade física para que elas possam ser salvas, recuperadas, alteradas ou deletadas posteriormente
- Elas são armazenadas em blocos dispostos em diferentes posições do disco, justificando a necessidade de uma tabela que aponte para cada um destes blocos
- Em resumo, para todo o tipo de acesso a dados em uma mídia, é necessário um sistema de arquivos para realizar tais ações
  - Sem uma estrutura de armazenamento de dados como o FAT32, nenhum procedimento de acesso a disco é possível



# Mas o que é? e o Funcionamento?

- Uma explicação básica do que seria FAT
- Esses dígitos significam como o Windows armazena os arquivos no HD (Hard Disk) , de que modo eles armazenam, no FAT16 o Windows adota 16 bits para endereçar os dados para o HD
- Então quantos bits usa o FAT 32?
- O FAT32 adota 28 bits.
  - Já acharam que seria 32 não é?
  - 4 bits são reservados para evoluções futuras

# Mas o que é? e o Funcionamento?

- Sabe-se que quanto menor um cluster, menor o desperdício
- No entanto, isso aumenta a quantidade de clusters, e quanto mais clusters existir, mais demorado será o uso do sistema de arquivos
- Portanto, usar tamanho de clusters com 8 KB, pode ser uma boa ideia, já que esse valor consegue gerar um equilíbrio
- No entanto, deve-se considerar vários outros aspectos técnicos para se definir o tamanho do cluster
  - Isso deixa claro que esta operação é voltada a usuários experientes

# Para definir o tamanho do cluster

- Pode-se usar programas de terceiros ou usar um recurso não documentado pela Microsoft do comando FORMAT
- Para deixar o tamanho do cluster com 8 KB, digite no DOS:

**FORMAT C: /Z:16** **nem sonhe em fazer isso ai no PC;**

- O número 16 é usado porque  $16 \times 512 \text{ bytes} = 8 \text{ KB}$ . Se em vez de 16, fosse usado 32, o cluster teria 16 KB ( $32 \times 512 \text{ bytes} = 16 \text{ KB}$ )

# O que é VFAT

- VFAT é a sigla para (Virtual File Allocation Table)
  - Trata-se de um sistema introduzido no Windows 95.
- Ele possui as mesmas características do sistema FAT, mas pode suportar nome de arquivos longos
- O sistema de arquivos FAT só trabalha com nomes no estilo 8.3
  - 8 caracteres para o nome e 3 para a extensão, como "palavras.txt"
- Com o VFAT, é possível ter nomes de arquivos com até 256 caracteres mais 3 para a extensão
  - O sistema FAT32 herdou todas as características do VFAT

# Vantagens FAT32

- Com o FAT32, o desperdício em disco foi sensivelmente reduzido
- O FAT16, seu antecessor, utilizava clusters de até 64 KB enquanto o FAT32 pode utilizar clusters de 4 KB.
- Se um arquivo ocupa 4 KB de espaço, tanto no FAT16 como no FAT32 a ocupação será de 1 cluster porém o FAT16 tem grande perda

# Vantagens FAT32

- O FAT32 é mais confiável, pois ele consegue posicionar o diretório principal em qualquer lugar do disco
- Nos sistemas FAT antigos, havia uma limitação no número de entradas que podiam ser alocadas no diretório principal (512 arquivos e/ou pastas)
  - Não há essa limitação no FAT32
- Suporta arquivos de até 4 GB e o nome dos arquivos passou de 8 para 256 caracteres e superou o antigo limite de 3 caracteres para a extensão, embora este padrão ainda seja largamente utilizado

# Desvantagens FAT32

- O FAT32 é cerca de 6% mais lento que o sistema FAT16
  - Como o tamanho do cluster é menor, existirão mais clusters no disco tornando um pouco mais demorado o armazenamento de dados
- Não é possível limitar o acesso de determinados arquivos a determinados usuários
- O FAT32 tem apenas as mesmas quatro permissões que existiam desde o MS-DOS (Somente Leitura, Sistema, Oculto e Arquivo)

# Desvantagens FAT32

- Um outro problema da FAT32 é a "incompatibilidade" com sistemas antigos
- FAT32 não suporta arquivos com mais de 4 GB
- Você não pode criar uma partição FAT32 maior do que 32GB



# Revisão FAT

- Um sistema de arquivos é a estrutura usada pelo computador para organizar dados em um disco rígido
  - Se você está instalando um novo disco rígido, é necessário particionar e formatar esse disco usando um sistema de arquivos antes de começar a armazenar dados ou programas
- No Windows, as três opções de sistemas de arquivos disponíveis são NTFS, FAT32 e o antigo e raramente usado FAT (também conhecido como FAT16)

# Referências

- [http://www.maverick-os.dk/FileSystemFormats/FAT16\\_FileSystem.html](http://www.maverick-os.dk/FileSystemFormats/FAT16_FileSystem.html)
- <http://www.tavi.co.uk/phobos/fat.html>
- <https://www.cs.fsu.edu/~cop4610t/assignments/project3/spec/fatspec.pdf>
- <https://fromthegroundupmyway.blogspot.com/2020/10/it-is-time-to-look-into-fat.html>
- [https://en.wikibooks.org/wiki/Linux\\_Basics/The\\_structure\\_of\\_Linux](https://en.wikibooks.org/wiki/Linux_Basics/The_structure_of_Linux)
- [https://simple.wikipedia.org/wiki/File\\_allocation\\_table](https://simple.wikipedia.org/wiki/File_allocation_table)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Design\\_of\\_the\\_FAT\\_file\\_system#:~:text=FAT32%20stores%20the%20root%20directory,the%20Data%20Region%20starts%20here.&text=This%20is%20where%20the%20actual,up%20most%20of%20the%20partition.](https://en.wikipedia.org/wiki/Design_of_the_FAT_file_system#:~:text=FAT32%20stores%20the%20root%20directory,the%20Data%20Region%20starts%20here.&text=This%20is%20where%20the%20actual,up%20most%20of%20the%20partition.)