

La permanència de la informació numèrica*

Peter Z. Adelstein

Introducció

La natura temporal dels enregistraments numèrics electrònics és un fet. Tanmateix, existeix un interès, des del punt de vista econòmic, a prolongar tant com sigui possible la vida d'aquests suports, i és l'obsolescència del material, i no pas la durada dels suports, el factor principal a tenir en compte. L'existència de normes sobre les condicions d'emmagatzematge recomanades per als suports electrònics comporta un avançatge considerable pel que fa al control dels costos. Hi ha normes d'emmagatzematge per a les cintes magnètiques i per als discos òptics. En la major part dels casos, no s'espera una durada major de 50 anys per a les cintes magnètiques. Pel que fa als discos òptics, la seva esperança de vida varia considerablement segons el tipus, però les recerques que han dut a terme alguns fabricants deixen entreveure una durada de 100 anys, però només en alguns casos.

L'obsolescència del material és un problema molt important. No hi ha normes que ho regulin i no es preveu que n'hi hagi. Com a molt, es recomana de copiar o reformatejar les dades enregistrades sobre formats nous abans que els existents no esdevinguin obsolets. Aquest procediment es pot fer sense perdre informació, però és costós. Un altre mètode consisteix a copiar la informació essencial sobre un suport més estable, amb la finalitat única de la preservació, i utilitzar els enregistraments electrònics per a l'accés, la fixació, la modificació o bé la transmissió.

La preservació dels documents històrics té una importància cabdal per a la societat, ja que són aquests documents els que constitueixen el punt de partida que permeti a cada generació de construir el futur basant-se en les realitzacions socials i tecnològiques del passat. Avui hi ha molta informació sobre la millor manera de conservar el paper o les fotografies. Aquesta informació fa referència a l'estabilitat relativa dels materials, a les condicions recomanables d'emmagatzematge i als mitjans per a ava-

* Publicat a *Actes de la 34 CITRA "Accés a la informació. Qüestions de preservació"*. Budapest: ICA, 1999, p. 146. Traducció del francès de Joan Comasòlivas i Font.

luar la permanència de suports diversos i tractaments. Tanmateix, el coneixement que tenim de les imatges numèriques electròniques encara és molt imperfecte, i això suposa un greu problema, puix que cada vegada s'enregistren quantitats majors d'informació sobre suports electrònics. Si bé les imatges electròniques ofereixen avantatges indiscutibles pel que fa a l'accés a les dades, a la seva compressió i transmissió, presenten també inconvenients seriosos pel que fa a llur permanència.

En aquest article, donarem una ullada a la situació actual de l'estabilitat de la informació numèrica, ens centrarem en particular en les normes publicades i en les activitats de normalització que es duen a terme tant sobre els suports magnètics com sobre els discos òptics. Posarem especial accent sobre les normes, atès que llur preparació revesteix una importància considerable per a la indústria. A més, una perspectiva sobre les normes publicades sobre l'estabilitat a llarg terme d'aquests suports és un excel·lent mitjà per avaluar l'estat actual de la permanència de la informació numèrica.

Activitats de normalització

Abans de discutir les normes mateixes, serà útil descriure el mecanisme de normalització. Efectivament, les normes publicades són molt útils per als conservadors, els arxivistes i els bibliotecaris.

Les normes representen un consens sobre les millors idees formulades per les persones més actives en un camp concret, i de les quals l'experiència, la formació i l'interès són molt diversos. La participació en un grup de normalització d'experts de diversos àmbits fa que no pugui predominar cap punt de vista. A més, els estudis realitzats pels laboratoris de recerca poden suggerir unes condicions d'emmagatzematge i d'humiditat, però és essencial tenir l'opinió dels arxivistes per saber si aquestes condicions són realistes i poden ésser aplicades i mantingudes a la pràctica. Així mateix, cal tenir en compte els problemes reals, com ara la condensació que es produeix quan els documents s'enretiren de les cambres frigorífiques. Així, doncs, les normes constitueixen una font d'informació imparcial i obvien, per als conservadors, la necessitat de llegir tot el que s'ha publicat sobre la matèria.

Les divergències de parers es dirimeixen a les reunions dels organismes de normalització i, així, no cal preguntar-se quins experts cal creure. En el camp de la conservació, la tendència dominant ha estat la prudència a l'hora de modificar en profunditat les normes publicades. Resulta evident que, quan es tracta de conservació, la prudència és fonamental.

Les normes milloren la qualitat dels productes que s'ofereixen als consumidors. Això és evident en determinats camps, per exemple en el de les toleràncies admissibles per als formats i les dimensions, cosa que permet d'emprar uns materials oferts per fabricants diferents amb equi-

paments produïts a qualsevol lloc del món. Tanmateix, això no és tan evident en el camp de la preservació, encara que nombrosos casos il·lustren la utilitat de les normes. Així, hi ha algunes recomanacions sobre condicions d'emmagatzematge que prolonguen la vida prevista de les cintes magnètiques i dels discos òptics.

L'elaboració de normes en el camp de la preservació és un procés complex. La informació necessària prové de dues fonts: l'experiència pràctica del comportament real dels materials i les dades dels assaigs d'envelliment accelerat. Aquestes dues fonts d'informació plantegen problemes particulars.

L'experiència pràctica permet determinar els resultats de l'emmagatzematge a llarg termini, però en general no forneix d'informació sobre l'estat original del material i dels seus contenidors. A més, sovint hom ignora a quines variacions s'ha sotmès el material: temperatura, humitat o bé presència de pol·lució atmosfèrica. En altres paraules, l'experiència pràctica produeix dades incertes.

Els assaigs d'envelliment accelerat que serveixen per a preveure la durada dels materials també presenten errades. Una de les qüestions fonamentals a les quals hom ha de respondre és saber si el comportament en les condicions sotmeses en la incubació correspon al comportament dels materials en les condicions reals d'utilització. En nombrosos casos, hom ha utilitzat les relacions matemàtiques, entre les quals cal destacar el tractament de dades del mètode d'Arrhenius¹. Tanmateix, es pot donar el cas que els canvis de propietat dels materials a temperatures altes no es manifestin mai en les condicions normals d'emmagatzematge².

Un segon problema associat als assaigs d'envelliment accelerat és el del cost elevat. En el pla de treball dels organismes de normalització, molts laboratoris participen generalment en un programa conjunt d'assaigs i, d'entrada, s'han de posar d'acord sobre els mètodes d'assaig i les condicions d'envelliment accelerat en incubació. D'això depèn el canvi dels materials, els assaigs pròpiament dits, la comparació dels resultats i la resolució de les diferències. Un darrer punt, però no pas el menor, és el de la interpretació de les dades, prèvia a la redacció de la norma. Entre les reunions, la participació en el programa d'assaigs és important, els treballs de laboratori són realitzats per fabricants o bé laboratoris governamentals que disposen dels recursos necessaris. Els representants dels consumidors i dels grups interessats participen en la interpretació de les dades i en l'establiment dels paràmetres i les característiques. Les característiques dels materials poden requerir un cert nombre d'assaigs diferents, cadascun dels quals constituirà l'objecte d'un programa d'assaig diferent. Tenint en compte l'envergadura i el cost d'un exercici com aquest, resulta obvi que hom s'hi abocarà tan sols si l'estabilitat del material i la seva importància econòmica ho justifiquen. Això fou així en el cas de la permanència dels documents fotogràfics, però no resulta tan evident per a les cintes magnètiques.

L'organització internacional de normalització (ISO) és l'autoritat mundial en matèria de normes sobre la permanència de les imatges. Al

comitè de l'ISO hi ha onze països representats, i els seus membres provenen de mitjans diversos. Les publicacions del comitè representen doncs un punt de vista equilibrat. Tanmateix, ara per ara, la majoria de treballs sobre les normes de permanència de la informació numèrica han estat realitzats als Estats Units, sota els auspicis de l'American National Standards Institute (ANSI). L'ANSI ha encarregat a la Photographic and Imaging Manufacturers Association (PIMA) l'elaboració i la publicació dels treballs sobre el tema i ha endegat els treballs del comitè IT9, el treball del qual se centra en la permanència dels suports fotogràfics i magnètics i en els discos òptics. Tots els documents sobre la permanència de la informació numèrica produïts pel comitè IT9 duen la designació numèrica IT9.XX. L'ISO els estudia tot seguit i determina si aquests documents esdevindran norma ISO. Els documents actuals porten la referència 189XX. Es preveu d'eliminar progressivament les publicacions de l'ANSI en aquest camp i publicar només documents de l'ISO. Totes les referències esmentades en aquest article són normes ISO o bé publicacions ANSI-PIMA, si l'ISO no ha publicat res sobre el tema.

Els treballs de normalització sobre la permanència de la informació numèrica versen sobre quatre grans objectes:

- Les *definicions*. És important que tots els que treballen en aquest camp utilitzin la mateixa terminologia, perquè tothom sàpiga de què està parlant. Si no, la confusió fóra terrible. Els documents sobre la permanència de la informació numèrica inclouen unes definicions adequades. Per tal d'eliminar tota confusió, els representants dels diferents sectors tecnològics (fotografies, cintes magnètiques, discos òptics) es posen d'acord sobre nombrosos termes importants. En la mesura del possible, la permanència dels documents enregistrats és explicada en termes de "durada de vida prevista". Es tracta de la durada útil prevista dels suports, en nombre d'anys des que són emmagatzemats en condicions ambientals normals. Igualment, hom s'ha posat d'acord sobre dos tipus de condicions d'emmagatzematge: les condicions "a mig termini" i les condicions "a llarg termini".
- Les *especificacions* són les propietats mínimes dels suports i inclouen així mateix els mètodes d'assaig que permeten determinar a quina categoria de longevitat precisa pertanyen. Els treballs sobre els suports electrònics no han progressat prou com per a disposar d'especificacions per a això.
- Les *pràctiques estàndard* són procediments operacionals recomanats, per exemple les condicions ambientals per a la preservació i l'emmagatzematge de les cintes magnètiques i dels discos òptics.
- Els *mètodes d'assaig* han estat publicats sota forma de documents distints per tal de normalitzar els mètodes d'avaluació de les propietats específiques.

Tractarem d'aquests objectes en el nostre pla d'examen de la permanència de la informació numèrica.

És important subratllar que la preservació dels enregistraments numèrics és força diferent de la dels documents sobre suport paper o fotogràfic. La diferència principal resideix en el fet que aquests primers només es poden llegir amb màquina, mentre que els segons poden ésser consultats sense equipament o bé amb la simple ajuda d'una lupa. La preservació dels enregistraments electrònics depèn dels quatre factors següents:

- El suport que produeix el fabricant.
- Les condicions d'emmagatzematge que estableix el seu usuari.
- El material produït pels fabricants de l'equipament. Els ràpids progressos tecnològics en imatgeria electrònica i l'obsolescència igualment ràpida del material han agreujat el problema de la reutilització.
- Els programes que calen per a fer funcionar el material per enregistrar la informació numèrica.

Suports

Els suports magnètics i els discos òptics són dos dels suports que permeten l'enregistrament de la informació numèrica, i les seves propietats i requeriments són ben diferents.

Suports magnètics

El suport d'enregistrament magnètic pren la forma de cinta magnètica, de casset o de cartutx, o encara de disc fix d'ordinador. Les activitats de normalització relatives a la permanència de la informació magnètica són molt menys avançats que en el camp de la permanència de la informació sobre suport paper o fotogràfic. Això s'explica en part perquè les dues darreres tecnologies son adultes: són fruit de més d'un segle de progrés científic i de nombrosos anys de normalització. Les cintes magnètiques daten d'uns 50 anys, però els treballs sobre la permanència dels enregistraments numèrics van començar fa amb prou feines 10 anys.

Els suports magnètics són molt similars, ja que consisteixen en un suport cobert d'una capa magnètica. El primer suport emprat en els anys 50 fou el paper, però fou reemplaçat per l'acetat de cel·lulosa. Des dels anys 60, tots els suports magnètics són coberts d'una capa de polièster, que té una excel·lent estabilitat. Les partícules magnètiques utilitzades són generalment òxids de ferro, el diòxid de crom i algunes partícules metàl·liques inserides en un polímer d'aglomerant. Els primers aglomerants eren el nitrat de cel·lulosa, alguns vinils, l'acrílic i les resines epoxi. Ara, quasi tots els productes utilitzen un aglomerant al poliuretà.

Semblaria, d'entrada, que fóra relativament fàcil de caracteritzar la durada d'una capa de poliuretà dipositada sobre una base de polièster. Però no és pas així, i aquesta dificultat ha portat greus problemes als organismes de normalització.

Les cintes magnètiques són utilitzades en els enregistadors i els lectors i són enrotllades sobre uns eixos i unes bobines, passant per uns rodets i per uns caps magnètics en diferents configuracions. Hi ha un gran nombre de llargades i d'espessors de capa. D'altra banda, una capa magnètica és relativament estreta: de 10 a 50 micres. Com més estreta és, més s'hi poden compactar les dades, però més es compromet la seva protecció física. El resultat és que la durada d'una cinta depèn generalment de la seva defallença física, que es pot manifestar de diverses maneres, segons el format de la cinta, el dispositiu d'enregistrament i l'equip de lectura. Una característica crucial dels sistemes magnètics és l'espai que separa el cap de lectura del suport magnètic. Per a una lectura i enregistrament òptims, aquest s'hauria de reduir al mínim, però això es tradueix en un desgast del cap, de l'aglomerant o d'ambdós. En algun cas, la cinta es fa malbé a causa del desgast de l'aglomerant, que inutilitza el cap magnètic, mentre que altres vegades la defallença de la cinta pot ésser atribuïda a l'elevat grau de fregadís i a la manca d'uniformitat de transport que se'n deriva. Per consegüent, per a establir les especificacions d'una cinta, cal efectuar un nombre considerable d'assaigs físics. I cal acordar quines seran les propietats físiques que es mesuraran, quin serà l'equipament i els procediments d'assaig, els mitjans per a l'envelliment accelerat o sobre les condicions d'incubació, per tal de determinar la durada i els límits de defallença.

Als Estats Units, l'ANSI-PIMA endegà un sotscomitè al qual acudiren representants de tres grans fabricants, de diverses biblioteques i serveis d'arxiu i de dos laboratoris de recerca independents. Al llarg de les seves deliberacions, que han durat cinc anys, aquest sotscomitè ha reconegut que les propietats físiques més importants són la cohesió de l'aglomerant, l'adherència amb la base, el fregadís, la ubicació dels caps de lectura magnètica, la pèrdua de nivell i la hidròlisi de l'aglomerant. Les propietats magnètiques d'interès són la coercitivitat i la remanència. Aquestes conclusions són en general conformes a les que han arribat de la mà d'altres investigadors³⁻⁷. Hom s'ha posat d'acord sobre els procediments d'assaig per a l'adherència, el fregadís i la hidròlisi, però les variables de cohesió i de pèrdua de nivell són difícils de mesurar i exigeixen importants treballs de desenvolupament. Aquesta darrera propietat pot així mateix dependre del sistema emprat. Hom ha acordat la utilització d'alguns d'aquests assaigs per a preveure la vida de les cintes, mentre que d'altres només servarien per a determinar les exigències mínimes que haurien de satisfer aquestes cintes.

Malauradament, la participació dels fabricants de cintes ha disminuït recentment fins al punt que avui no hi ha, per desgràcia, una massa crítica suficient per continuar aquesta activitat. Això es pot explicar, potser, pel fet que és ben reconegut que les cintes magnètiques tenen una vida útil

limitada⁷⁻¹⁰. Tanmateix, el consumidor es troba encara sense cap especificació reconeguda que li permeti de comparar les cintes i els fabricants no tenen procediments normalitzats per avaluar-ne la durada útil. L'única opció per a l'usuari és comprar cintes produïdes per fabricants reputats.

Discos òptics

Al llarg dels 15 darrers anys, hem assistit al desenvolupament i al creixement explosiu de la distribució i l'emmagatzematge de la informació per mitjà de discos òptics. Aquests suports han estat concebuts amb nombroses configuracions i amb nombroses finalitats, però tots han d'ésser llegits a màquina amb l'ajut d'un feix de llum. Com que es tracta d'un domini tècnic relativament recent, la raresa de les normes sobre la permanència no ha de sorprendre. En el si de l'ANSI, les activitats de normalització per a aquest suport han començat l'any 1989, en el mateix moment que els treballs sobre els suports magnètics.

A diferència d'aquests, els discos òptics no només són fabricats en mides diferents, sinó que poden ésser fets de materials ben diferents. Els suports més corrents són el vidre o els policarbonats. La capa d'enregistrament de les dades numèriques inclou diversos components orgànics i inorgànics, ja que l'enregistrament i la lectura es poden fer a través de diversos mecanismes. Així, sobre els discos d'escriptura única s'enregistra la informació per ablació d'una capa metàl·lica prima, o bé d'un compost de laca o de polímer, per canvi de fase, per coalescència metàl·lica o per modificació de la textura de la superfície. Sobre els discos no regravables, la superfície es modula per un matriçatge d'un substrat de policarbonats, i els discos que es poden esborrar utilitzen les propietats magnetoòptiques o de canvi de fase. Malgrat aquesta gran diversitat de composició, els discos òptics presenten un avantatge important davant dels suports magnètics pel que fa a la determinació de la seva durada: són enregistrats i llegits a través d'un feix de llum i no estan en contacte amb les peces, mòbils o fixes, de l'equipament. Per consegüent, la seva durada depèn essencialment de les propietats del suport car, a diferència de les cintes magnètiques, el desgast físic no és un mecanisme predominant. És per això que nombrosos laboratoris de recerca han utilitzat el mètode d'Arrhenius per determinar la longevitat dels discos. En tots aquests estudis, hom utilitza un senyal de lectura electrònic per a seguir la degradació dels discos.

La Library of Congress¹¹ ha utilitzat l'índex d'error brut sobre els bits (BER) com a mesura primària de degradació, després d'haver incubat els discos a temperatura elevada. Hom ha tingut cura de fixar la temperatura màxima tenint en compte la temperatura de saturació del substrat. Le National Institute of Standards and Technology ha suggerit una tècnica similar^{12,13}. La societat 3M^{14,15} ha estudiat la durada prevista dels cede-roms no regravables utilitzant com a indicador l'índex d'error

sobre els blocs i ha emprat nombroses combinacions de temperatura i d'humitat elevades per a les proves en incubadora. La societat Kodak¹⁶ ha utilitzat un mètode molt similar per estudiar els discos compactes regravables. El mètode emprat per 3M per a determinar la durada útil dels cede-roms ha estat normalitzada per l'ANSI-PIMA¹⁷ i l'ISO¹⁸. Cal destacar que es tracta de mètodes d'assaig per a preveure els efectes de la temperatura i la humitat, tan sols, i no d'una especificació de suport. La diferència entre ambdues és la següent: una especificació indica les exigències dels assaigs per a tots els aspectes de la permanència als quals un suport ha de satisfer per oferir una certa durada, mentre que els mètodes esmentats són només mètodes d'assaig que es refereixen a una característica particular d'un suport.

Hi ha nombrosos mecanismes de defallença dels discos òptics: la relaxació del substrat que provoca la deformació del disc, les modificacions a la capa reflectora a causa de la corrosió, les esquerdes o la presència de pics, la modificació de la reflectivitat de les laques protectores per la llum, la pressió, la cristallització o encara la ruptura d'una làmina del disc per defallença de l'adherència o per separació de les capes. El mètode d'assaig dels cede-roms és molt explícit i indica que només és vàlid si el mecanisme dominant de defallença en les condicions d'envelliment accelerat és el mateix que preval al llarg de la utilització. D'altra banda, aquest mètode no té en compte les modificacions del suport degudes a la llum o per l'exposició a gasos corrosius.

Una altra propietat que incideix sobre l'estabilitat dels discos, i que aquests mètodes d'assaig no tenen en compte, és l'efecte dels cicles de temperatura i humitat. Efectivament, l'acció cíclica de la temperatura pot ésser determinant atès que les diferents capes que componen el disc tenen coeficients de dilatació tèrmica diferents, la qual cosa provoca importants tensions entre les capes i pot comportar fisures, pèrdua d'adherència o deformació. L'acció cíclica de la humitat és també important per raó de les modificacions de dimensió diferencials degudes a l'absorció de la humitat. Els problemes que podria causar l'acció cíclica de la humitat són més importants per als discos que per a les cintes magnètiques, a causa de l'espessor dels discos òptics i del temps requerit per assolir l'equilibri higroscòpic. La importància de la durada d'anivellament temperatura-humitat és reconeguda¹⁹ en el mètode d'assaig dels cede-roms i requereix unes durades d'escalonament. Els tests dels cicles de condicions ambientals són útils per a determinar el comportament dels discos en condicions de tensió elevades. Tanmateix, no serveixen per a determinar les durades de vida útil^{11, 20}.

Els grups de normalització també han endegat uns mètodes d'assaig per tal d'avaluar l'estabilitat dels discos magnetoòptics MO²¹ i CD-R²². Les activitats de normalització han acabat als Estats Units i l'ISO també estudia actualment aquests mètodes d'assaig.

El consumidor s'interessa particularment per la durada dels discos òptics. La major part de la informació publicada sobre aquest tema es

basa en el mètode d'assaig descrit més amunt. Alguns fabricants^{14, 15, 23} afirmen que la durada de vida útil dels seus productes serà superior a un segle. El National Media Lab¹⁰ ha detectat una gran variabilitat en la durada de vida útil, que va de 5 a 100 anys segons el producte.

L'absència d'especificacions sobre la durada de vida prevista dels suports electrònics preocupa molt als que pretenen emprar aquests suports per a l'emmagatzematge a llarg termini. Si bé hi ha hagut alguns progressos en la normalització dels mètodes d'avaluació dels discos òptics, no hi ha mètodes d'assaig normalitzats per a les cintes magnètiques. Cal subratllar que diversos problemes tècnics molt complexos dificulten l'establiment d'especificacions que permetin de determinar el comportament dels suports de gravació amb el pas del temps. L'experiència amb altres suports és similar. Si bé s'ha establert una especificació per al suport paper²⁴, que és una tecnologia molt adulta, actualment és objecte d'una profunda reavaluació. També existeixen algunes especificacions per a quatre tipus de pel·lícula fotogràfica en blanc i negre²⁵⁻²⁸, però no n'hi ha per a la pel·lícula o el paper en color. Hom ha normalitzat els mètodes per als assaigs d'estabilitat de les imatges en color²⁹.

Emmagatzematge

És ben clar que unes bones condicions d'emmagatzematge prolonguen la durada de vida dels suports. Igualment, els suports d'enregistrament relativament fràgils veuran prolongada la seva vida útil si hom els emmagatzema a baixa temperatura i a baixes xifres d'humitat. S'han escrit excel·lents articles sobre l'emmagatzematge de les cintes magnètiques³⁰⁻³³ i les recomanacions que refermen són reflectides en una norma publicada³⁴. Aquesta norma fa referència a la humitat relativa, la temperatura i la puresa de l'aire. S'hi precisen dos tipus de condicions d'emmagatzematge: el primer, per a l'emmagatzematge a mig termini i, les segones, per a l'emmagatzematge a llarg termini. Per emmagatzematge a mig termini s'entén una durada de 10 anys. Per emmagatzematge a llarg termini, la norma preveu unes condicions ambientals més rigoroses per tal d'assegurar una durada de vida útil de 50 anys.

La degradació dels aglomerants magnètics és provocada per unes reaccions químiques que hom pot ralentir abaixant la taxa d'humitat relativa. Per consegüent, hom pot acréixer la durada de vida útil de les cintes magnètiques abaixant la temperatura o la taxa d'humitat d'emmagatzematge. Així, una temperatura baixa d'emmagatzematge podria compensar un nivell d'humitat relativament elevat i permetre una durada de vida útil de 50 anys^{4, 7, 35, 36}. Aquests factors fan acceptables, doncs, diverses combinacions temperatura-humitat relativa per a l'emmagatzematge a llarg termini i ofereixen més marge a aquells que con-

ceben els dipòsits d'emmagatzematge. Una major tolerància a la humitat és acceptada si la temperatura d'emmagatzematge es fa baixar. La temperatura més baixa recomanada és de 10° C, car l'emmagatzematge a temperatures més baixes pot crear problemes per raó de la separació possible de lubricants en la capa magnètica o bé la pèrdua d'integritat dels rodets de rodament de la cinta.

La norma té en compte també la necessitat d'evitar els camps magnètics externs i el problema de les ratllades en el substrat magnètic dels enregistraments àudio analògics. A més, referma diverses especificacions pel que fa a bobines, cassetes i cartutxos acceptables, contenidors acceptables i temps d'aclimatació requerit quan hom modifica la temperatura i la humitat ambientals. D'altra banda, es formulen algunes recomanacions per als armaris o prestatgeries d'emmagatzematge, les sales d'emmagatzematge i la protecció antiincendis.

També s'ha fixat una norma paral·lela per a l'emmagatzematge de discos òptics³⁷, a la llum de les recomanacions contingudes en diverses publicacions^{19, 38}. Tanmateix, hom no disposa de prou informació per precisar la temperatura i la humitat relativa per a l'emmagatzematge a mig i a llarg termini. La norma fa referència únicament a l'emmagatzematge a llarg termini. Recomana un nivell d'humitat relativa entre el 20 i el 50% i una temperatura inferior a 23° C. Com en el cas de les cintes magnètiques, la protecció s'acreeix si hom emmagatzema els discos a baixa temperatura i a un baix nivell d'humitat relativa. Tanmateix, la norma recomana no emmagatzemar els discos òptics a menys de 10° C i del 5% HR, per raó dels danys possibles a la integritat mecànica de les diverses capes que componen el disc òptic. De fet, l'oscil·lació de la humitat relativa no hauria de variar més d'un 10% cada dia.

Caldria, però, tenir una cura especial a reduir al mínim la pols i la salinitat de l'ambient. D'altra banda, la protecció contra la llum és crucial per a nombrosos discos compactes regravables, i el mateix s'esdevé amb els camps magnètics per als discos magnetoòptics.

La norma no precisa la durada de vida prevista per a l'emmagatzematge a llarg termini dels discos òptics per raó de la gran variabilitat dels materials emprats¹⁰, per bé que la durada de vida possible dels discos òptics sigui superior a la de les cintes magnètiques, que és de l'ordre de 50 anys³⁴.

Material i maquinari

Una preocupació major, pel que fa a la recuperació de la informació enregistrada sobre cintes magnètiques i sobre discos, és la preservació del material i de les màquines necessàries per a la seva utilització. A diferència dels productes fotogràfics, aquests suports només es poden

llegir a màquina i aquest problema és ben reconegut de fa anys^{39, 40}. Les peces es gasten i s'han de canviar. La reparació de l'equipament només és possible si encara hi ha peces disponibles o bé si és possible de nodrir-se d'altres equipaments. Si hom pot extreure una lliçó de la història, és que el material esdevé obsolet en relativament poc temps. Els sistemes són objecte, al llarg de la seva existència, de modificacions constants i és molt dubtós que hi hagi disponibilitat de peces de recanvi després d'alguns decennis. Hi ha nombrosos exemples d'informació enregistrada sobre cinta que s'ha perdut o només seria recuperable amb un preu molt alt⁴¹. Per raó de les preocupacions relatives a l'obsolescència del material, darrerament s'ha predit un esdevenidor ben ombrívol pel que fa a la permanència de la informació enregistrada sobre cede-rom. Tanmateix, l'autor de l'article es basava en la hipòtesi que les dades enregistrades sobre aquest tipus de suport restarien intocades i no serien recopiades durant la durada de l'emmagatzematge. Aquest no és pas el punt de vista que preval actualment⁴².

Hi ha dues escoles de pensament pel que fa a la preservació a llarg termini de la informació numèrica:

- Durant força anys, la preservació de la informació electrònica numèrica passava per la seva transferència dels sistemes obsolets a sistemes més moderns⁴³. Des d'aquesta òptica, la preservació de la informació numèrica depenia del reformatejat de les dades i no pas de la seva preservació sobre el suport físic. Aquest concepte ha estat formulat⁴⁴ a títol d'alternativa a la noció de preservació expressat en termes de cicles de vida. Segons aquesta aproximació, hom hauria de considerar la permanència de la informació numèrica com una mesura del període de renovació. A diferència de la informació analògica, hom pot copiar els enregistraments numèrics sense perdre qualitat. Això ha donat lloc a la noció optimista⁴⁵, en el sentit que hom podria preservar indefinidament la informació numèrica sempre i quan hom la recopii periòdicament. Així, un informe de la Comission on Preservation and Acces dels Estats Units⁴⁶ indica que el cost i la complexitat de l'actualització de la informació numèrica representen un perill real per a la durada de vida de la informació. Ometre d'actualitzar la informació a causa d'un oblit, dels costos, de qüestions administratives o de dificultats tècniques pot conduir a la pèrdua de les dades i hi ha nombroses anècdotes sobre el tema. L'actualització o reformatejat de la informació pot ésser un cost permanent a tenir en compte en la gestió d'una biblioteca o d'un servei d'arxiu⁴⁷. Prolongant tant com sigui possible la durada del suport, hom reduirà aquest cost.
- Algunes publicacions de la Smithsonian Institution dels Estats Units⁴⁸ i dels Arxius Nacionals del Canadà⁴⁹ proposen que, en alguns casos, la pel·lícula fotogràfica podria ésser el suport escollit

per a la preservació de la informació, tot conservant les imatges electròniques amb finalitats de consulta, d'actualització i de difusió. En nombroses d'aquestes altres publicacions, la Commission on Preservation and Acces^{43, 50} ha expressat el mateix punt de vista. Els diferents serveis d'arxiu utilitzaran, sens dubte, diferents combinacions de recopiat o de procediments fotogràfics en funció de diversos factors, com ara la importància de la col·lecció, la quantitat d'enregistraments a preservar, les demandes d'accés i els costos. Així, segons una recomanació recent⁵¹, les biblioteques de dret no haurien de digitalitzar les enormes quantitats d'estudis jurídics sobre microfilms, sinó sobretot fer-ho en funció de la demanda.

Tenint en compte l'evolució permanent del material i dels maquinaris de lectura, i de llur eventual obsolescència, els usuaris podrien desitjar que els comitès de normalització establissin una sola norma de llegibilitat (p. e., material-maquinari) a la qual s'haguessin d'adherir tots els futurs productes electrònics. Tanmateix, tan desitjable com seria per a l'emmagatzematge de la informació, aquesta norma única no és pràctica a llarg termini, car inhibiria els progressos tècnics, retardaria les millores i no seria sempre respectada pels fabricants. Cap dels comitès de normalització que estudien la qüestió de la permanència de la informació numèrica no preveu normalitzar ni el material ni el maquinari. Des del punt de vista de l'usuari, ni la creació d'una sola norma de llegibilitat ni el manteniment del material de lectura obsolet no garantiria la supervivència de la informació numèrica. L'únic mètode pràctic consisteix a implantar un programa ben gestionat de recopiat i de transferència de les dades enregistrades a un sistema més recent quan el que tenim esdevé obsolet o, encara, emprar un altre suport més estable, com ara el paper o la pel·lícula, únicament amb finalitats de preservació.

Conclusions

La utilització d'imatges numèriques electròniques és cada vegada més difosa per raó de llur facilitat d'enregistrament i dels avantatges que ofereixen per a l'accés, la gravació i la transmissió. Tanmateix, la permanència de la informació enregistrada no és una característica positiva, la qual cosa duu importants problemes als arxivers. Un dels mètodes proposats consisteix a ubicar els suports d'enregistrament en les condicions ambientals recomanades. Els especialistes proposen també de pal·liar l'obsolescència del material i del maquinari mitjançant el recopiat periòdic de les dades o la preservació de la informació més important sobre un suport més estable.

Notes

1. ADELSTEIN, P. Z.; REILLY, J. M.; NISHIMURA, D. W.; ERBLAND, C. J. «Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film: Part II-Practical Storage Considerations». *Journal of Society of motion Picture and Television Engineers*, 101 (mai 1992), pàgs. 347-353.
2. REILLY, J. M. «Accelerated Aging Tests». *Research Techniques in photographic Conservation, proceedings from the Copenhagen Conference* (Danemark, mai 1995), pàgs. 77-84.
3. BERTRAM, N.; ESHEL, A. *Recording Media Archival Attributes (Magnetic)*. États-Unis: Rome Air Development Center Technical Report (RADC-TR-80-123), novembre 1979.
4. BERTRAM, H. N.; CUDDIHY, E. F. «Kinetics of the Humid Aging of Magnetic Recording Tape». *IEEE Transactions on Magnetism*, vol. 18 (septembre 1982), n° 5, pàgs. 993-999.
5. BRADSHAW, R. L. «Archival Stability of Flexible Magnetic Media» (communication présentée à l'Association canadienne des archivistes). Canada: Fredericton (Nouveau-Brunswick), juin 1989.
6. NILSSON, E.; SAMUELSSON, M. L. *Investigations on Computer Tapes for Information Storage at 6250 BPI*. Bovas (Suède): Swedish National Testing Institute, 1990.
7. SMITH, L. E. «Factors governing the Long-Term Stability of Polyester-Based Recording media». *Restaurator*, 12 (1991), pàgs. 201-218.
8. OKAZAKI, Y.; HARA, K.; KAWASHIMA, T.; SATO, A.; HIRANO, T. «Estimating the Archival Life of Metal Particulate Tape». *IEEE Transactions on Magnetism*, vol. 28, n° 5 (février 1992), pàgs. 2.365-2.367.
9. WHEELER, J. *Videotape Preservation*. Belmont (CA, États-Unis): Tape Archival and Restoration Services, 1994.
10. National Media Lab Bits, St. Paul (MN, États-Unis), mars 1995.
11. NUGENT, W. R. *Estimating the Permanence of Optical Discs by Accelerated Aging and Arrhenius Extrapolation* (rapport présenté au comité technique X3B11 de l'ANSI), juin 1989.
12. PODIO, F.; ONYSHCZAK, R.; VILLAGRAN, E. S. «Standardisation of Testing Methods for Optical Disc Media Characteristics and Related Activity at NIST». *Optical Information Systems* (juillet-août 1990), pàgs. 175-178.
13. PODIO, F. L. *Development of a Testing Methodology to Predict Optical Disc Life Expectancy Values* (Special Publication 500-200), États-Unis: National Institute of Standards and Technology, décembre 1991.
14. MURRAY, W. P. *Life Expectancy of Optical Systems* (rapport présenté a la ANSI/AES Joint Technical Commission IT9-5), octobre 1990.
15. MURRAY, W. P. «CD-ROM Archivability». *NML Bits* (bulletin du National Media Lab), St. Paul (MN, États-Unis), mai 1992.
16. STINSON, D.; AMELL, F.; ZAINO, N. «Lifetime of Kodak Writable CD and Photo CD Media». *Digital and Applied Imaging Report* (Eastman Kodak Co.), 1994.
17. ANSI/NAPM IT9.21-1996. «Life Expectancy of Compact Discs (CD-ROM) – Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity».
18. ISO 18921, Photography. «Compact Discs (CD-ROM) – Method for estimating the life expectancy based on the effects of temperature and relative humidity».
19. WROBEL, J. J. «Ramp Profiles for Optical Disc Incubation». *SPIE*, vol. 2.338, Optical Data Storage (1994), pàgs. 191-202.

20. MARCHANT, A. B. *Optical Recording — A Technical Overview*, chapitre 14, Addison-Wesley Publishing Co. (États-Unis), 1990.
21. ANSI/PIMA IT9.26-1997. «Life Expectancy of Magneto-Optics (MO) Discs – Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity».
22. ANSI/PIMA IT9.26-1998. «Life Expectancy of Information Stored in Recordable Compact Disc Systems – Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity».
23. OUART, D. «CD-ROM as an Archiving Medium». *Digipress Report* (février 1991).
24. ISO 9706-1994. «Information et documentation – Papier pour documents – Prescriptions pour la permanence».
25. ISO 10602-1995, Photography. «Processed silver-gelatin type black-and-white film – Specifications for stability».
26. ISO 8225-1995, Photography. «Ammonia-processed diazo photographic film – Specifications for stability».
27. ISO 9718-1995, Photography. «Processed vesicular photographic film – Specifications for stability».
28. ISO 14806-1998, Photography. «Thermally Processed silver (TPS) microfilm – Specifications for stability».
29. ISO 10977-1993, Photographie. «Filmes et papiers photographiques couleur traités – Méthodes de mesure de la stabilité de l'image».
30. JENKINSON, B. «Long Term Storage of Video Tape». *BKSTS Journal* (mars 1982), pàgs. 126-127.
31. GELLER, S. B. *Care and Handling of Computer Magnetic Storage Media*. NBS Publication 500-101. Gaithersburg (MD, États-Unis): National Bureau of Standards, juin 1983.
32. WHEELER, J. «Increasing the Life of Your Audio Tape». *J. Audio Eng. Soc.*, 36, 4 (avril 1988), pàgs. 232-234.
33. VANBOGART, J. W. *Magnetic Tape Storage and Handling* (rapport de la Commission on Preservation and Acces). Washington (DC, États-Unis), juin 1995.
34. ANSI/PIMA IT9.23-1998. «Polyester Base Magnetic Tape – Storage Practices». ISO 15524, Photography. «Polyester base magnetic tape – Storage Practices».
35. BROWN, D. W.; LOWRY, R. E.; SMITH, L. E. «Equilibrium Acid Concentrations in Hydrolyzed Polyesters and Polyester-Polyurethane Elastomers». *Journal of Applied Polymer Science* (1983), vol. 28, pàgs. 3.779-3.792.
36. VAN BOGART, J. «Salvage of Magnetic Media Emergency Preparedness and Response for Libraries, Archives, and Museums» (communication présentée lors du symposium). Washington (DC, États-Unis): Library of Congress, le 28 avril 1995.
37. ANSI/PIMA IT9.25-1998. «Optical Disc Media-Storage».
38. *Long-Term Access Strategies for Federal Agencies, Technical Information paper No. 12*. Washington (DC, États-Unis): National Archives and Records Administration, juillet 1994.
39. MALLISON, J. C. «Archiving Human and Machine Readable Records for the Millenia» (communication présentée lors du Society of Photographic Scientists and Engineers Second International Symposium: *The Stability and Preservation of Photographic images*). Ottawa (Ontario, Canada), août 1985.

40. *Preservation of Historical Records*. Washington (DC, États-Unis): National Academy press, 1986.
41. SNIFFEN, M. J. «Lost History». *The Associated Press*, APN 01/02, 0009, le 2 janvier 1991.
42. ROTHENBERG, J. «Ensuring the Longevity of Digital Documents». *Scientific American* (janvier 1995), pàgs. 42-47.
43. WATERS, D. J. *From Microfilm to Digital Imagery* (rapport de la Commission on Preservation and Acces). Washington (DC, États-Unis), juin 1991.
44. WATERS, D. J. *Electronic Technologies and Preservation* (rapport de la Commission on Preservation and Acces). Washington (DC, États-Unis), juin 1992.
45. VAN HOUWELING, D. E.; MCGILL, M. J. *The Evolving National Information Network : Background and Challenges* (rapport de la Commission on Preservation and Acces). Washington (DC, États-Unis), juillet 1993.
46. *Preserving Digital Information* (rapport de la Commission on Preservation and Acces et du Research Libraries Group). Washington (DC, États-Unis), août 1995.
47. LESK, M. *Preservation of New Technology* (rapport de la Commission on Preservation and Acces). Washington (DC, États-Unis), octobre 1992.
48. WALLACE, J. «Considerations Regarding the Long-Term Storage of Electronic Images» (communication présentée lors de la Digital'91 Photography Conference). Dallas (TX, États-Unis), février 1991.
49. EASTON, R. «National Archives Approach to Film, Sound, and Videotape Archiving». *Image Technology*, 73 (mars 1991), pàgs. 87-93.
50. WEBER, H. *Opto-Electronic Storage – An Alternative to Filming* (rapport de la Commission on Preservation and Acces). Washington (DC, États-Unis), février 1993.
51. DUPONT, J. *Symposium «Micrographics in the Computer Environment»*. Pittsburgh (PA, États-Unis): American Association of Law Libraries, juillet 1995.

Resumen

En este artículo, el autor presenta un estado de la cuestión sobre los aspectos de permanencia de lo que califica como información numérica, refiriéndose tanto a los soportes magnéticos como a los discos ópticos. Se habla tanto del soporte en sí mismo como del hardware necesario para su lectura, así como de las necesidades de almacenaje. Además, el autor hace un repaso de las normas publicadas y las actividades de normalización que se llevan a cabo en organismos internacionales como el ISO y el ANSI.

Résumé

Dans cet article, l'auteur dresse l'état des lieux des aspects de permanence de ce qu'il nomme information numérique, se référant aussi bien aux supports magnétiques qu'aux disques optiques. Il y évoque les supports eux-mêmes, mais également le matériel informatique nécessaire pour les lire et les impératifs de stockage. Il passe enfin en revue les normes publiées et les activités de normalisation menées à bien par des organismes internationaux tels que l'ISO et l'ANSI.

Summary

In this article, the author presents a résumé of the aspects of permanence of what he calls digital information, referring to both magnetic supports and optical discs. The article refers both to the support itself and the hardware necessary for reading it and to its storage requirements. It also reviews the published standards and the standardisation activities being carried out by international bodies such as the ISO and the ANSI.