

Gianfranco Scuotri

Compact cassette: degrado e recupero.

Tesi di laurea specialistica di Gianfranco Scuotri discussa presso il Conservatorio Statale di Musica Luigi Cherubini di Firenze nell'anno accademico 2010/11 sotto la supervisione del relatore Alberto Gaetti.

Il presente lavoro di ricerca si propone di sviluppare una prassi e un protocollo per il recupero delle compact cassette affette da diverse sindromi riguardanti aspetti meccanici e fisico-chimici del supporto.



CONSERVATORIO DI MUSICA

LUIGI CHERUBINI
FIRENZE

ISTITUTO SUPERIORE DI STUDI MUSICALI

Biennio Specialistico di Musica e Nuove Tecnologie

“Compact Cassette: degrado e recupero.”

Laureando: Gianfranco Scuotri

Relatore: Alberto Gaetti

Anno accademico: 2010/2011



CONSERVATORIO DI MUSICA

LUIGI CHERUBINI
FIRENZE

ISTITUTO SUPERIORE DI STUDI MUSICALI

Biennio Specialistico di Musica e Nuove Tecnologie

“Compact Cassette: degrado e recupero.”

Laureando: Gianfranco Scuotri

Relatore: Alberto Gaetti

Anno accademico: 2010/2011

Introduzione	pag.6
I NASTRI	pag.7
CENNI STORICI	pag.7
EVOLUZIONE	pag.8
Base	pag.8
Strato magnetico	pag.8
Nastri per segnali audio analogici	pag.9
Nastri con supporto cartaceo	pag.10
Nastri acetati	pag.10
Nastri poliesteri	pag.10
I formati di nastro più utilizzati	pag.11
Velocità di riproduzione	pag.11
Flange	pag.12
Cartridges e cassette	pag.12
Noise Reduction	pag.13
Equalizzazione dei nastri	pag.13
COMPACT CASSETTE	pag.14
COSTITUZIONE E CAUSE DI DEGRADO DEI NASTRI MAGNETICI	pag.16
Processi di polimerizzazione e policondensazione	pag.16
Struttura e cristallinità dei polimeri	pag.17
Poliesteri	pag.18
Polietilentereftalato (PET)	pag.19
Poliuretani	pag.19
Polivinilcloruro (PVC)	pag.19
Proprietà igroscopiche dei nastri magnetici	pag.19
Invecchiamento dei nastri magnetici	pag.20
Forza di adesione dell'ossido	pag.22
Problemi fisici	pag.22
FATTORI DI DEGRADO E PROBLEMATICHE NELLA PREDIZIONE DELLA DURATA DEI NASTRI	pag.23
Evoluzione	pag.23
Legante / ossido di rivestimento	pag.23
Substrato	pag.24
Identificare i nastri	pag.24
MODALITA DI DEGRADO	pag.24
Base	pag.24
Polietilene tereftalato (PET)	pag.24
Polietilene naftalato (PEN)	pag.25
Leganti poliuretanic	pag.25
Rilubrificazione	pag.26
Possibili lubrificanti	pag.26
L'olio di jojoba	pag.27
Siliconi e silossani	pag.27
Lubrificanti fluorurati	pag.27
Controllo tensionamento del nastro	pag.27

Riprodurre nastri a velocità più elevate	pag.28
BBAF	pag.28
Fattori di degrado	pag.28
INTERVENTI	pag.29
Catalogazione	pag.29
Equipment	pag.29
Rilubrificatore	pag.29
Riposizionamento nastro e sostituzione splice	pag.31
Incubazione	pag.35
CONCLUSIONI	pag.39
APPENDICE A	pag.40
Linee guida IASA	
APPENDICE B	pag.41
Print trough	
APPENDICE C	pag.44
Bias	
APPENDICE D	pag.47
KAPTON	
APPENDICE E	pag.48
Curva di salita incubatore M80-RH	
APPENDICE F	pag.50
Workflow	
Bibliografia	pag.53
Ringraziamenti	pag.55

Introduzione

Dalla loro comparsa nel 1963, per opera della Philips, le compact cassette hanno resistito fino ai giorni nostri occupando una fetta importante del mercato mondiale dei supporti audio analogici. Utilizzate non solo in ambito amatoriale, hanno assolto piuttosto bene al compito di supporto audio prediletto per sistemi di registrazione portatili.

Il nastro utilizzato per questo tipo di formato è stato in un primo momento il medesimo del formato open reel, e pertanto, a distanza di anni, mostra la stessa tipologia di problemi.

Le problematiche che affronteremo in questo lavoro sono: perdita del lubrificante, rottura fragile del nastro, sticky shead syndrome (SSS o anche conosciuta come sindrome dell'appiccaticcio) e più in generale soft binder syndrome (SBS sindrome d'indebolimento del legante).

Nonostante i materiali utilizzati, siano gli stessi di altre tipologie di nastri, non esiste sufficiente documentazione da considerare risolte le problematiche sopraelencate.

Il materiale utilizzato durante le prove in laboratorio proviene interamente dall'Istituto Storico della Resistenza in Toscana – ISRT – di Firenze; tutti i test e le prove sono state condotte presso il laboratorio MARTLab del Conservatorio Statale di Musica “L. Cherubini” di Firenze.

I NASTRI

Dal loro sviluppo negli anni '30, i nastri magnetici hanno sopperito alle più svariate esigenze di registrazione, distribuzione e preservazione delle informazioni.

Si tratta di un supporto di facile uso e maneggevolezza, versatile e adatto a contenere i più disparati tipi di informazioni (audio/video/dati).

La mancanza di sufficienti conoscenze e l'errata conservazione dei nastri ha portato alla perdita di innumerevoli quantità di materiale.

A differenza di altri tipi di media, l'informazione contenuta nei nastri non è direttamente interpretabile dall'uomo ma richiede un metodo di trascrizione e quindi l'interfaccia tra uomo e nastro deve rispondere a determinate specifiche per la corretta interpretazione dell'informazione.

Anche il ripetuto utilizzo delle macchine può portare al deterioramento della fonte.

Pertanto la capacità di recupero delle informazioni dai nastri dipende fortemente dall'integrità delle apparecchiature.

CENNI STORICI

La tecnologia di registrazione su nastro magnetico inizia con l'invenzione del "filo di acciaio di Paulsen" 1889 che resterà il metodo tecnico più diffuso fino ai primi anni '50, quando il magnetofono dell'AEG, seppur brevettato già dal 1935^[1], diverrà il primo standard di memorizzazione magnetica grazie al nastro prodotto da BASF^[14]. Il magnetofono si avvale di un nastro normalmente di materiale plastico, ricoperto e impregnato di una sostanza magnetizzabile. Inizialmente la registrazione era solo monofonica con velocità di scorrimento del nastro di 76 cm/s, successivamente ridotta. Più tardi il nastro verrà suddiviso in due tracce per la stereofonia e poi, con l'avvento dei registratori multitraccia, giungerà ad una altezza massima di due pollici (50.4mm) per sedici o ventiquattro tracce. Ma il numero di tracce non è sempre proporzionale all'altezza del nastro. Ci sono infatti registratori a quattro tracce su nastri da un quarto, da mezzo e da un pollice. La registrazione, inoltre, può possedere diversi tipi di equalizzazione (CCIR europea o NAB americana) o può essere codificata (ad esempio con la tecnica Dolby o dBx) per ridurre il rumore di fondo.

EVOLUZIONE

Nel corso dei decenni i nastri magnetici hanno subito numerosi cambiamenti e modifiche.

Fino ai primi del '900 il migliore materiale utilizzato era l'acciaio a elevato tenore di carbonio (C), a volte in lega con cromo (Cr) o vanadio (V) per migliorarne la tenacità.

Dal 1930 furono sviluppate nuove leghe, la più nota era di ferro cobalto vanadio (*Fe-Co-V*) sviluppata dai laboratori Bell. Dal 1935^[9] questo nuovo tipo di supporto sarà disponibile in Germania successivamente all'idea della I.G.Farben di realizzare un nastro e abbandonare il vecchio sistema dei cavi d'acciaio.

La lega $FeCO_3$ non ha buone proprietà magnetiche ma l'abbondanza e il basso costo lo resero a lungo una scelta frequente.

I materiali più utilizzati furono successivamente la magnetite Fe_3O_4 e la gamma ferrite (γFe_3O_2), entrambi con bassa coercitività ed affetti da problemi di print through.

Dal 1940 circa per la produzione dei nastri sono stati testati diversi tipi di materiali con caratteristiche magnetiche diverse.

Dal 1960^[2] la base è spesso costituita di polietilentereftalato (PET) o polietilene naftalato (PEN) che hanno buone proprietà elastiche e sono resistenti ad abrasione e tempo.

Sul lato della base opposto allo strato magnetizzabile, meglio conosciuto come dorso, allo scopo di ridurre il rischio di correnti elettrostatiche viene introdotto il nerofumo, infatti il carbon black è conduttore e si è dimostrato molto utile in situazioni di riproduzione ad alta velocità.

Inoltre favorisce la pulizia del nastro e l'allontanamento dalle spire quando il nastro è avvolto su bobina.

Nel 1947 i laboratori 3M negli USA svilupparono un nastro a elevata coercitività costituito da particelle aciculari orientate secondo il verso di scorrimento del nastro.

Questi nastri possedevano una buona risposta in frequenza e potevano essere utilizzati a bassa velocità.

I principali miglioramenti consistettero nell'aumentare la coercitività del nastro, la flessibilità elastica e le proprietà superficiali (rugosità e resistenza all'abrasione) nonché nel migliorare l'uniformità di distribuzione delle particelle disperse.

Oltre alla gamma ferrite (γFe_3O_2) si utilizzarono diossido di cromo (CrO_2) e monossido di carbonio (CO), particelle meccaniche e leghe di ferro (Fe), nichel (Ni) e cobalto (Co).

Vediamo ora nel dettaglio le varie componenti di un nastro magnetico.

Base

Lo spessore della base dei primi nastri superava i $50\mu m$.

La riduzione dello spessore prima a $37\mu m$ poi fino a $12\mu m$ ha consentito di aumentare la quantità complessiva di nastro avvolto sulle bobine, ma per contro ha peggiorato la resistenza meccanica del nastro e ha aumentato il verificarsi di fenomeni di print through.

Nastri troppo sottili tendono poi a uscire dalle guide durante il trascinarsi.

Il primo materiale utilizzato per la base fu la carta, ma l'elevata rumorosità del supporto e la difficoltà nel ricoprirla omogeneamente ne segnano presto la dismissione.

Nel 1950 fece la sua comparsa l'acetato di cellulosa, dello spessore di $37\mu m$, più durevole ma fragile.

La Germania tentò di introdurre il PVC ma l'elevata deformabilità plastica rendeva i nastri instabili meccanicamente.

Nel 1960 fu il momento dei poliesteri ma l'alto costo rinviò la produzione.

Successivi ai poliesteri fecero la loro comparsa i poliammidi, utilizzabili fino a $480^\circ C$ soppiantati in seguito dal KAPTON DUPONT miscelato con speciali leganti.

Strato magnetico

Le particelle contenute in questa sezione devono essere le più piccole possibili. Questo porta a difficoltà di cancellazione e print through.

Le dimensioni vanno da $0,05\mu m$ a $0,5\mu m$; dimensioni necessarie al fine di ridurre il rumore di fondo, causato da particelle di grandi dimensioni e dal superparamagnetismo, causato da particelle di dimensioni eccessivamente ridotte.

Le forme sono varie da cubiche ad aciculari.

I metodi di ottenimento possono essere sintetici o per precipitazione, scarso l'uso di frammentazione.

La (γFe_3O_2) usata per molti anni nella forma aciculare si ottiene per ossidazione di magnetite Fe_3O_4 .

La lega Fe_2O_3, CO si ottiene aggiungendo piccole parti di CO e sostituendo alcune parti del Fe nel reticolo cristallino, producendo una generale anisotropia che ha come effetto un aumento della coercitività.

Fe_2O_3, CO in forma cubica dopata possiede dimensioni delle particelle inferiori a $0,1 \mu m$. In generale le particelle aciculari sono preferite perché richiedono meno CO dopante e sono più stabili magneticamente.

CO adsorbito su Fe_2O_3

Anziché dopare l'acido, si fa adsorbire sul nastro il CO fino a formare uno strato di $4 mm$ che migliora l'interazione magnetica del nastro aumentando la forza coercitiva H_c in maniera stabile.

Per rendere più stabile il nastro si effettua poi un trattamento che ricopre le particelle con SiO_2 .

FeO_x

Ha struttura intermedia tra Fe_3O_4 e Fe_2O_3 e può essere migliorata con adsorbimento di Co .

Ferrite cubica (Fe_2O_3)

Ottenuta per sintesi da composti ferrosi, è di scarso interesse odierno ma fu utilizzata nei primi nastri dal 1947.

Magnetite cubica (Fe_3O_4)

Prodotto di sintesi non più in uso.

Diossido di Cromo (CrO_2)

In forma aciculare ha proprietà ferromagnetiche significative.

Si ottiene per decomposizione di CrO_3 . I nastri che contengono questo prodotto necessitano di magnetofoni con elevato Bias e speciale equalizzazione.

Meno stabile del Fe_2O_3 .

$FeCo$ /fenico

Di dimensioni particolarmente ridotte queste particelle metalliche possiedono magnetizzazione residua Br da tre a quattro volte più elevata rispetto agli ossidi sopra elencati e un'elevata coercitività (80-160 kAIn).

Anche se contemplate già dal 1888, furono annunciate dal 1979, sono instabili chimicamente e devono quindi essere protette.

Nastri per segnali analogici

I nastri per segnali analogici hanno fatto la loro comparsa commerciale intorno al 1950 quando le maggiori compagnie discografiche decisero di passare a questo tipo di supporto.

I nastri magnetici hanno subito diverse evoluzioni col passare del tempo e non sempre in favore del sistema migliore.

I nastri magnetici sono largamente usati in campo audio-video ed essenzialmente consistono di tre strati. Il primo, chiamato BASE, è un materiale di supporto estremamente sottile ($50 \mu m$), attualmente in PET.

La BASE è ricoperta con lo strato magnetizzabile costituito da pigmenti magnetici (responsabili della riproduzione) dispersi all'interno di un legante polimerico, costituito principalmente da elastomeri, poliesteri e poliuretani, a volte combinati con altri polimeri per ottenere particolari prestazioni.

Sull'altro lato della BASE, nei nastri per uso professionale può essere presente un substrato, chiamato DORSO o BACK COAT, costituito dal medesimo legante dello strato magnetizzabile nel quale è però disperso del nero fumo; il DORSO ha lo scopo di agevolare l'isolamento del lato che non si desidera magnetizzare. Questo strato ha uno spessore pari a $1-2 \mu m$ e migliora le prestazioni meccaniche del nastro. Lo strato magnetizzabile spesso contiene del lubrificante (acidi o esteri) e altri pigmenti come allumina (Al_2O_3) o silice (SiO_2).

I nastri magnetici sono costituiti in termini di peso per il 20% da particelle di ossido e per il restante 80% da materiale polimerico. In termini di volume il 40% è costituito da ossidi magnetizzabili, 40% da elastomeri e un 20% da minuscoli pori necessari per prevenire l'adesione del nastro sulla superficie della testina del sistema di riproduzione.

Possiamo affermare che la buona riuscita dell'archiviazione a lungo termine dei nastri magnetici dipende completamente dalla capacità dei materiali di conservare le proprie caratteristiche chimico-fisiche sia per quanto riguarda le componenti polimeriche sia per le particelle di ossido.

Il legante è comunque l'elemento più debole soggetto a degrado: oltre a quello di tipo fisico è soggetto a decadimento di tipo chimico, relativo al degrado degli elastomeri poliesteri-poliuretani.

La componente elastomerica del legante è prodotta tramite una reazione tra un poliestere e un isocianato polifunzionale, in modo da ottenere legami uretanici.

Se si verifica un eccesso di gruppi isocianati nella catena polimerica, dopo l'iniziale combinazione col poliestere, essi possono reagire con idrogeno attivo proveniente dai gruppi uretani presenti nella catena e produrre punti di diramazione.

Nei co-polimeri elastomerici sono presenti numerosi legami esteri particolarmente suscettibili agli attacchi dell'umidità ambientale.

Le reazioni idrolitiche sono considerate la principale causa di degrado chimico del legante al di sotto dei 75°C, inoltre qualsiasi acido prodotto durante reazioni di idrolisi catalizza il processo di idrolisi stesso, conferendo alla reazione natura autocatalitica.

Questo dimostra come il degrado del legante presente nel nastro sia quasi esclusivamente dovuto alla chimica dei gruppi esteri. È stato dimostrato^[6] che dopo 18 mesi a 25°C e RH al 100% poliesteri e poliuretani perdono il 90% della loro resistenza alla trazione in seguito alla scissione delle catene a causa dell'idrolisi. Il degrado termico dei componenti uretanici può dar luogo alla produzione di amine, monossido o diossido di carbonio, oppure alla dissociazione degli stessi in alcoli e monomeri. L'idrolisi dei poliesteri negli elastomeri uretanici può produrre acidi carbossilici con basso peso molecolare: questo conferisce al legante una costituzione gommosa, appiccicosa che crea non pochi problemi durante il processo di riproduzione e causa la perdita di particelle di ossido.

Un'altra causa di degrado è senza dubbio la formazione e la successiva decomposizione di perossidi e idroperossidi. I gruppi uretanici accelerano la decomposizione dei perossidi e cambiano l'ordine di reazione e di attivazione energetica. Un altro punto da tenere in considerazione è senza dubbio l'influenza delle particelle magnetiche presenti nel legante. Le reazioni d'idrolisi coinvolte nel degrado dei polimeri sono catalizzate dagli ioni dei metalli di transizione. Il ruolo degli ioni metallici nel degrado del legante di un nastro è probabilmente associato alla decomposizione dei perossidi attivi nel materiale.

Nastri con supporto cartaceo

I primi nastri erano costituiti da una base di carta ricoperta da uno strato di ossido. Alla vista risultavano particolarmente scuri e non subivano particolari deformazioni dimensionali. I risultati audio in compenso erano generalmente scadenti a causa dello strisciamento dello strato di carta sulle testine di riproduzione. L'audio veniva registrato su una traccia chiamata "centrale".

Il problema principale nella riproduzione di questa tipologia di nastri è la compatibilità con le testine da ¼ di pollice e ½ pollice.

Nastri acetati

I nastri acetati soffrono di diverse tipologie di cause di degrado, alcune delle quali tipiche di questo supporto come la vinegar syndrome. Questa tipologia di nastri era particolarmente diffusa tra il 1950 e il 1960. Nel processo di decomposizione il nastro perde notevolmente peso e spesso si verifica un arricciamento dello stesso. Il deterioramento di questa tipologia di nastri è sicuramente legata ad una corretta archiviazione, ma possono verificarsi dei problemi anche nel caso in cui l'archiviazione sia avvenuta correttamente.

La riproduzione può essere particolarmente problematica e l'unico modo per utilizzare nastri acetati notevolmente deteriorati senza peggiorare la loro condizione, è quello di evitare un'ulteriore tensionamento in riproduzione degli stessi (in modo da evitare rotture). In ogni caso questo tipo di deterioramento non è reversibile, il che comporta una possibile non riproducibilità definitiva.

I nastri acetati in avanzata fase di degrado possono essere avvolti in maniera scorretta, rischiando la totale perdita della guida. Questi subiscono un tipo di frattura fragile senza grossi problemi di deformazione, pertanto possono essere sottoposti a tensione controllata senza rischi deformazione immediati.

Nastri poliesteri

La superficie di questi nastri è generalmente opaca; i nastri in poliestere spesso subiscono delle deformazioni plastiche prima della rottura.

La causa principale di degrado di questo supporto è senza dubbio la cosiddetta sticky shead syndrome. L'effetto è sperimentabile

come una diminuzione della risposta alle alte frequenze causata dal deposito di parte del legante sulle meccabiche del sistema di riproduzione.

E' una reazione spesso reversibile ed è possibile effettuare dei trattamenti prima della riproduzione che ne migliorano le prestazioni.

I formati di nastro più utilizzati (in pollici)

[4]

2 Open reel Professionale

1 Open reel Professionale

½ Cassetta Professionale

¼ Open reel Professionale

¼ Open reel Semi-professionale

[7]

TABELLA DURATA DI REGISTRAZIONE in ore:minuti RECORDING TIME TABLE in hours:minutes by www.soundfan.it									
DATI NASTRO TAPE DATA						VELOCITÀ: cm al secondo SPEED: inches per second			
Diametro bobina (cm)	Reel size (inch)	Spessore nastro (µm)	Backing thickness (mils)	Lunghezza nastro (ml)	Tape length (ft)	4,75 1.7/8	9,5 3.3/4	19 7.1/2	38 15
8	3.1/4	35	1.0	120	400	:45	:22	:11	n/a
12	5	55	1.5	180	600	:60	:32	:16	n/a
12	5	35	1.0	275	900	1:36	:48	:24	:12
18	7	55	1.5	360	1200	2:08	1:04	:32	:16
18	7	35	1.0	550	1800	3:12	1:36	:48	:24
26,5	10.1/2	55	1.5	760	2500	4:25	2:12	1:06	:33
26,5	10.1/2	35	1.0	1100	3600	6:24	3:12	1:36	:48

tabella 1

[7]

Most used audio magnetic tape cross reference list © www.soundfan.it						
USE	AGFA	AMPEX/QUANTEGY	BASF/EMTEC/RMGI	MAXELL	ZONAL	3M/SCOTCH
BACKCOATED TAPES						
Studio Mastering						
+9db level SP	-	499 GM / GP9	SM 900	-	999	996
+6db level SP	PEM 468	456 GM	SM 911 or SM468	-	700	986 (old 966)
+3db level SP	-	406	-	XL35-90B/180B	675	206
Master-Broadcast						
+6db level LP	-	457 GM	LPR 35	-	840	987 (old 967)
+3db level LP	-	407	-	XLI35-90B/180B	-	207
Low print SP	-	478	PER 528	-	675	-
Low print LP	-	-	PER 368	-	-	-
SP	-	-	-	-	820	-
SP	-	-	-	-	830 (*W)	-
NON BACKCOATED TAPES						
+6db level SP	-	632	LGR 50	UD 35 - 90	844	-
+6db level LP	-	-	-	-	845	-
Note:	SP= Standard playing	LP= Long Playing	*W=white coated			

tabella 2

¼ Cassetta Cartucce stereo 8

¼ Cassetta Elcaset

¼ Cassetta

Compact cassette

Velocità di riproduzione

- 15/32 ips 1,20 cm/s usata per alcune registrazioni di montaggio. Non comune.

- 15/16 ips 2,38 cm/s non comune.

- 1-7/8 ips 4,76 cm/s è la più bassa velocità di riproduzione, con un livello qualitativo abbastanza scarso, spesso utilizzata per consentire a un gran numero di informazioni di essere contenute all'interno di nastro di ridotte dimensioni. Non è considerato uno standard professionale.

- 3-3/4 ips 9,525 cm/s molto co

mune nell'utilizzo domestico, in produzione e in diverse stazioni radio. Non è considerato uno standard professionale a causa della scarsa risposta in frequenza, scarsa fedeltà in generale

e addirittura scarsa riproduzione stereofonica.

- 7-1/2 ips 19,05 cm/s molto comune in produzioni home-made e stazioni radio.
- 15 ips 38,1 cm/s generalmente considerato uno standard professionale anche in campo mastering.
- 30 ips 76,2 cm/s soppiantata dalla 15 ips e dalla 7.5 ips è stata poi riutilizzata per realizzare dei mastering. Ha un range dinamico pari a un Dolby A a 15 ips.

[7]

[7]



immagine 2

Cartridges e cassette

Esistono tre grandi tipologie di sistemi che potremmo definire *all closed* per proteggere i nastri.

Cassette

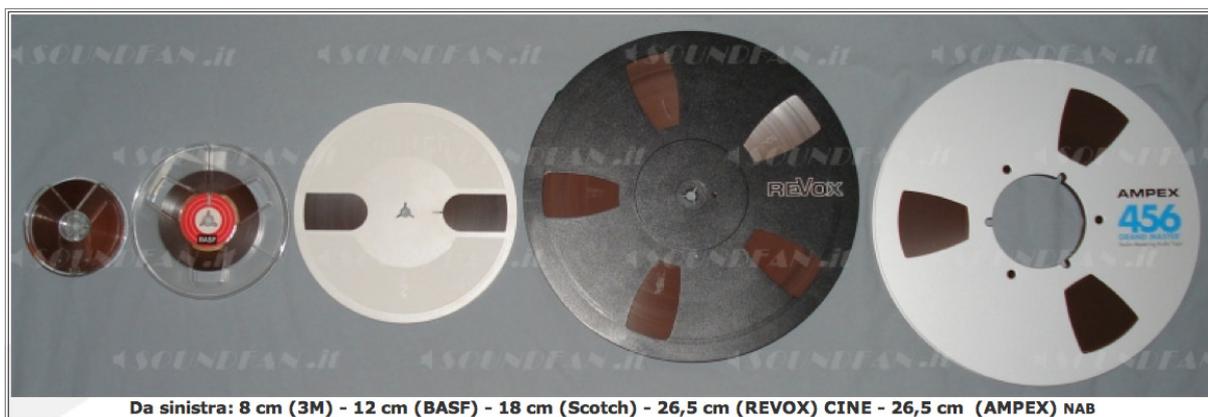


immagine 1

Flange

Le bobine di nastro magnetico sono avvolte su flange di plastica o di alluminio i cui diametri più comuni variano dagli 8 ai 26,5 cm per differenti durate di registrazione.

Vi sono tre differenti tipi di supporti e sistemi di fissaggio delle bobine: il tipo standard **CINE** per uso domestico per bobine dagli 8 ai 26,5 cm di diametro; quello **NAB** solo per bobine di diametro da 26,5 cm ad uso domestico e professionale e in fine il tipo **AEG DIN**. I piatti porta bobine hanno sempre l'attacco CINE con la parte superiore del perno con tre alette girevoli per bloccare sia le bobine Cine che gli adattatori NAB.

Nel supporto **AEG DIN**, disponibile solo per registratori da studio professionali, il nastro è avvolto senza flangia su di un nucleo centrale metallico autoportante (il tutto chiamato "bobby") e fissato sui piatti porta bobine aperti (detti "pancake") non compatibili con gli attacchi CINE e NAB (ma facilmente intercambiabili con questi sostituendo il sistema di fissaggio della parte superiore del piatto porta bobine).

- Il Philips è lo standard per eccellenza prodotto fino al 2003.
- Un meno famoso precursore è stato prodotto da RCA, da ¼ di pollice (riferito alla cartuccia) registrato a 3.75 i.p.s.
- Elcast simile a RCA ma destinato a un mercato HI-FI.
- DAT nastro da 4mm.
- DCC, brevetto Philips che prevedeva riproduzione analogica ma registrazione esclusivamente digitale.
- Sony AIT, fallito come l'AMPEX DST.

Singola spira, anello chiuso.

- NAB (nessun pinch roller interno),
- Pacific Recorder Tomcat.
- Muntz 4 tracce.
- Lear 8 tracce (portatile produzioni casalinghe).

Altri

- Revere/Wollensak.
- DLT, LTO e S-AIT.

[7]



immagine 3

Noise Reduction

Dolby (encode/decode system)

Il primo e forse il più diffuso.

- Dolby A- dal 1968, compander a 4 bande.
- Dolby SR- versione aggiornata dell'A dal 1980.
- Dolby B- versione non professionale a una banda solitamente applicato alle cassette.
- Dolby C- di difficile reperimento e raro utilizzo.
- Dolby HX pro- sistema raro e di scarso utilizzo.

DBX

- TYPE I- standard professionale.
- TYPE II- standard commerciale ma a volte presente anche su alcuni LP.

Burwen e Telefunken produssero anche loro dei propri sistemi di riduzione del rumore ma di scarsa diffusione, con le dovute differenze tra Europa e Stati Uniti, e spesso utilizzati solo negli ambienti professionali.

Equalizzazione dei nastri

Le indicazioni IEC sono riferite all'equalizzazione delle cassette in funzione del tipo di supporto magnetico:

IEC Type I - Normal - ossidi di ferro

IEC Type II e Type III - High - ossido di cro-

mo o ossidi di ferro e cobalto

IEC Type IV - Metal - metal particles

Nella tabella sottostante l'equalizzazione più diffuse nell'evoluzione dei nastri magnetici.

[8]

30 ips, 76 cm/s	IEC2 AES	1981 standard attuale	∞	17.5 μs
30 ips, 76 cm/s	CCIR IEC I DIN	1953-1966 1968 1962	∞	35 μs
15 ips, 38 cm/s	CCIR IEC I DIN BS	1968 standard attuale 1953 1962	∞	35 μs
15 ips, 38 cm/s	NAB EIA	1953 1963	3180 μs	50 μs
7 ½ ips, 19 cm/s	IEC I DIN(studio) CCIR	1968 standard attuale 1965 1966	∞	70 μs
7 ½ ips, 19 cm/s	IECII NAB DIN(home) EIA RIAA	1965 standard attuale 1966 1963 1968	3180 μs	50 μs
7 ½ ips, 19 cm/s	AMPEX(home) EIA(proposed)	1967	∞	50 μs
7 ½ ips, 19 cm/s	CCIR IEC DIN BS	fino al 1966 fino al 1968 fino al 1965	∞	100 μs
¾ ips, 9.5 cm/s	IECII NAB RIAA	1968 standard attuale 1965 1968	3180 μs	90 μs
¾ ips, 9.5 cm/s	DIN	1962	3180 μs	120 μs
¾ ips, 9.5 cm/s	AMPEX(home) EIA(proposed)	1967	∞	100 μs
¾ ips, 9.5 cm/s	IEC	1962-1968	3180 μs	140 μs
¾ ips, 9.5 cm/s	AMPEX	1953-1958	3180 μs	200 μs
1 7/8 ips 4.75 cm/s	IEC DIN	1971 standard attuale 1971		
1 7/8 ips 4.75 cm/s	IEC DIN RIAA	1968-1971 1966-1971 1968		
1 7/8 ips 4.75 cm/s cassette	IEC TYPEI	1974 standard attuale		
1 7/8 ips 4.75 cm/s cassette	DIN TYPEI	1968-1974		
1 7/8 ips 4.75 cm/s cassette	TYPE II E IV	1970		
1 7/8 ips 4.75 cm/s	indefinito			

tabella 3

[9]

CATEGORIA	TIPO DI NASTRO	LICENZIATARIO
IEC1	Ossido di ferro (Normal)	BASF
IEC2	Biossido di Cromo Cromo equivalenti (High)	BASF
IEC3	Doppio strato ferro cromo	SONY
IEC4	Metal	TDK

tabella 4

COMPACT CASSETTE

A partire dalla metà degli anni '60 del secolo scorso, le compact cassette hanno completamente soppiantato i nastri con flange da 7 e 5 pollici tipici dell'utilizzo domestico. Come mostrato in figura, la classica forma della compact cassetta è costituita da un contenitore in due parti che racchiude e protegge i due nuclei attorno ai quali il nastro è avvolto, permettendo il contatto con le testine tramite apposite fessure.

[12]

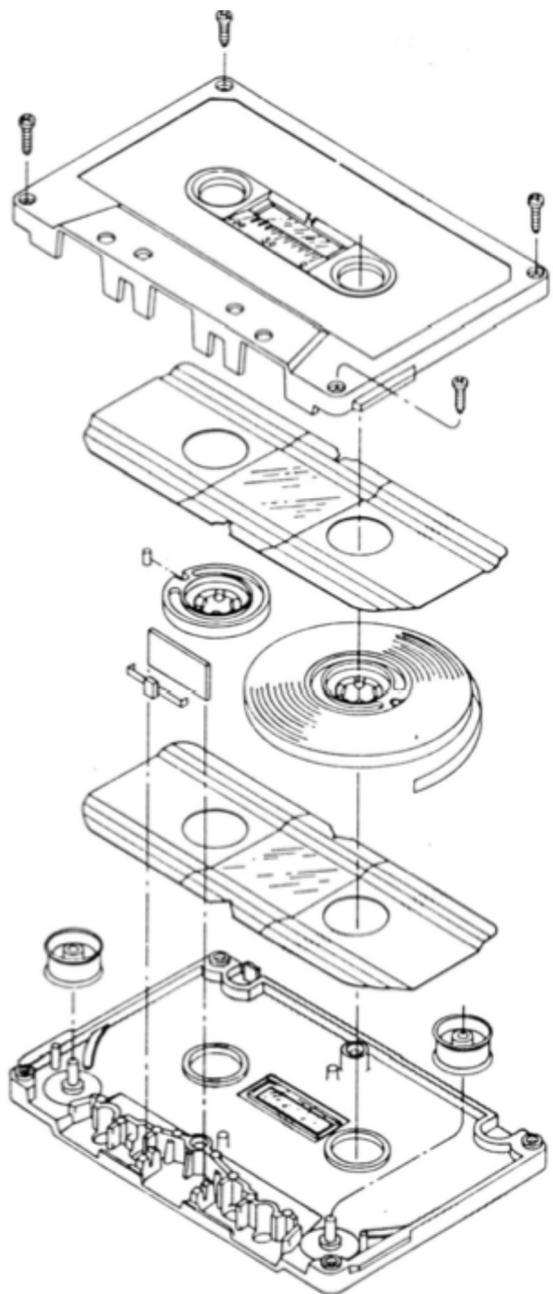


immagine 4 Esploso di una Compact Cassette

Partizionato in due lati, il nastro è largo 3.81 mm (0.150 in) e ha una velocità di riproduzio-

ne standard pari a 47.6 mm/s (1.875 ips).

Esistono nastri di diversa durata:

- C45 cassette: 22.5 min per lato.
- C60 cassette: 30 min per lato.
- C90 cassette: 45 min per lato.
- C120 cassette: 60 min per lato.

Le C120 utilizzano una tipologia di nastro molto sottile che offre meno dinamica nel segnale d'uscita, peggiore print-trough e molti problemi di compatibilità con le apparecchiature di riproduzione.

L'idea di utilizzare un sistema a cassette che rispecchiasse la configurazione dei sistemi open reel nasce in un'epoca precedente la produzione Philips.

Nel 1912, l'*American Telegraphone Company* sviluppò un sistema che permetteva a un operatore di rimuovere o riposizionare le bobine senza dover riavvolgere il nastro, mantenendo quindi la posizione tramite un sistema di morse. Nei primi anni '30 la *Echophone Company of Germany* produsse un sistema che richiudeva le bobine in contenitori metallici: questo è stato il primo sistema a cassette. Durante la seconda guerra mondiale sia la *Brush Development Company* che la *Armour Research Foundation* produssero dei registratori a cassette per l'esercito americano.

Nel periodo immediatamente successivo, tutti questi sistemi persero il loro mercato a causa della grande diffusione che vide come protagonisti i nastri magnetici definiti *coated tape*. Inoltre i primi clienti di questo settore furono soggetti più interessati a qualità e affidabilità piuttosto che alla facilità di utilizzo.

La scomparsa di questo sistema fu causata inoltre dal volume e dalle conseguenti problematiche relative alla velocità di riproduzione successivamente risolte grazie ai miglioramenti della progettazione delle testine a partire dagli anni '50.

In questo contesto la RCA divenne il primo produttore a introdurre un sistema a cassette. Nel 1958 la RCA annuncerà il suo sistema con *cartridges* (in tutto e per tutto una cassetta) e la strumentazione corrispondente per il mese di agosto dell'anno corrente, anche se tutto ciò non avverrà prima dell'estate successiva.

Il sistema RCA utilizzava un nastro da 0.25

pollici operativo a 37.5 ips in modo da fornire 60 minuti di registrazione. Il contenitore aveva dimensioni pari a 5X9 pollici, ma nonostante i due produttori per i nastri (*3M* e *Orradio Industries*), quello per l'attrezzatura (*Bell Sound*) e gli sforzi della stessa RCA, il progetto affondò.

Un progetto successivo a questo fu quello patrocinato dalla CBS la quale introdusse un cartridge (non cassette) di dimensioni più modeste e un nastro con dimensioni e velocità di registrazione minore con un solo nucleo rimovibile. Nemmeno questo progetto impressionò il mercato e fu abbandonato.

Anche se fallimentari, questi due esperimenti, possono essere considerati dei precursori, tanto che quest'esperienza convinse Philips a cercare di acquistare da CBS il brevetto per il loro prodotto, acquisizione non andata a buon fine come può testimoniare la storia. Dal 1961 Philips avviò la propria ricerca in questo campo cercando di trarre le migliori caratteristiche da entrambi i progetti, in particolare tenendo in considerazione l'eccessivo costo e complessità della produzione CBS e la scarsa maneggevolezza del prodotto RCA. Il primo passo verso il prodotto come lo conosciamo tutt'oggi è stato quello di utilizzare due nuclei come nel progetto RCA, ma sfruttando i lati della cassetta come flange. Il secondo fu quello di utilizzare un nastro da 3,81 mm con velocità di riproduzione di 4,76 cm/s, permettendo alla casa olandese di produrre un prototipo con dimensioni di 10,1X6,3X1,3 mm.

La prima versione anche conosciuta come *Pocket Cassette* verteva su 5 punti cardine:

1. Dimensioni ridotte con 30' di riproduzione.
2. Una struttura semplice e robusta.
3. Affidabile.
4. Massima protezione del nastro.
5. Bassi consumi di energia necessari per riproduzione e riavvolgimento.

Tra gli anni '60 e i '70 si possono dire raggiunti a pieno questi obiettivi e con l'introduzione dello stereo per entrambi i lati (sistema a 4 tracce) e l'estensione da 30' fino a 120' (C60-C90-C120) si può dire definitivo il progetto *Philips Compact Cassette*.

Ottenere alte prestazioni dalle compact cassette, le quali possiedono nastri di ridotte dimen-

sioni e bassa velocità di riproduzione, richiede un grande investimento nella progettazione della parte magnetizzabile, costituita inizialmente da ossido di ferro gamma. Il primo passo fu quello di produrre particelle di ossido il più piccole possibile da posizionare in numero maggior possibile all'interno di un nastro il più liscio possibile. Negli anni questi sforzi hanno permesso una migliore risposta in alta frequenza e una maggior riduzione del rumore, da prendere in considerazione senza dubbio l'introduzione del 2228, un ossido di ferro particolarmente performante sviluppato dalla Pzifer Corporation nei primi anni '70.

Questa nuova tipologia di particelle magnetizzabili trova difficilmente applicazione nel mondo del video e dei dati dove gli standard sono difficilmente sostituibili, ma nel mondo delle Compact Cassette troverà terreno fertile sia per i supporti sia per le modifiche ai macchinari per la riproduzione.

Il biossido di cromo fa il suo debutto col nuovo supporto Philipps, prodotto dalla Du Pont, un materiale altamente costoso ma vista l'esigua quantità utilizzata nelle Compact Cassette, il costo non è un fattore predominante. In seguito alla dimostrazione dell'instabilità di quest'ossido nei tardi '70 verrà sostituito dall'ossido di ferro-cobalto.

COSTITUZIONE E CAUSE DI DEGRADO DEI NASTRI MAGNETICI

Un nastro magnetico si compone in generale di tre strati: rivestimento superiore, in cui le particelle magnetiche vengono miscelate assieme ad altri elementi in un legante, un substrato intermedio e un rivestimento inferiore nel quale delle particelle di carbonio vengono a loro volta distribuite in un legante. In seguito alla perdita di coesione o di lubrificazione, il legante può perdere la sua integrità e il nastro diventare inutilizzabile. Alcuni leganti polimerici sono soggetti ad idrolisi, che può portare il materiale fino al completo degrado. Inoltre con il passare del tempo la quantità di lubrificante presente nel nastro tende a diminuire per naturale evaporazione ed anche in seguito allo sfregamento con la testina di lettura/scrittura. L'unico modo per scongiurare questi fenomeni di degrado è conservare i nastri magnetici in un ambiente pulito e controllato.

[7]



Gli effetti, sulle guide nastro e testine, di un nastro "sticky" riavvolto solo per 15 secondi e ascoltato solo per 5! Come si può vedere lo sporco non è il solito "sottile, lucido, buon marrone" che si deposita dopo qualche mese di normale uso ma una spessa miscela bianco/marrone con fibre magnetiche e polvere molto difficile da rimuovere.

immagine 5

Processi di polimerizzazione: poliaddizione e policondensazione

La poliaddizione è una reazione a catena tra composti non saturi, aventi cioè nelle molecole dei doppi legami, che porta alla formazione di lunghe catene (macromolecole). Non si ha formazione di prodotti secondari, perciò la molecola del polimero ottenuto è un multiplo esatto della molecola della sostanza di partenza, detta monomero.

Così si formano le lunghe catene del polietilene



a partire dal monomero etilene, di formula $CH_2 = CH_2$.

Si possono distinguere tre fasi successive.

Nella prima fase una molecola di monomero passa a uno stato attivato (stadio iniziale). Attivare vuol dire fornire energia sufficiente ad aprire uno dei doppi legami del monomero e

ciò si può conseguire mediante azione della luce o del calore, o per reazione con opportune sostanze (perossido di benzoile, acidi forti, acidi o basi di Lewis, ecc.).

Nella seconda fase la molecola attivata aggiunge rapidamente altre molecole di monomero (fase di accrescimento).

Nella terza fase, infine, la catena in fase di accrescimento si disattiva trasformandosi in una macromolecola stabile (fase di terminazione).

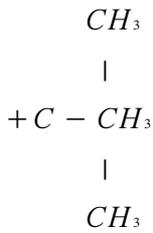
I processi di polimerizzazione si possono distinguere in radicalici o in ionici a seconda che il centro attivo, all'estremità della catena polimerica in crescita, sia un radicale libero oppure uno ione positivo (polimerizzazione cationica) o negativo (polimerizzazione anionica). Nella polimerizzazione radicalica (che è la più studiata e utilizzata) l'inizio del processo si ha quando, a una certa temperatura, un iniziatore (ad es. un perossido) si decompone formando radicali liberi. Il radicale libero può allora addizionarsi a una molecola di monomero dando inizio alla crescita della catena.

La fase di terminazione può avvenire per collisione fra le estremità libere di due catene in fase di crescita, sia per collisione della catena con le pareti del recipiente di reazione o con un'impurezza.

Si ha invece polimerizzazione ionica quando l'iniziatore è una sostanza capace di dar luogo, reagendo col monomero, a composti aventi carattere ionico. Queste polimerizzazioni vengono in genere realizzate in soluzione evaporando il solvente alla fine della reazione.

Nelle polimerizzazioni cationiche l'iniziatore può essere un acido protonico o un acido di Lewis. L'acido di Lewis non può da solo iniziare la polimerizzazione, ma necessita di una base di Lewis con cui coordinarsi, la cui funzione è di fornire il protone necessario a iniziare la polimerizzazione.

La fine della reazione di accrescimento si ha per lo più per trasferimento di catena, vale a dire per trasferimento di un protone a un'altra molecola presente nel sistema, che può essere ad esempio il solvente, il monomero o anche il polimero. Il più comune è il trasferimento di catena sul monomero con il quale si stabilizza la molecola in crescita e si crea un nuovo ione



in grado di accrescersi.

Le polimerizzazioni cationiche avvengono con grande rapidità anche a temperature molto basse (perfino inferiori a -100°) e vengono applicate ad esempio nella preparazione di gomme sintetiche.

Nelle polimerizzazioni anioniche i catalizzatori che col monomero danno luogo a complessi contenenti ioni carbonio negativi, sono costituiti generalmente da metalli alcalini o da composti organo-metallici.

Le macromolecole ottenute per polimerizzazione hanno una formula multipla di quella originaria come:



dove n è il grado di polimerizzazione che sta ad indicare il numero di molecole originarie (unità monomeriche) che costituiscono in media il polimero. Con il grado di polimerizzazione, che può variare da 1000 a 100.000 e oltre, cambiano gradatamente le proprietà del polimero. Così da un monomero gassoso si può ottenere un polimero (a basso n) liquido, o altri polimeri (ad alto n) solidi.

Dato che il grado di polimerizzazione (e di conseguenza il peso molecolare) di un polimero può assumere valori tanto elevati, ci si può chiedere quali siano le implicazioni di tale fatto sulle dimensioni e la forma delle molecole del polimero. Parlando del polietilene possiamo notare che la sua struttura molecolare è costituita da una catena di atomi di carbonio congiunti insieme da legami di valenza singoli che formano un angolo di $109^\circ 1/2$ fra loro.

Tale angolo è il cosiddetto "angolo tetraedrico" perché è l'angolo tra le linee tirate dal centro di un tetraedro a due qualsiasi dei suoi quattro vertici. A ogni atomo di carbonio sono legati anche due atomi d'idrogeno, anch'essi secondo un angolo tetraedrico; si vede perciò che ogni atomo di carbonio è al centro di 4 legami disposti tetraedricamente.

La policondensazione è la reazione di condensazione di gruppi reattivi appartenenti alle molecole di due diverse sostanze, con elimi-

nazione di una terza sostanza che il più delle volte è acqua.

Affinchè la reazione possa dar luogo a una macromolecola è necessario che ognuna delle due sostanze di partenza contenga più di un gruppo reattivo. Se le sostanze di partenza sono entrambe bifunzionali, si formerà una macromolecola lineare.

La reazione di condensazione caratteristica delle poliammidi avviene tra un gruppo amminico NH_2 e un gruppo carbossilico $-COOH$, e porta, a 280° , alla eliminazione di acqua e a macromolecole lineari, con n dell'ordine di 10.000, da cui si ottengono fibre:



Se almeno una delle sostanze di partenza ha una funzionalità maggiore di due, saranno possibili ramificazioni laterali delle macromolecole con possibilità di formazione di ponti tra le varie macromolecole in accrescimento, fino ad arrivare a una completa reticolazione. Nei processi di poliaddizione e policondensazione i monomeri hanno già tendenza a reagire, ma la velocità di reazione aumenta mediante l'uso di catalizzatori. I catalizzatori possono essere calore, luce, raggi ultravioletti e x, campi elettromagnetici, ultrasuoni e sostanze attive.

Struttura e cristallinità dei polimeri

In un polimero allo stato fuso le macromolecole si trovano in uno stato aggrovigliato e caotico, all'incirca come avviene in un piatto di spaghetti, il polimero si trova cioè in uno stato amorfo e viscoso.

Allo stato viscoso amorfo sono possibili movimenti delle molecole l'una rispetto all'altra. Tali movimenti però non coinvolgono l'intera molecola che può essere composta anche di migliaia di atomi, ma interessano parti di essa cioè segmenti comprendenti all'incirca 20+40 atomi della catena con energie di attivazione dello stesso ordine di grandezza di quelle necessarie per il flusso viscoso.

La reologia del polimero allo stato fuso è molto importante per quanto riguarda le tecniche di fabbricazione; ad esempio tecniche di formatura per iniezione richiedono una viscosità del fuso molto minore rispetto alla formatura sottovuoto.

Esaminiamo ora i processi che possono avvenire

nire nel passaggio dallo stato fuso allo stato solido.

Per quanto riguarda i polimeri termoindurenti, nel corso della permanenza nello stampo alla temperatura di formatura avviene il processo di reticolazione e il materiale passa progressivamente dallo stato fuso a uno stato rigido. Tale stato è completamente amorfo, in quanto in esso non esistono zone cristalline e il materiale al limite, si può considerare come formato da un'unica, enorme macromolecola tridimensionale.

Nel caso invece dei polimeri termoplastici, il raffreddamento del fuso può dar luogo a strutture completamente amorfie o a strutture parzialmente cristalline, nelle quali cioè le catene polimeriche sono disposte localmente in modo che vi siano aree di ordine distribuite statisticamente accanto a zone amorfie.

Consideriamo la variazione del volume specifico con la temperatura per due tipi di polimeri, l'uno completamente amorfo e l'altro parzialmente cristallino, a partire dallo stato fuso.

[17]

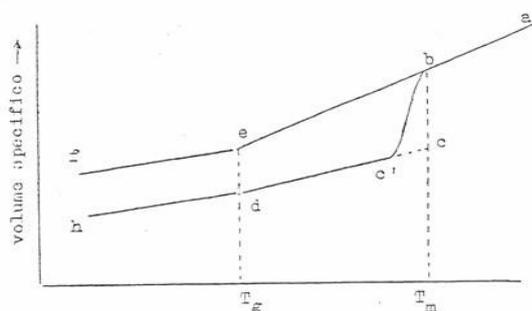


immagine 6

Nel caso di un polimero amorfo (come il PVC) il raffreddamento porta a una variazione lineare e continua del volume specifico con la temperatura, accompagnata da un progressivo aumento di viscosità del liquido.

In corrispondenza della temperatura di transizione vetrosa T_g si osserva che la curva volume specifico/temperatura, pur non manifestando alcuna discontinuità, cambia pendenza.

La temperatura di transizione vetrosa rappresenta la temperatura al di sotto della quale le catene sono relativamente immobili e il materiale presenta le caratteristiche di durezza e fragilità di un vetro.

Da un punto di vista strutturale si può dire che il moto dei segmenti di catena, slittanti l'uno sull'altro allo stato liquido amorfo, si congela

al di sotto di T_g . L'ulteriore variazione del volume specifico con la temperatura è dovuta perciò soltanto alla riduzione dell'ampiezza di vibrazione degli atomi e non più anche al progressivo impaccamento delle macromolecole in una sistemazione più compatta.

Andando nel dettaglio T_g non è una temperatura unica, ma un intervallo di temperature; si preferisce tuttavia darne un valore definito in quanto il valore di tale temperatura determina il comportamento meccanico del polimero nell'utilizzazione a temperatura ambiente.

Benchè le catene polimeriche sotto T_g siano incapaci di slittare l'una sull'altra, possono tuttavia essere ancora possibili rotazioni di gruppi laterali o rotazioni cooperative lungo legami della catena principale, coinvolgenti pochi atomi senza alcuna netta traslazione della catena. L'ottima resilienza dei policarbonati a temperatura ambiente (alla quale si trovano allo stato vetroso) è dovuta appunto alla loro capacità di assorbire energia mediante una rotazione combinata di gruppi carbonilici presenti nelle loro molecole.

Poiché non è mai possibile, nemmeno per stiramento, disporre completamente in modo regolare e ordinato le lunghe, aggrovigliate e filiformi macromolecole, il grado di cristallinità di un polimero non potrà mai raggiungere il 100%.

La temperatura alla quale il polimero passa dallo stato liquido allo stato cristallino è indicata con T_m e in corrispondenza di essa si ha una brusca variazione di volume, tanto maggiore quanto maggiore è il grado di cristallinità conseguito. Tale variazione di volume è conseguenza dell'impaccarsi ordinatamente delle catene polimeriche, in contrasto con la loro distribuzione disordinata allo stato liquido. Poiché però una parte del polimero rimane allo stato liquido amorfo, una volta giunti alla temperatura T_g si avrà il congelamento definitivo di tale parte della struttura.

Poliesteri

I poliesteri possono essere aromatici o alifatici, saturi o insaturi, lineari o reticolati. Si possono produrre come omopolimeri o come copolimeri a blocchi. A seconda dei casi si possono ottenere elastomeri, resine o fibre.

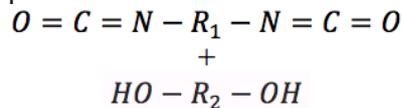
Polietilentereftalato (PET)

Ha ottima durezza superficiale, buona resistenza chimica e stabilità dimensionale, trasparenza, lucentezza, resistente all'usura e possiede buone proprietà antifrizione. E' cristallino, ma la sua velocità di cristallizzazione è molto bassa, così che dal fuso si ottiene un polimero amorfo, fragile. Viceversa cristallizza bene ad alta temperatura o in condizioni di stiro. Va utilizzato quindi sotto forma di film biorientati, film tessuto o fibre. I suoi principali utilizzi sono per ingranaggi, maniglie, serrature, contenitori, e, soprattutto, per le bottiglie soffiate.

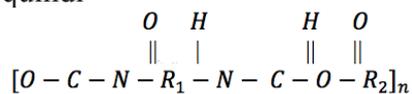
Poliuretani

Possono essere ottenuti lineari come polimeri termoplastici oppure reticolati, in entrambi i casi anche come espansi, si ottengono come schiume espanse, rigide flessibili. Per la preparazione dei poliuretani si può partire dai numerosi prodotti monomerici con struttura differente in modo da arrivare a proprietà fisiche e caratteristiche tecnologiche diverse.

I poliuretani sono dei policondensati ottenuti per reazione di un diisocianato con un diolo



quindi



I leganti per lo strato magnetico di nastri audio sono generalmente copolimeri a base uretanica con blocchi di poliestere.

La base uretanica consente la fitta articolazione e l'affinità alle particelle magnetiche, mentre i blocchi di poliestere conferiscono elasticità al supporto e favoriscono l'accoppiamento con la base in poliestere.

Nei copolimeri poliuretano-poliestere, la sezione poliestere rappresenta la porzione *soft* della catena con stato d'aggregazione amorfo e peso molecolare compreso tra 600 e 3000. La porzione uretanica è invece la parte *hard* della catena e costituisce il 30-50% del peso totale del copolimero.

Le principali caratteristiche di questo elastomero sono attribuibili alla separazione tra le due fasi del copolimero (domini di differente livello d'ordine e morfologia) e all'instaurarsi

di legami secondari tra le macromolecole.

Studi hanno dimostrato che sostanzialmente tutti i gruppi N-H sono coinvolti in legami secondari sia con le porzioni uretaniche, sia con quelle poliesteri.

Il comportamento dei legami H secondari è indipendente dalla morfologia microstrutturale, ma si può osservare che la dissociazione avviene solo al di sopra della T_g (transizione vetrosa) dei domini hard.

Essendo i domini hard generalmente piccoli (corte catene uretaniche) la dissociazione può attivarsi anche a più basse temperature poiché entrano in gioco transizioni secondarie e movimenti delle macromolecole che comportano il riassetto dei legami e la dissociazione dei domini hard e soft.

L'organizzazione spaziale dei domini hard è volta alla formazione di aggregati lamellari di piccolo spessore che a loro volta tendono a organizzarsi in strutture sferulitiche che inglobano anche domini soft.

Polivinilcloruro (PVC)

Il PVC commerciale è amorfo. Può essere rigido, semirigido o flessibile a seconda della percentuale di additivi fluidificanti.

All'aumentare del grado di polimerizzazione aumenta la sua tenacità, la stabilità dimensionale termica e la resistenza al creep, ma diminuisce la lavorabilità. Le sue caratteristiche principali sono la tenacità e la resistenza chimica. Come inconveniente alle temperature di lavorazione può decomporsi e rilasciare HCl, per questo motivo deve essere addizionato con opportuni stabilizzanti.

Proprietà igroscopiche dei nastri magnetici

[6]

L'umidità relativa è stata riconosciuta come uno dei più importanti fattori ambientali coinvolti in diversi fenomeni riguardanti il degrado dei nastri magnetici.

L'igroscopicità è una caratteristica dei materiali che descrive la loro capacità di assorbire acqua.

La quantità di acqua assorbita dipende dalla tipologia del materiale, temperatura e umidità relativa.

E' una proprietà reversibile e i materiali molto igroscopici riescono a mutare il proprio equi-

librio interno in base alla variazione dell'umidità ambientale esterna. Per ogni dato materiale igroscopico, fissata la temperatura esiste un equilibrio tra umidità relativa e quantità di acqua assorbita.

I nastri magnetici sono composti da materiali igroscopici. Un nastro può avere principalmente due parti igroscopiche: il legante e il dorso se presente, costituiti spesso di PET o di poliestere. Legante e dorso sono igroscopici in maniera diversa.

L'acqua assorbita o espulsa è direttamente collegata ai cambiamenti di umidità relativa. La concentrazione d'acqua presente nel nastro varia al variare della temperatura o dell'umidità relativa ambientale; la verifica del peso effettuata prima e dopo il trattamento di variazione della temperatura/umidità ha dimostrato che nessuna particella di materiale viene rimossa dal nastro insieme all'acqua. In generale, e indipendentemente dalla direzione nella quale avviene il cambiamento di umidità relativa, un nastro non danneggiato richiede 0,6' minuti per ogni unità percentuale di umidità relativa rimossa o aggiunta. Studi hanno inoltre dimostrato che i nastri magnetici danneggiati sono meno igroscopici dei nastri intatti.

Effettuando prove separate su nastri con e senza dorso, è stato provato che le differenze igroscopiche tra nastri magnetici derivano dal legante contenente pur essendo il dorso la parte più igroscopica in modo da proteggere al meglio il legante.

Se si confrontano un nastro invecchiato di 3 anni con uno nuovo, una differenza rilevante è che alla stessa umidità relativa ambientale, la concentrazione d'acqua contenuta nel nastro invecchiato è nettamente minore e nel caso in cui l'umidità relativa diminuisca del 20% il nastro risulterà completamente asciutto e tutto l'assorbibile fino a un 10% di umidità relativa RH sarà irrilevante.

E' stato riscontrato che l'adesione dello strato magnetizzabile al dorso diminuisce col passare del tempo. Questo è stato dimostrato monitorando la rimozione dello strato magnetizzabile con un tampone intriso di solvente (tetraidrofurano). Nell'arco di due anni è stato verificato che effettivamente col passare degli anni la rimozione dello strato è più facile, e quindi come sia dipendente dall'azione del tempo come le proprietà igroscopiche pur non

essendoci alcun collegamento fra le due.

Invecchiamento dei nastri magnetici ^[10]

I nastri magnetici sono costituiti approssimativamente per il 20% da particelle di ossido e per l'80% da materiale polimerico.

A temperatura ambiente le particelle di ossido sono chimicamente stabili nei confronti di ossigeno e umidità atmosferica, ma questo non sempre vale per il materiale polimerico. L'invecchiamento dei nastri magnetici, e di conseguenza la conservazione a lungo termine, è fortemente legata alla natura e alle varie reazioni che il legante attiva con ossigeno e umidità atmosferica.

Inoltre, ogni cambiamento ambientale tende a peggiorare le prestazioni fisiche del nastro, sia per quanto riguarda la riproducibilità, sia la conservazione.

Tutti i polimeri utilizzati nella produzione di nastri magnetici possono idrolizzarsi.

I fattori ambientali da prendere in considerazione sono: concentrazione di ossigeno, idrogeno, umidità relativa e temperatura. Il degrado può essere il risultato di ossidazione o idrolisi. La seconda può essere accelerata dall'aumento dell'umidità relativa, entrambe da quello della temperatura. Se escludiamo queste due un terzo caso di degrado è la pirolisi che implica la decomposizione chimica del materiale ad alte temperature.

Il dorso è costituito di poliestere suscettibile di idrolisi, ossidazione e pirolisi ed è stato accertato^[10] come a 100% RH di umidità relativa e 100°C l'idrolisi procede a 5000 volte più veloce dell'ossidazione e 10.000 della pirolisi. Ma è stato anche dimostrato come il tasso di idrolisi è irrilevante specialmente a temperature e umidità relativa alle quali i nastri sono solitamente esposti.

Possiamo quindi sostenere come il substrato è sufficientemente stabile rispetto ai fenomeni di degrado ambientale, in normali condizioni di utilizzo e conservazione. In ogni caso l'idrolisi è un problema molto comune nei poliesteri.

Gli studi^[10] di riferimento hanno evidenziato come il materiale in questione si degradi in meno di dieci settimane con umidità del 100% e temperatura a 75°C, mentre con la stessa temperatura ma in assenza di umidità sia più che stabile anche per quanto riguarda pirolisi

e ossidazione. Superata la temperatura di 75°C l'unico processo di degrado è l'idrolisi.

I gruppi esteri si formano in reazioni chimiche tra acidi carbossilici e alcoli, i quali generano acqua come prodotto chimico aggiunto. Queste reazioni sono tipicamente reversibili, il che significa che sotto determinate condizioni la reazione procede producendo il gruppo estere e liberando acqua mentre con altre consuma acqua e libera alcoli e acidi carbossilici. La seconda è una reazione di idrolisi. Prendiamo ad esempio il vapore acqueo presente nell'aria, la sua concentrazione definita come umidità relativa RH e un elastomero poliuretano. È presumibile che ad alta umidità relativa la reazione di idrolisi venga favorita, e viceversa in caso contrario.

Esiste un livello intermedio nel quale si verifica una condizione di equilibrio ottimale per la conservazione di materiali poliesteri e la loro preservazione a lungo termine.

^[10]Studi effettuati su nastri ermeticamente sigillati hanno evidenziato come variazioni di temperatura e umidità relativa siano irrilevanti e come l'unica causa di deterioramento sia l'invecchiamento degli stessi; possiamo quindi dire che le cause di deterioramento degli stessi siano di natura fisica e non chimica come ad esempio la perdita di lubrificante o di particelle di ossido.

La percentuale ottimale di umidità relativa è stata stimata in un intervallo compreso tra 11 e 30% RH. Inoltre sono state definite delle relazioni ottimali tra temperatura e umidità relati-

UMIDITA' RELATIVA	TEMPERATURA
13% RH	75°C,
16% RH	61°C
18% RH	48°C
22% RH	36°C

tabella 5

va prendendo in considerazione quattro livelli riportati nella tabella 10.

Seguendo questo tipo di andamento è stato possibile definire un livello neutrale^[10] di umidità stabilito al 24% a 20°C.

Il processo di riformazione del legante coinvolge la riformazione chimica del gruppo estere e quindi è possibile che si formi acqua come prodotto chimico della formazione dello stesso. Questo implica che all'interno di un contenitore ermeticamente sigillato, il rilascio di questo liquido possa gradualmente aumentare

l'umidità relativa interna. Questo è stato dimostrato^[10] posizionando dei nastri all'interno di un contenitore trasparente sigillato ermeticamente, contenente azoto allo stato gassoso in contatto diretto con un igrometro. Il livello iniziale di umidità all'interno del contenitore viene stabilizzato a 29,5% RH a 20°C. Sono stati preparati tre contenitori, successivamente posizionati all'interno tre corrispondenti forni a 36, 48 e 61°C per 10 settimane e mezzo. Dopo questo periodo i contenitori estratti sono stati estratti dai forni e riportati a 20°C, monitorati sempre tramite igrometri. L'umidità è aumentata con l'aumentare della temperatura come indicato in tabella 6.

Il primo meccanismo ambientale che favorisce il degrado dei nastri, e in particolare il legante, è senza dubbio l'idrolisi favorita da aumenti di temperatura, è dimostrato^[10] come un innalzamento della temperatura fino a 75°C non arrechi danno ai nastri ma faccia da catalizzatore per reazioni come l'idrolisi, la quale rende appiccicoso e gommoso il legante favorendo frizione statica, adesione fra le spire del nastro e deformazioni varie.

È importante notare come l'idrolisi dei nastri avviene se gli stessi vengono in contatto con umidità atmosferica e se si verificano reazioni con questa, qualsiasi pratica di isolamento, o che ne limiti l'accesso può fermare o per lo meno rallentare il processo di idrolisi. Possiamo anche affermare che il degrado dei nastri può avvenire in reazioni implicanti ossigeno,

^[10]

anche se sicuramente irrilevanti rispetto al ruolo dell'idrolisi. L'unico ruolo che hanno ossigeno e azoto è quello di influire sul recupero del legante a bassa umidità.

Escludendo le proprietà relative alle particelle di ossido possiamo dire: che la durata media e le prestazioni di un nastro sono relative a ragioni chimico-fisiche e meccaniche;

tabella 5

in particolare le meccaniche esclusivamente relative all'utilizzo dei macchinari di riprodu-

[10]

UMIDITA' RELATIVA	TEMPERATURA
31% RH	36°C
36% RH	48°C
43% RH	61°C

zione/registrazione.

L'idrolisi è senza dubbio la principale causa di degrado chimico del legante.

E' una reazione tempo dipendente, strettamente legata alla temperatura, al livello di umidità nell'aria e al contatto dei nastri con essa.

Forza di adesione dell'ossido

La forza di adesione del legante, contenente le particelle di ossido, allo strato poliestere viene monitorato tramite il cosiddetto tempo di rimozione.

Al migliorare delle prestazioni del legante, sia esponendolo a umidità relativa dello 0 e 11% RH, sia sigillandolo in maniera ermetica, miglioreranno anche le prestazioni di adesione tra legante e substrato, avverrà il contrario in caso di esposizione a umidità relativa compresa fra 30 e 100% RH, possiamo dire quindi che la forza di adesione del legante è suscettibile alle alte temperature e ad alti valori di umidità relativa.

Problemi Fisici

Le limitazioni fisiche sono invece correlate a fattori come la durata dello strato magnetizzabile e del lubrificante, successivamente anche il normale utilizzo (problemi di tipo tribologico) ma anche al livello di degrado chimico del nastro.

La seconda causa di degrado chimico più frequente è la Pirolisi.

I primi risultati successivamente l'esposizione in azoto hanno dimostrato come le particelle di ossido e il substrato siano le parti più soggette a questa reazione una volta esposti a temperature superiori i 125°C.

FATTORI DI DEGRADO E PROBLEMATICHE NELLA PREDIZIONE DELLA DURATA DEI NASTRI

[15]Dalla sua introduzione in Germania nel 1935 fino alla sua ascesa in tutto il mondo come mezzo principale per la registrazione audio alla fine degli anni '40, i nastri magnetici hanno guadagnato una meritata reputazione come medium per ogni tipologia di sistema di registrazione e di back-up. Dietrich Schuller così ha affermato: “considerando l’ammontare di materiale audio mondiale potremmo fare una stima di più di 50 Mh (milioni di ore) di materiale.... Nessuna di queste registrazioni è su supporto permanente...” [15]

Il 70% di tutto il materiale audiovisivo è in pericolo di imminente deterioramento, danneggiamento o obsolescenza e purtroppo il 70% degli adetti ai lavori ha solo una vaga percezione di ciò. Varie indagini [13] hanno messo in evidenza gravi carenze di personale qualificato e attrezzature, e una carenza ancora più grave di standard applicati alla conservazione.

Breve cronologia dello sviluppo dei nastri magnetici [15]

1932 sviluppo in corso a Ludwigshafen, Germany
 1935 Magnetophonband Tipo C rivestito con nastro acetato
 1944 Magnetophonband Type L PVC
 1950 rivestimento posteriore introdotto in Europa
 1953 nastro PET 3M con rivestimento
 1960 grande diffusione della tipologia prodotta dalla BASF
 1972 cessa la produzione di nastro adesivo in PVC
 1972/73 3M/Scotch cessa la produzione del *face tape*

Evoluzione

Molti fattori possono influenzare la qualità complessiva di una copia digitale di un nastro originale analogico, tra cui: 1) la condizione del nastro originale, 2) la qualità originale e lo stato di manutenzione dei sistemi di riproduzione 3) la qualità delle apparecchiature di digitalizzazione. La qualità complessiva del trasferimento del segnale è il prodotto di tutti questi fattori.

[15]

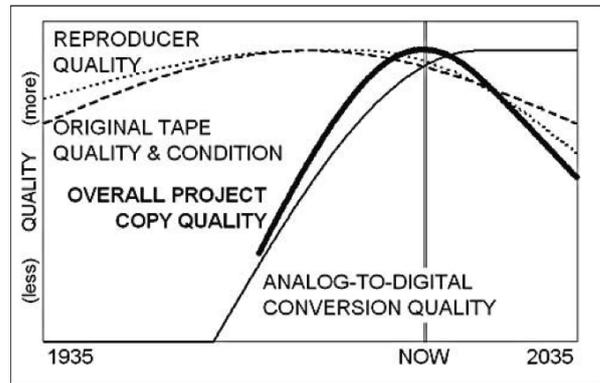


immagine 7

Nell’immagine qui sopra [15] sono rappresentate in funzione del tempo l’evoluzione della qualità: dei riversamenti, della riproduzione, della copia e della conservazione dei supporti originali.

Mentre le forme esatte delle curve rappresentate nel grafico qui sopra (immagine 7) variano con ogni formato, i fattori rimangono gli stessi. La curva “qualità di riproduzione” per esempio comprende la disponibilità di tecnici qualificati capaci di massimizzare la qualità riproduttiva, nonché di riconoscere e di trattare i problemi che vengono riscontrati.

Lo scopo del grafico è mostrare che il tempo a disposizione per la digitalizzazione del materiale sopraccitato è breve, considerando l’enorme quantità di materiale. L’attuale miglior prassi è quella di digitalizzare il segnale registrato sui nastri il più presto possibile, archiviare i file audio in archivi progettati appositamente e distribuirne copie. Questo concetto viene formalmente identificato con l’acronimo LOCKSS: *lost of copies make stuff safe* (molte copie rendono il materiale salvo).

Legante e ossido di rivestimento

L’ossido è costituito da particelle magnetizzabili responsabili della registrazione. Lo strato magnetizzabile è costituito dalla miscela di tali particelle disperse nel legante polimerico insieme ad altri additivi e lubrificanti. Spesso il lubrificante, solido o liquido, incorporato nel nastro costituisce l’unico sistema che contribuisce a ridurre l’attrito del nastro con testine e guide (capstan compreso).

Negli anni sono state sviluppate diverse combinazioni legante-ossido. L’obiettivo principale è stato quello di migliorare le prestazioni magnetiche dell’ossido, con particolare riguardo all’aumento della dinamica complessiva del nastro. Per raggiungere un’ampia gamma dinamica sono stati modificati altri componen-

ti e additivi in modo da consentire una maggiore concentrazione di particelle magnetiche. Alcune formulazioni, sono caratterizzate da modalità di degrado che, come evidenziato da studi effettuati su nastri di produzione più recente^[15]^[6], inducono un invecchiamento più rapido di altre.

Sul sito Internet del Comitato Storico AES, l'elenco di tutti i nastri audio 3M Open Reel, indica che 11 diversi tipi di leganti sono stati utilizzati tra il 1947 e il 1980.

Esistono altre liste di altri produttori e in comune posseggono il limite di non riportare tutte le modifiche effettuate sui prodotti dai vari marchi.

In alcuni casi questi cambiamenti avvenivano per ragioni legati all'indisponibilità di un componente e poteva capitare che all'interno dello stesso lotto di produzione cambiassero le caratteristiche dei materiali.

Benoît Thiébaud, nella sua presentazione alla conferenza AMIA 2005^[15], ha dichiarato di aver rinvenuto una serie di videocassette con lo stesso tipo di designazione ma con formulazioni nettamente differenti.

Substrato

Lo scopo dell'impiego del dorso è quello di:

- Fornire un riavvolgimento più regolare;
- Migliorare l'aderenza in riproduzione
- Favorire l'allontanamento delle cariche elettrostatiche;
- Ridurre l'effetto copia.

Spesso nel dorso è contenuto del nerofumo.

L'enorme differenziazione tra i vari tipi di dorso utilizzati nel corso degli anni, è un fattore da tenere in seria considerazione poichè è stato dimostrato^[15] che alcune formulazioni accelerano il degrado del nastro mentre altre lo rallentano.

Identificare i nastri

Uno dei compiti tipici degli archivisti e del personale che opera in strutture dedicate all'archiviazione e al restauro audio è quello di identificare la tipologia di nastro, in particolare per i modelli open reel. In assenza di indicazioni da parte del produttore sul retro del nastro, cosa che si verifica molto spesso, il compito dell'operatore si fa arduo.

MODALITÀ DI DEGRADO

Base

La pellicola di base costituisce il supporto strutturale per il nastro, perciò in seguito al suo degrado diventa impossibile recuperare la registrazione.

Scarso avvolgimento e scarse metodologie di conservazione possono facilitare il degrado di questa porzione di nastro.

1) Country laning

Questo tipo di deformazione del nastro rende il nastro non più dritto come in origine e crea un ondulamento della sezione planare. Questo effetto prende il nome di country laning a causa della similitudine della vista dall'alto del nastro con una strada di campagna. Il country laning può avvenire per diverse cause spesso combinate, di solito è il risultato di un taglio scarso in produzione, o di un riavvolgimento frettoloso o può anche essere dovuto a una bobina difettosa. Uno dei fattori che accentuano maggiormente il difetto è il rilassamento delle tensioni di avvolgimento del nastro in seguito al degrado per "vinegar syndrome".

2) Difetti di avvolgimento

Sotto questa categoria sono compresi tutti difetti di avvolgimento, sia causati da distrazioni o errori nel riavvolgimento del nastro, sia derivanti da altri problemi propri del nastro o della flangia.

3) Frilling

I nastri possono subire delle perdite di particelle di ossido dai bordi, evento generalmente indicato come *drop out*. Il difetto è causato da danni meccanici o da sbalzi termici durante lo stoccaggio o la riproduzione. Può accadere su nastri troppo larghi se le guide delle flange non sono di dimensioni adeguate. Sembra essere comune anche su nastri con base di carta.

Polietilene tereftalato (PET)

Il PET è probabilmente la pellicola di base più utilizzata.

È stato introdotto nel 1953^[15] circa e dal 1972 è divenuto l'unico materiale per la realizzazione della pellicola di base per nastri audio. È più comunemente conosciuto con il nome commerciale di Mylar (DuPont).

Scotch/3M utilizzò il nome commerciale di

Tenzar per i propri nastri in PET. Il PET non si degrada in condizioni normali ed è una base piuttosto stabile. Le pellicole in PET sono precomprese e tensilizzate durante la fabbricazione.

Polietilene naftalato (PEN)

Il PEN è spesso utilizzato in nastri video e dati, e dimostra proprietà meccaniche superiori rispetto al PET. Nessuna specifica modalità di degrado è stata identificata fino ad oggi per questo materiale.

Leganti poliuretanic

Due sono i principali problemi che affliggono questa tipologia di leganti (esami effettuati su nastri AMPEX^[15]).

- Sticky Shead Syndrome (SSS)
- Perdita del lubrificante (LOL)

Sembra, tuttavia, che ciò che negli ultimi dieci anni è stato indicato come “perdita di lubrificante” non sia propriamente un difetto di questo tipo, ma normale degrado del legante^[15].

È possibile quindi definire la più generica condizione di degrado dei nastri come Soft Binder Syndrome (SBS): LOL) e SSS sono quindi due casi particolari di SBS. In particolare è possibile attribuire lo stato di degrado del nastro a LOL nel caso in cui il trattamento termico in incubatore non produca alcun effetto regressivo del degrado.

Negli anni 1960 e 1970 i produttori adottarono leganti poliuretanic nella produzione di cassette audio. Un rivestimento posteriore era spesso incluso.

Questi nastri hanno avuto molto successo, ma alcuni mostrano segni di degrado allarmanti che si manifestano con il deposito di residui appiccicosi di legante e/o rivestimento posteriore depositati sulle superfici delle guide che vengono a contatto col nastro durante la riproduzione.

Questo residuo è spesso difficile da rimuovere. Tentare di riprodurre un nastro in queste condizioni di solito danneggia ulteriormente il supporto. La riproduzione è accompagnata da effetti di *squealing* e, in alcuni casi, l'adesione estrema tra nastro e le superfici fisse è sufficiente a bloccare il trasporto del nastro.

In molti di questi nastri un periodo di incubazione può riportare il nastro ad una condizione fruibile per settimane o mesi dopo il tratta-

mento. Nel caso in cui l'incubazione non producesse alcun effetto, allora la modalità

[16]



immagine 8

di degrado è stata erroneamente identificata come SSS.

Lo squealing è uno stridio che modula l'audio ed è presente nel file digitale insieme al documento sonoro. Dal momento che questo stridio è irregolare e si sovrappone al segnale del documento sonoro, non esiste un metodo efficace di rimozione del disturbo in post-produzione. In un sondaggio informale^[15] tra una decina di restauratori audio e un restauratore per apparecchiature audio, un solo operatore ha mai riscontrato effetti positivi successivi a incubazione su nastri senza dorso.

Bertram e Cuddihy nel 1982, analizzarono l'idrolisi del legante copolimero poliuretano-poliestere. Nel 1986 Bradshaw migliorò il loro metodo e dimostrò^[15] che la possibilità di invertire le reazioni di degradazione, mediante incubazione semplice non è sempre verificata. Insieme alla sua squadra dimostrò che non avviene una reale ripolimerizzazione. Successivamente Brown dimostrò che l'umidità ambientale è la causa dominante del processo di idrolisi dei leganti copolimeri poliuretani-poliesteri.

Brown sostiene^[15] che la scissione di uno dei 10-20 legami estere nei segmenti soft del legante copolimero poliuretano-poliestere (rispettivamente segmenti hard e soft) è sufficiente a provocare una grave degradazione delle proprietà meccaniche del copolimero. Il degrado accelera notevolmente col tempo. Di conseguenza, l'intervallo di tempo che intercorre dal momento che si presentano i primi sintomi di degrado ed il completo decadimento può essere ridotto.

Bradshaw dimostra^[15] che l'attrito nastro-guide aumenta già a partire da 29°C, e raddoppia a 40°C e quadruplica a 60°C. Questo potrebbe anche spiegare perché i nastri "stridono" più facilmente quando il nastro e la macchina sono caldi.

Bradshaw ha inoltre affermato^[15]: "La mia esperienza con nastri contenenti ossido di ferro gamma dalla fine degli anni '60 e '70 è che tutti i nastri possedevano temperature di transizione vetrosa intorno ai 26-30°C, e man mano che il processo di idrolisi procedeva le Tg tendevano a scendere al di sotto di 12-15°C. Io credo fermamente che questo sia il motivo per il quale durante la riproduzione a freddo molti di questi nastri migliorano le loro prestazioni". Col procedere dell'idrolisi, una crescente quantità di legante viene scissa in composti organici a basso peso molecolare; queste piccole molecole migrano verso la superficie del nastro e causano il classico effetto appiccicoso anche a temperatura ambiente. Il trattamento termico di nastri in queste condizioni può peggiorare le condizioni, in quanto può favorire la migrazione dei sottoprodotti dell'idrolisi e quindi il definitivo degrado del legante. Il procedimento più corretto consiste nell'effettuare una pulizia in due fasi, una prima con del alcool isopropilico e poi con una soluzione al 5% di butile di stearato in esano al 5%. Per portare a termine questo processo è necessario pertanto costruire una stazione di riavvolgimento con due teste pulenti in serie. Considerando questo tipo di degrado come un abbassamento della Tg, si può immaginare un nuovo approccio operativo. Molti processi hanno avuto come scopo l'aumento della Tg accompagnata da una rilubrificazione del nastro, quindi una sostanziale modifica delle condizioni fisiche dei supporti.

Preso atto che ormai la Tg è notevolmente calata si può procedere cambiando le condizioni fisiche non del nastro ma dell'ambiente e delle apparecchiature.

Hess nel suo "Tape Degradation Factor e Challenges in Predicting Tape Life" descrive un esperimento su tre nastri affetti da squealing: due bobine separate di Sony PR-150 archiviate in maniera differente e una bobina di 3M 175. Nell'esperimento un Revox A-77 è stato messo in funzione dentro un frigorifero alla temperatura di +4°C. La tensione del

Revox è stata impostata su per bobine di grandi dimensioni. La particolarità di questo magnetofono è il posizionamento di tutte e tre le testine tra capstan e la bobina raccogliitrice. Tutti e tre i nastri riprodotti per intero non hanno mostrato alcun stridio se non in seguito all'innalzamento della temperatura a causa dell'apertura del refrigeratore; in questo caso il difetto è stato momentaneo ed è scomparso una volta chiuso il refrigeratore.

Hess suggerisce che la temperatura alla quale realizzare questa procedura varia in relazione al tipo di nastro ma in ogni caso non deve essere inferiore a 4°C. Inoltre Hess sconsiglia questa procedura nel caso di SSS accertata e adesione fra le spire.

Rilubrificazione

Quando i nastri non rispondono bene a periodi di incubazione di varia durata è facile supporre che il degrado sia riconducibile alla perdita del lubrificante.

La documentazione sulla rilubrificazione dei nastri non soddisfa le necessità degli operatori del settore. Tobin e Powell, in un articolo dedicato all'usura dei nastri da parte delle testine di lettura, suggeriscono^[15] l'applicazione di Krytox fluorinated e di lubrificanti. Tuttavia, Jean-Marc Fontaine ha indicato risultati contrastanti sull'utilizzo del Krytox su nastri affetti da SBS^[15].

La documentazione più ampia in merito al trattamento su vasta scala, di nastri affetti da SBS proviene da Marie O'Connell. O'Connell sostiene che sia necessario bagnare il nastro con alcool isopropilico prima di riprodurre il nastro e rimuovere l'alcool prima del capstan. Questo approccio può essere condotto sostituendo la testina di registrazione con un feltro alimentato da una flebo con alcool isopropilico; subito prima del capstan un gommino ricavato da un tergicristallo rimuove l'alcol. Questo approccio ha avuto successo permettendo di riversare più di mille bobine. Tuttavia esso richiede una sostanziale modifica di una macchina, fatto che ne rende difficile l'utilizzo con i formati multi traccia.

Possibili lubrificanti^[15]

1. Olio di sperma di balena - almeno secondo la tradizione orale. Secondo Bob Perry si tratta probabilmente di acidi grassi ad elevato peso

molecolare.

2. Acidi grassi - varie formule basate sulle caratteristiche degli oli naturali, compresi palmitico e oleico. Bob Perry suggerisce acido miristico e acido laurico.

3. Esteri di acidi grassi - varie formule a base di olio naturale o sintetico, compresi butile, pentile, isopropile, isobutile, ecc, ed esteri dal palmitico, miristico, stearico, ecc.

4. Paraffine - varie formule; sintetiche, tra cui alcani lineari, squalanes, ecc

5. Siliconi - 3M. Forse lubrificanti fluorurati.

Attualmente, oltre alla selezione del lubrificante adeguato, deve essere ancora sviluppata una tecnica di applicazione efficace; ad esempio non è ancora chiaro se il lubrificante debba essere applicato alle guide stazionarie lungo il percorso del nastro o al nastro stesso.

Nel metodo O'Connell, il nastro viene intriso da un flusso costantemente rifornito di alcool che lo impregna per alcuni secondi fino alla completa evaporazione del lubrificante. O'Connell posiziona delle vaschette sotto le testine per raccogliere l'eccesso di alcool ed evitare di danneggiare l'interno del registratore.

Il Sony PR-150 sembra essere molto difficile da lubrificare se non attraverso il metodo O'Connell che crea una pellicola costituito di alcool. I tentativi di rilubrificare il nastro con lubrificanti si sono dimostrati scarsamente efficaci.

Sembra^[15] che i tentativi di rilubrificazione dei nastri aggiungano ulteriore lubrificante al nastro, piuttosto che sostituire il lubrificante perso. La bobina Sony PR-150 che è stata analizzata sembrava avere un carico ragionevole di lubrificante ancora utile.

L'olio di jojoba

Indagini preliminari sull'utilizzo dell'olio di jojoba come lubrificante in una soluzione diluita al 10% con alcool isopropilico sembra mostrino buoni risultati con il Sony PR-150. L'alcol non può essere un agente ideale, poiché sembra gonfiare il legante e renderlo più morbido.

Siliconi e silossani

Decamethylcyclopentasiloxane, noto anche come cyclomethicone e D5, è un liquido volatile, che evapora completamente; è am-

piamente utilizzato in diverse applicazioni, tra cui l'industria cosmetica e la cura personale. Applicando questo lubrificante a una cassetta affetta da squealing, Nakamichi Drago^[15] ha ottenuto buoni risultati fintanto che il lubrificante non è entrato in contatto con i meccanismi del sistema di riproduzione. Il D5 è stato riapplicato più volte. Una caratteristica interessante a questo proposito è che il lettore ha ripreso a funzionare e il D5 è completamente evaporato in pochi giorni. Questo lubrificante sembra non lasciare residui e il tempo di evaporazione è, ovviamente, legato alla quantità utilizzata.

Ha avuto risultati contrastanti sia con il 3M 175 sia con il Sony PR-150. In entrambi i casi, i nastri non sono stati riprodotti fino in fondo senza mostrare nuovi segni di squealing. Il problema si è aggravato dal cambio di laboratorio e con l'avvento dell'estate.

Siliconi non volatili sembrano funzionare meglio, ma i metodi di applicazione non sono ancora stati perfezionati. Questi lubrificanti sembrano funzionare meglio quando vengono applicati in abbondanza, anche se aumenta il rischio di wow & flutting. Forse, se il problema del fluido è quello della sovrapplicazione, la tecnica alcoolica di O'Connell può essere la scelta migliore, visto che l'alcool viene rimosso ed evapora completamente.

Lubrificanti fluorurati

I risultati preliminari dell'applicazione del Krytox alle testine e alle guide dimostra che questo lubrificante non viene trattenuto dal nastro e gli effetti di squealing ricompaiono dopo 5-10 minuti. Questo lubrificante è difficile da rimuovere, per cui deve essere applicato con parsimonia. Come accennato in precedenza, Jean-Marc Fontaine non ha avuto^[15] risultati promettenti con Krytox e nastri affetti da pirolisi.

Controllo tensionamento del nastro

Questo processo dovrebbe essere preso seriamente in considerazione come opzione.

I passaggi preliminari sono:

- rimuovere il maggior numero di superfici fisse possibili,
- sostituire guide fisse con guide rotanti.

Lo Studer A810 utilizzato nell'esperimento

descritto nell'articolo di Hess^[15] è stato configurato in modo tale da produrre una tensione del nastro ridotta circa del 35%. L'unica situazione di palese squealing si è verificata successivamente l'accumulo di parecchi detriti sulla testina di riproduzione. Il nastro è stato pulito in maniera aggressiva; al primo passaggio una grande quantità di detriti è stata rimossa, in gran parte lungo i bordi esattamente come al secondo passaggio dove la pulizia ha evidenziato^[15] come la quantità di detriti fosse ugualmente notevole.

Dopo la pulizia del nastro e la pulizia della testina con nafta, è stato possibile^[15] svolgere un segmento di 18 minuti di nastro 3M175 (a 95 mm / s) due volte (una volta in ogni direzione) e non ha mostrato alcun effetto di squealing. Questo metodo non ha avuto successo con un Sony PR-150 e gli effetti si sono ripalesati in circa 15 minuti, anche se i detriti sulla testina sembravano meno a un primo esame.

Hess inoltre tratta^[15] due approcci per prevenire danni ai nastri.

1. Avvolgere il nastro molto lentamente.

Di solito 48 mm/s (1,88 in/s).

2. Posizionare la bobina in sacchetti freezer doppi. Inserire una piccola scatola metallica con del gel di silice all'interno della sacca interna, senza toccare il nastro. Posizionare il gruppo intero in frigorifero a +4 ° C per diverse settimane.

BBAF

E' fondamentale che i test di archiviazione per i nastri valutino il rischio di questo tipo di guasto essendo la percentuale di successo nel trattamento di questi nastri variabile. Le cassette dual-layer al ferrocromo di tipo III sono solitamente le più sensibili alla BBAF (*binder base adhesion failure*) (perdita dell'adesione del legante alla base).

Riprodurre il nastro in un ambiente freddo e asciutto (ma sopra lo zero), può avere un certo successo, permettendone il riversamento.

Fattori di degrado

- Formulazione/selezione dei componenti (ad esempio quali materiali sono nel nastro)
- Degrado specifico di un componente
- Caratteristiche del nastro (spessore di base

etc.)

- Difetti di fabbricazione
- Condizioni di stoccaggio
- Errori di maneggiamento e utilizzo
- Riproduzione in condizioni avverse
- Riproduzione su apparecchi difettosi

INTERVENTI

I test e gli interventi svolti in laboratorio sono stati effettuati su un lotto di compact cassette proveniente dalla nastroteca dell'Istituto della Resistenza in Toscana-ISRT. Le cassette trattate si presentavano affette da diversi tipi di difetti.

Sono due le tipologie principali di problemi riscontrati sugli item:

- Rottura fragile del nastro;
- *Soft Binder Syndrome-SBS*.

Catalogazione

La nomenclatura dei *file* e la segnatura degli *item* segue il metodo comunemente utilizzato all'interno del *MARTlab*, mentre per le cassette che hanno subito test di restauro la sigla utilizzata è stata GFSL.

Equipment

La strumentazione utilizzata per i riversamenti e le incubazioni è la seguente:

- Mangianastri TASCAM 122mkIII
- Convertitore PRISM ADA8
- DAW SONIC STUDIO HD 1.9
- Sistema operativo MAC OS 9
- Incubatore M80-RH della MPM instruments
- Sistema operativo Windows Xp
- Adobe audition 5
- Mangianastri TEAC V-600
- MOTU Traveler

Rilubrificatore

La rilubrificazione dei nastri è un procedimento abbastanza recente: non sono ancora state sviluppate apparecchiature dedicate allo scopo e non esistono procedure standardizzate. Pertanto in sede *MARTlab* abbiamo deciso di modificare un vecchio mangianastri a due piastre per realizzare un apparecchiatura in grado di lubrificare le compact cassette.

Il primo passo è stato quello di eliminare le testine e sostituire il vecchio motore con uno in corrente continua, il Groupner Speed 280, alimentato da un trasformatore stabilizzato con tensione variabile in modo da modificare all'occorrenza la velocità di rotazione.



immagine 9



immagine 10

Purtroppo questo tipo di motore non è predisposto per il montaggio sulla basetta del mangianastri, pertanto ho provveduto fissandolo con una fascetta elettrica e una vecchia cinghia proveniente dallo stesso mangianastri con risultati soddisfacenti.

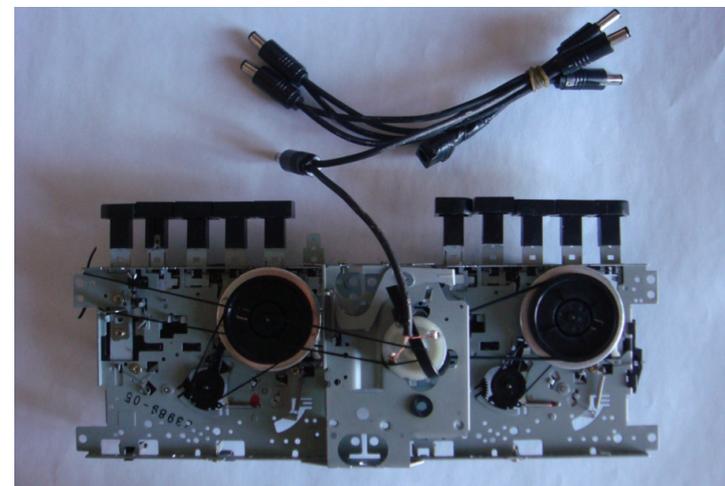


immagine 11

Oltre le testine ho eliminato i braccetti per il tensionamento riutilizzati nel seguente modo: solitamente posizionati specularmente al pinch roller sono stati modificati per essere posizionati immediatamente dopo la posizione delle testine in modo da creare un sistema in grado di rimuovere il lubrificante in eccesso. Il lubrificante che cola è assorbito dalle spugne posizionate al di sotto della regione dove avviene la lubrificazione.



immagine 12



immagine 13

Il sistema di lubrificazione vero e proprio è costituito da una spugna alimentata con un sistema per flebo.



immagine 14

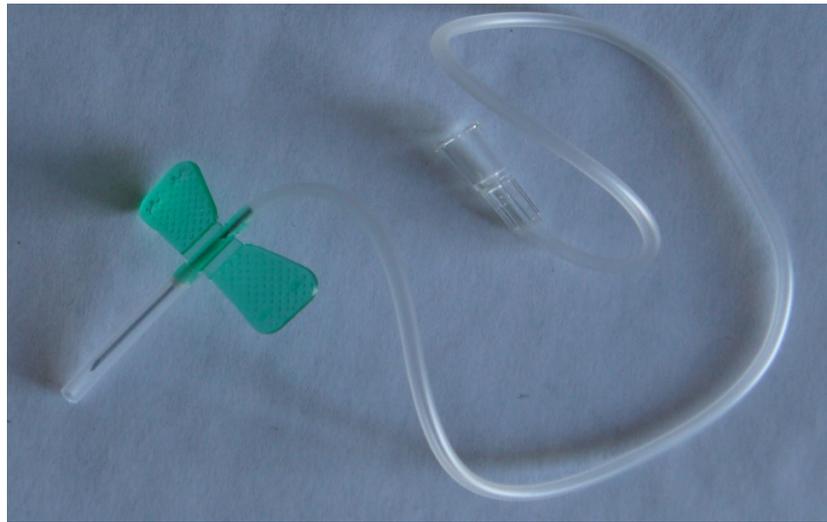


immagine 15



immagine 16



immagine 17

Come si può notare il sistema è piuttosto rudimentale, ma trattandosi di un prototipo per sessioni di test, l'apparecchiatura si è dimostrata sufficientemente affidabile ed efficace. Bisogna osservare che tutti i componenti utilizzati, a partire dagli aghi per la flebo, fino



immagine 18

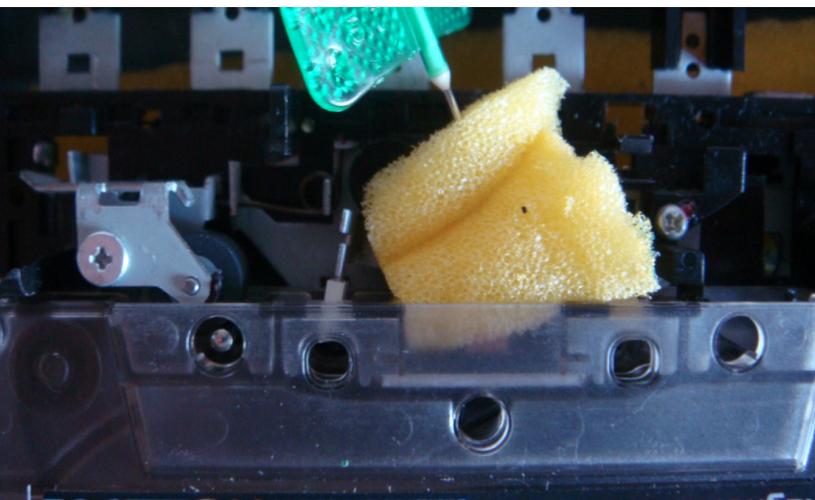


immagine 19

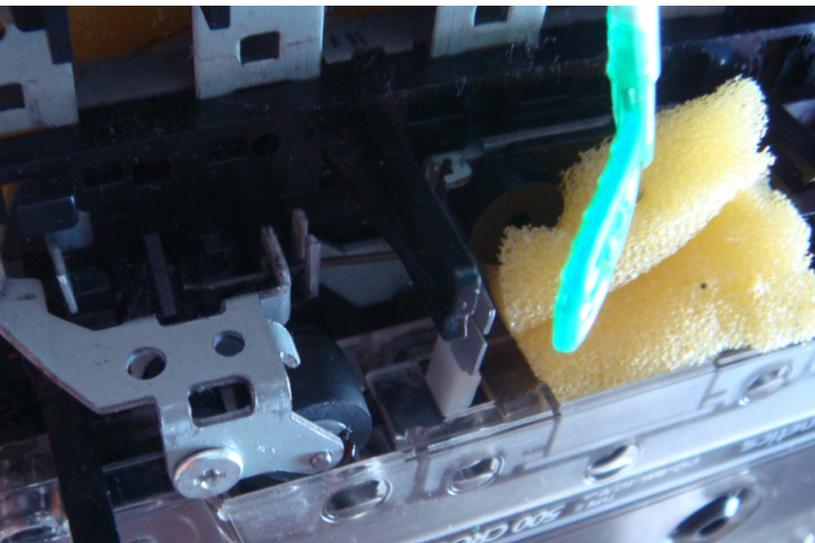


immagine 20

ad arrivare alle cinghie di trazione, sono materiali facilmente usurabili quando sottoposti a stress e tensioni per le quali non sono stati progettati. Solo per fare un esempio le cinghie hanno dovuto reggere una tensione nettamente superiore alle condizioni di normale funzionamento dei mangianastri, poichè oltre

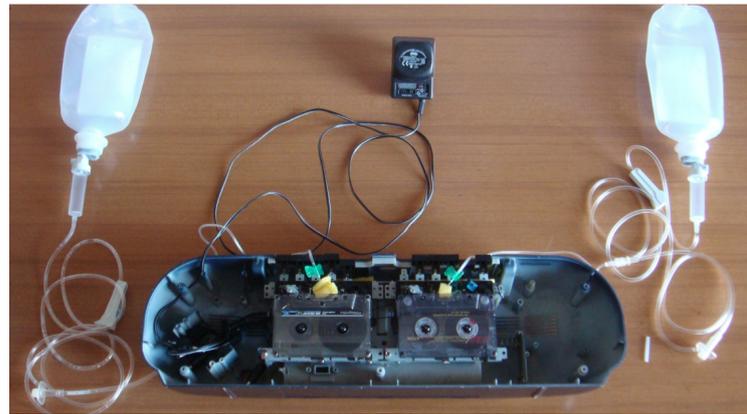


immagine 21

al pinch roller e alla forza opposta dal nastro hanno dovuto far fronte all'attrito causato dalle spugne e dai braccetti di tensionamento.

In un primo momento si era ipotizzato l'utilizzo di una tensione a 1,5V per alimentare il sistema, ma in fase di prova si è rivelato insufficiente richiedendo per lo meno 3V di alimentazione; in ogni caso la metà della tensione necessaria a far lavorare il motore a pieno regime.

Riposizionamento nastro e sostituzione splice

L'adesivo (splice) che tiene solidali lo hub (o nucleo) e il nastro può perdere aderenza a causa del degrado del collante richiedendo una completa sostituzione dell'adesivo.

L'intervento è da considerarsi invasivo, poichè in quasi tutti i casi il cartridge è costituito da due parti saldate fra di loro prive di viti e quindi non facilmente divisibili.

L'involucro della cassetta deve quindi essere forzato, fatto che lo rende inutilizzabile per le successive riproduzioni: per queste operazioni è necessario dotarsi di un cartridge di servizio.

ISRL 0025 NT-I-32

Scotch dyanarange C90

booklet front Parri F.

booklet int.1 Parri Ferruccio conferenza tenuta al circolo F.lli Rosselli il 19.2.1960

introduce N.Traquandi

booklet int.2 segue Parri -fine-

Prima cassetta a subire il trattamento in seguito al tentativo di riversare il lato B. In questo caso lo splice sostituito è stato quello della bobina raccogliatrice del lato B. Non è stato applicato alcun nastro neutro poichè lo spazio interno al cartridges non è sufficiente (nei nastri open

reel il problema non sussiste). E' stato necessario un riavvolgimento manuale utilizzando come guida il cartridge di servizio. Il cartridge originale non è più utilizzabile e nell'apertura dello stesso è andato perso un rullo.



immagine 22 cartridge di servizio

ISRL 0030A NT-I-31

Scotch dyanarange C90

booklet front E.Agnoletti 1

booklet int.1 conferenza tenuta al circolo fratelli Rosselli il 1960 introduce N.Traquandi

booklet int.2 conferenza tenuta al circolo fratelli Rosselli il 1960 introduce N.Traquandi

etichetta 1. Enriques agnoletti

etichetta 2. Enriques agnoletti

Identico trattamento dell'item precedente con unica eccezione riguardante la sostituzione dello splice avvenuta prima del riversamento causa rottura in riavvolgimento (trattamento anti print trough).

ISRL0027A NT-I-27

Scotch dyanarange C90

booklet front Rossi E. 1

booklet int 1 Rossi Ernesto conferenza tenuta al circolo F.Ili rosselli il 28.2.1960 firenze introduce N.Traquandi

booklet int 2 segue Rossi

etichetta 1 Rossi E.

etichetta 2 Rossi E.

In questo caso è stato necessario applicare dei nuovi splice su entrambe le flange, causa la rottura sia in riavvolgimento sia a riproduzione terminata del lato A.

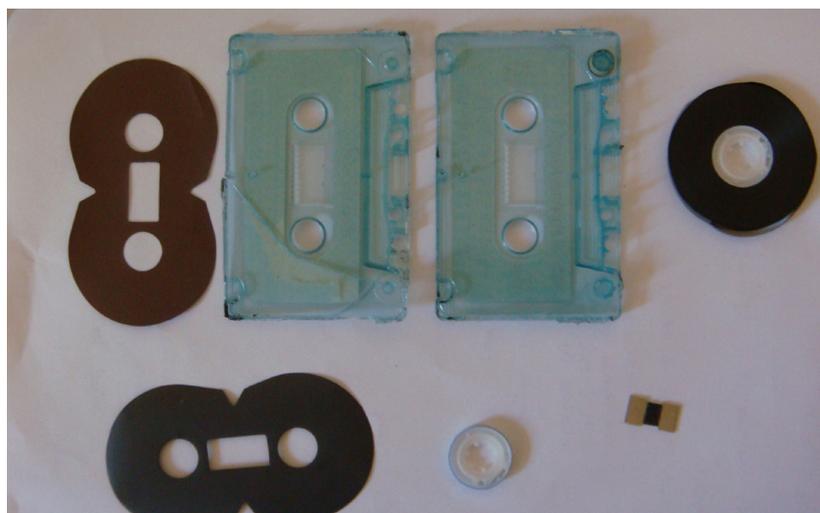


immagine 23 ISRL 0025 cartridge originale e nastro prima dell'applicazione dello splice



immagine 24 ISRL 0030A cartridge e custodia

ISRL 0028 NT-I-28

Low noise C90

Audio Magnetics S.A.

booklet front 1 Puccini R.

booklet int. 1 Puccini Raffaello reg. 10.11.1977

int. g.verni

etichetta 1. 1 Raffaello Puccini

etichetta 2. 2 Raffaello Puccini

In questo caso è stato applicato un solo splice in seguito al riversamento e il cartridge è stato

conservato intatto poichè possiede un sistema di apertura con viti, rendendo il nastro accessibile e il cartridge riutilizzabile.



immagine 25 ISRL0028 cartrige aperto

Rilubrificazione con olio di jojoba

Essendo la rilubrificazione una tecnica sperimentale, in particolare su compact cassette, abbiamo proceduto utilizzando delle cassette di test per effettuare alcune prove pilota dell'apparecchiatura e delle procedure.

La prima cosa che abbiamo riscontrato è stata l'impossibilità di aspirare manualmente

l'olio dall'ago della siringa e di conseguenza l'impossibilità di riempire i contenitori che avrebbero dovuto fare da serbatoi per tutto il sistema.

Abbiamo proceduto pertanto ad aspirare il lubrificante da un contenitore abbastanza largo da poter introdurre la siringa senza ago per aspirare l'olio.

Successivamente è stato necessario rimuovere tutto l'impianto per l'irrorazione precedentemente preparato, unendo la parte terminale della flebo direttamente alla siringa.

Durante il primo test abbiamo notato come la quantità di olio che si andava a depositare all'interno del cartridge era notevole nonostante il sistema di drenaggio e la posizione orizzontale delle piastre. Pertanto abbiamo provveduto ad avvolgere la spugna in uno strato di carta assorbente, ma anche questo tentativo non ha dato i risultati sperati, pur avendo constatato la totale assenza di detriti provocati dal panno sul nastro.

Come è possibile notare dalle immagini (immagini 27/28) tra il nastro lubrificato attraverso il panno e quello lubrificato senza la differenza di deposito all'interno del cartridge è sensibile. Nonostante questo in entrambi i



immagine 26

nastri abbiamo notato come l'olio andasse a depositarsi tra i lati delle bobine e il cartridge, peggiorando lo scorrimento delle spire con il secondo e di fatto aumentando l'attrito in maniera tale da peggiorare lo svolgimento del nastro. Sempre in questa sessione abbiamo affrontato un altro problema, ovvero quello della lubrificazione omogenea dello strato magnetizzabile. Come possiamo vedere nel



immagine 27



immagine 28

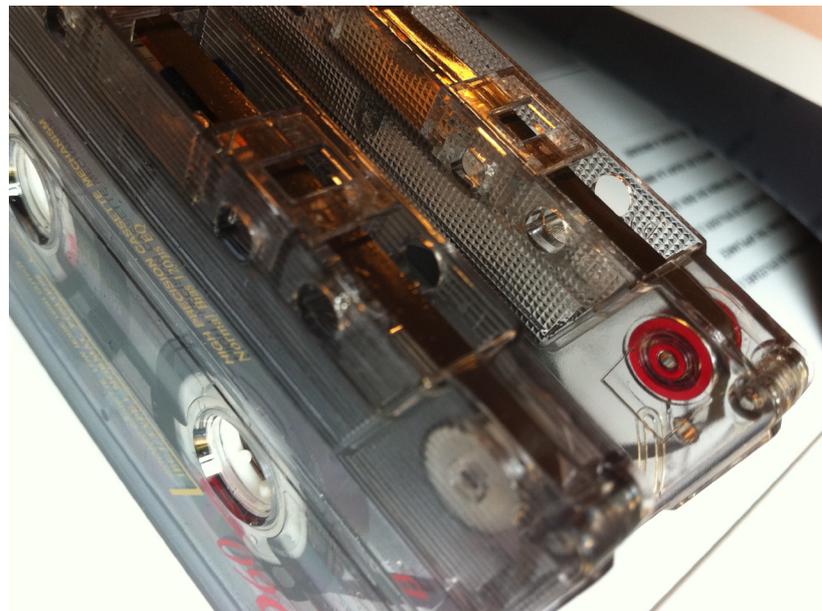


immagine 29

nastro a destra (immagine 29) i risultati sono stati migliori con l'applicazione del panno fra spugna e nastro.

Durante le operazioni l'attrezzatura ha subito notevoli danni, tutti reversibili ma che richiedono una continua pulizia di cinghie e di tutto il sistema di trazione del nastro, rendendo di conseguenza le operazioni difficili e eccessivamente impegnative visti i risultati.

Incubazione**GFSL0001 NT-I-3X**

Scotch dynarange C90

booklet front L.Benassai 1

etichetta 1 LICURGO BENASSAI 13-9-1981

etichetta 2 segue LICURGO BENASSAI

La cassetta in prima analisi appare in buone condizioni, viene svolta senza problemi sia manualmente che meccanicamente. Durante la riproduzione del lato A al minuto 34'34" il riversamento viene interrotto a causa di evidenti problemi di trascinamento, si presume per mancanza del lubrificante. Il riversamento è avvenuto incompleto per entrambi i lati, per il lato A fino al minuto 34'34" e per il lato b dal minuto 11'26". Durante entrambi i riversamenti sono udibili squealing persistenti per quasi l'intera durata del nastro. In analogia coi nastri open reel abbiamo ipotizzato che il nastro sia affetto da uno o più dei seguenti problemi: perdita del lubrificante o idrolisi (SSS), o più genericamente da degrado del legante, *Soft Binder Syndrome*.

Alle ore 10 del giorno 12/07/2011 è stato avviato il trattamento termico in incubatore alla temperatura di 45°C e umidità relativa 20% RH, per 8 ore.

Spento il forno alle ore 18.00 del giorno stesso procediamo col riversamento. Possiamo notare come gli effetti di squealing persistano e addirittura occorran in zone dove prima l'audio non ne era affetto.

La digitalizzazione viene interrotta al minuto 19'27" sempre per problemi di trascinamento del nastro.

Possiamo ipotizzare dunque che il periodo di incubazione ha danneggiato ulteriormente il supporto favorendo l'evaporazione del lubrificante del nastro.

In seguito al fallimento del processo di incubazione a caldo ai fini del restauro ipotizziamo che il nastro non sia idrolizzato, ma presenti i sintomi della perdita del lubrificante: sulla base degli esempi riportati da Hess^[15] optiamo per un periodo di incubazione a 4°C e umidità relativa al 20%RH.

Purtroppo le condizioni ambientali della sala che ospita l'incubatore non permettono al sistema di raggiungere le condizioni operative ideali: la temperatura di partenza ha rag-

giunto i 9°C e l'umidità relativa il 67%RH. Il mangianastri e la cassetta sotto test sono stati collocati all'interno dell'incubatore per una giornata in modo tale da evitare shock termici immediatamente precedenti la riproduzione.

Già su altri nastri avevamo potuto notare come il riavvolgimento manuale fosse migliorato nel periodo immediatamente successivo l'incubazione a freddo, come nel caso degli item: GFSL0002 e GFSL0010 (non richiedendo alcun altro intervento necessario in questi due ultimi casi) e così è avvenuto per il GFSL0001.

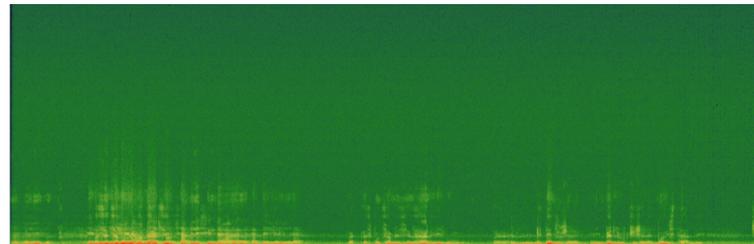


immagine 30 Spettrogramma di una porzione di nastro pre periodo di incubazione

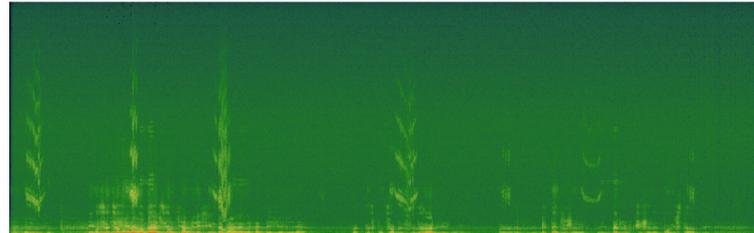


immagine 31 Stessa porzione di nastro post incubazione

GFSL0002 NT-I-3a

Scotch dynarange C90

booklet front L.Benassai 2

etichetta 1 L.Benassai –reg-13-9-1981

GFSL0010 NT-I-57

Scotch dynarange C90

booklet front Spicchio

booklet int.1 colloquio con campagnini di Spicchio Vinci

booklet int.2 Vignozzi Alfredo

La riproduzione sotto queste condizioni è avvenuta senza problemi e lo squealing è scomparso per la maggior parte della durata del nastro era anche se in alcune regioni ancora udibile come al minuto 42' del lato A dell'item

GFSL0001.

Il problema da verificare immediatamente dopo è stato la durata di questi effetti ovvero se l'incubazione a freddo ha effetto solo se combinata con una riproduzione alle medesime condizioni o se perdura successivamente. Abbiamo pertanto provveduto ad un nuovo riversamento a temperatura ambiente il quale ha evidenziato come i problemi di trascinarsi scompaiano, ma come la cassetta riprenda a "squittire" ma con intensità del disturbo notevolmente attenuata.

GFSL0004

Scotch dynarange C90

booklet front A. Annunziati 2

etichetta 1 Armando Annunziati 17-6-1980

etichetta 2 Armando Annunziati 17-6-1980
(segue)

GFSL0007

Scotch dynarange C90

Etichetta 1 1) Vinicio Berlincioni

GFSL0009 NT-I-44

Scotch dynarange C90

booklet front Empoli

etichetta 1 Falaschi Bruno-sez. PCI di Empoli
dicembre 1980

etichetta 2 Rofi Rino-Gracci Amedeo sez. PCI
di Empoli dicembre 1980

booklet int.1 Bruno Falaschi sez. PCI di Em-
poli dicembre 1980

booklet int.2 Rino Rofi e Amedeo Gracci sez.
PCI di Empoli dicembre 1980

GFSL0008 NT-I-46a

Scotch dynarange C90

Booklet front CAPONI

Etichetta 1 UGO CAPONI Empoli 4-x-1980
int.

G.VERNI (INTEGRAZIONE DELLA I REG-
ISTRAZIONE)

Etichetta 2 SEGUE U.CAPONI

Booklet int. 1 EMPOLI 4.X.1980 SEZ. PCI
UGO CAPONI INT.G.VERNI (INTE-
GRAZIONE DELLA I REGISTRAZIONE)

Booklet int. 2 SEGUE U.CAPONI

Come prima cosa sottoponiamo la cassetta GFSL0008 ad un periodo di incubazione a freddo con conseguente riproduzione a freddo a 11°C e umidità relativa del 70% ma il nastro rimane comunque incollato su se stesso.

Sempre per la cassetta GFSL0008 ipotizziamo che si tratti di SSS.

Una volta riportato l'incubatore a temperatura ambiente impostiamo la temperatura su 45°C e umidità relativa al 20%RH.

Introdotta la cassetta alle ore 14:18 ed estratto alle ore 9:30 del giorno dopo, non presenta danni ma nemmeno miglioramenti e presenta lo stesso identico livello di degrado e malfunzionamento.

A questo punto la nostra ipotesi ritorna quella di un caso estremo di LOL e procediamo pertanto con un tentativo di lubrificazione con alcool isopropilico.

In seguito ai fallimentari tentativi di lubrificazione con l'olio di Jojoba, cambiamo procedura in favore della lubrificazione a base di Alcool Isopropilico.

I risultati sembrano buoni, il lubrificante non lascia tracce, non si deposita e non intacca nastro e cartriges ma come possiamo vedere dalle immagini scattate a pochi secondi l'una dall'altra, l'alcool evapora molto rapidamente.

Questa tecnica quindi può essere utile nel caso sia necessario separare delle spire, ma difficilmente l'alcool isopropilico avrà il compito di rilubrificare nastri durante la riproduzione e tanto meno avrà effetto permanente.

Ma la cosa più sorprendente riguarda il fatto che all'apertura del cartridge dell'ITEM GFSL0008 i problemi di trascinarsi sono completamente spariti.

Sulla pellicola che si trova tra il cartridge e le spire del nastro possiamo notare come si siano formati dei solchi e come in questi solchi il nastro abbia lasciato un deposito bruno.

Ne possiamo dedurre che lo "squittio" udibile nel riavvolgimento manuale e l'impossibilità di svolgere regolarmente il nastro nel caso di questo e delle altre cassette derivi dal degrado di questa pellicola e la conseguente pressione esercitata dalla stessa sul nastro.

Il cartridge di servizio utilizzato per il riversamento dei nastri con svolgimento problematico possiede una pellicola fra nastro e pareti della cassetta come in figura (immagine 34).



immagine 32A

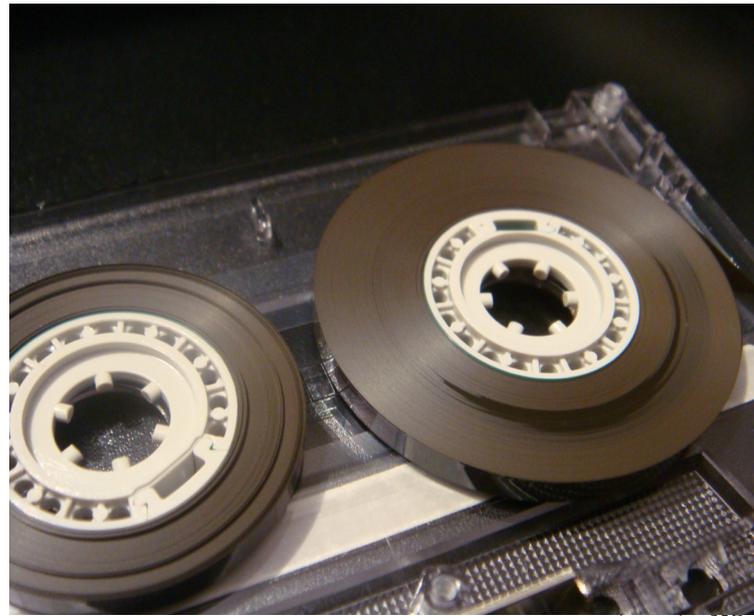


immagine 32D

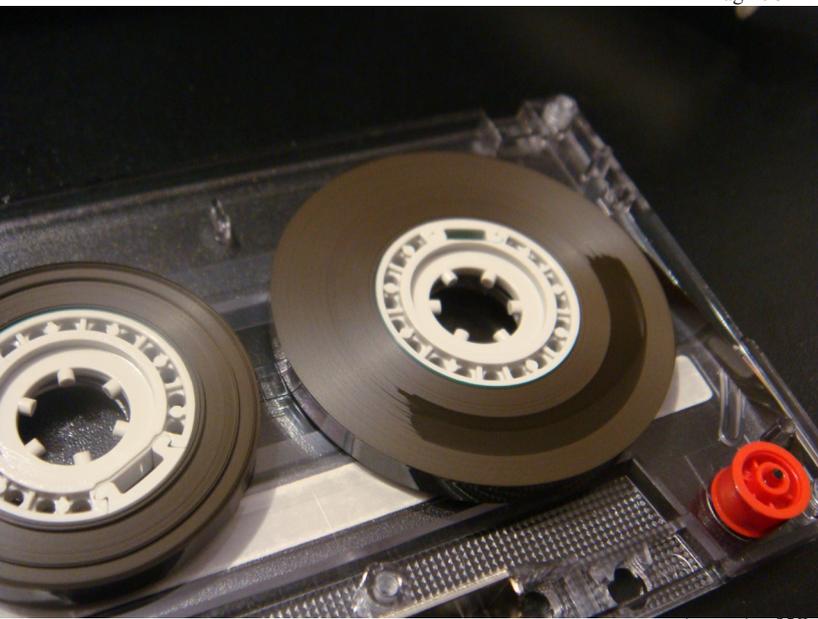


immagine 32B



immagine 32E



immagine 32C



immagine 32F

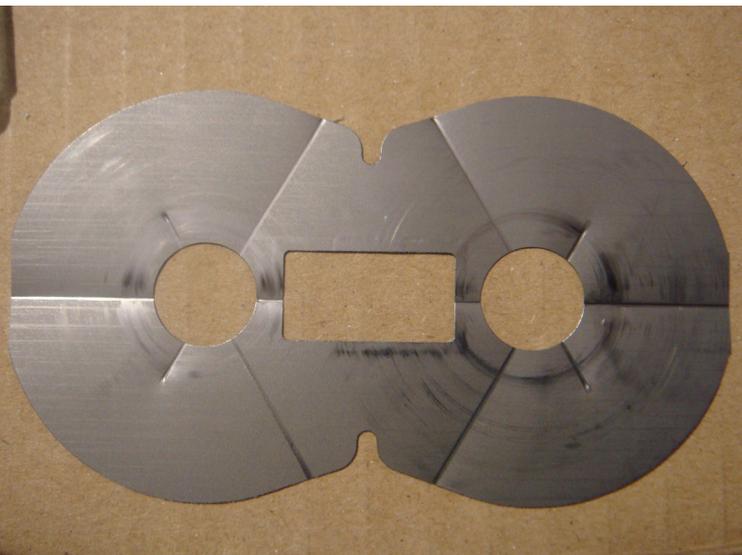
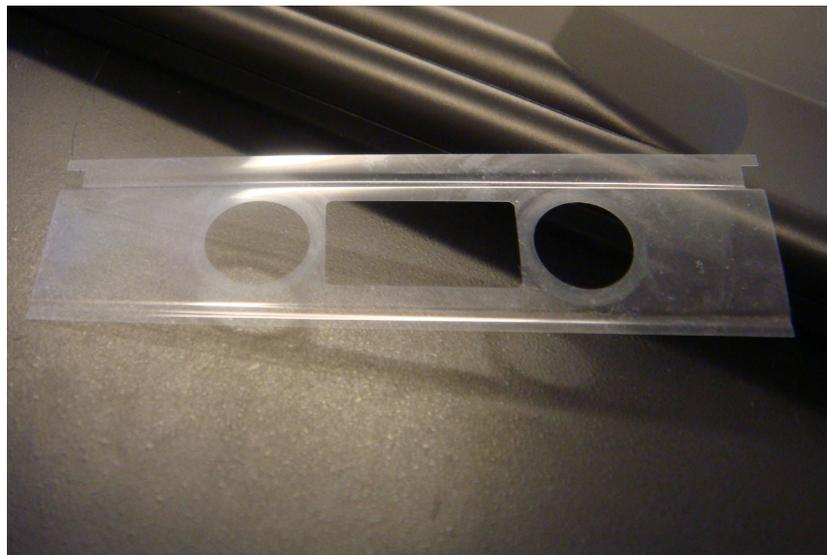


immagine 33



etichetta 2 segue L.Benassai

immagine 34

che sembra non trattenere residui e permettere un migliore scorrimento del nastro.

Le restanti cassette del lotto preso in considerazione hanno avuto un comportamento anomalo

rispetto a tutte le altre esaminate finora.

In prima analisi anche per loro era stata ipotizzata una generica SBS, invece dopo un periodo di climatizzazione in condizioni ambientali normali all'interno dello studio A del MART-lab sembrano aver riacquisito la loro funzionalità completa, permettendo riproduzione e riversamento con metodi standard.

GFSL0003

Scotch dynarange C90

booklet front L.Benassai 2

etichetta 1 L.Benassai segue II parte

etichetta 2 L.Benassai (prosecuzione e fine)

GFSL0005

Audio Magnetics C90 low noise

booklet front Cirri R. 3

etichetta 1 5 Cirri Rineo

etichetta 2 6 Cirri Rineo

GFSL0006

DC90 TDK

booklet front L.Benassai-ISRT 4-2-1981 (II parte)

etichetta 1 1)Ernesto Montanelli 2)Licurgo Benassai

CONCLUSIONI

Lo studio qui sopra presentato mette in luce risultati particolarmente interessanti.

Nello studio delle cause di invecchiamento e degrado dei nastri magnetici spesso troviamo che le principali cause sono di natura chimica e non fisica, se si escludono rotture o danni provocati dall'erronea manipolazione dei supporti.

Questo lavoro dimostra invece come nel caso delle compact cassette, problemi di natura chimica abbiano effetti di natura fisica che rendono il supporto inutilizzabile.

Su 10 item analizzati e trattati sono state effettuate le seguenti operazioni:

gere in futuro è **senza dubbio la rilubrificazione** col decametilciclopentasilossano, meglio conosciuto come D5, fortemente sostenuta da Hess^[15], che sembra dia ottimi risultati sotto molti punti di vista.

Per quanto riguarda i nastri spezzati, le considerazioni sono simili.

Nel nostro caso i nastri hanno subito danni esclusivamente in riproduzione o riavvolgimento a causa del mancato scorrimento di una delle bobine.

Anche in questo caso possiamo dire che la causa è sempre il mancato scorrimento di una o entrambe le bobine a causa di un'eccessiva quantità di detriti depositati sulle pellicole poste fra nastro e pareti interne del cartridge.

	INCUBAZIONE A CALDO	INCUBAZIONE A FREDDO	SOSTITUZIONE CARTRIDGE
GFSL0001	X	X	X
GFSL0002		X	
GFSL0003			
GFSL0004			X
GFSL0005			
GFSL0006			
GFSL0007			
GFSL0008	X	X	X
GFSL0009			X
GFSL0010		X	

tabella 7

Il trattamento che ha avuto più successo è stato senza dubbio la sostituzione del cartridge. Possiamo quindi dire che una delle cause principali di degrado del sistema compact cassette è l'invecchiamento delle pellicole presenti fra nastro e pareti del cartridge e

l'assorbimento da parte di queste di detriti prodotti dal degrado del nastro.

Queste pellicole quindi esercitano una pressione sulle spire del nastro che non solo non permette la normale trazione ma creano notevoli problemi dal punto di vista audio, facilmente risolvibili con l'ausilio di cartridge di servizio.

Per quanto riguarda gli esperimenti di test possiamo senza dubbio dire che il metodo con l'olio di jojoba risulta eccessivamente invasivo e di difficile gestione.

L'utilizzo di alcool isopropilico si presta bene invece, se accompagnato dall'apertura del cartridge e dalla sostituzione dello stesso, ma crea effetti esclusivamente temporanei.

Un esperimento che ci riserviamo di svol-

Una volta effettuata la sostituzione del cartridge nessun nastro ha più dato segni di cedimento.

In conclusione, dopo aver esaminato le cause originali dei problemi e aver in più modi tentato di risolverli possiamo affermare che:

1. il supporto compact cassette è ancora uno strumento valido per l'archiviazione dei segnali audio,
2. le cause imputabili al malfunzionamento sono di natura chimica ma differenti da altri supporti magnetici,
3. le operazioni per il recupero e il ripristino sono semplici e di facile realizzazione,
4. occorre una migliore conoscenza della composizione chimica dei bulk originari.

APPENDICE A LINEE GUIDA IASA

Sin dagli anni '70 gli archivisti hanno sempre raccomandato nastri da ¼ di pollice come il miglior supporto per l'archiviazione del sonoro, e nonostante il rumore inerente e l'incombente decadimento chimico è tuttora considerato un supporto stabile e affidabile.

I nastri sono stati resi commerciabilmente fruibili in Germania dal 1935, ma è stata senza dubbio la distribuzione Americana dal 1947 a rendere veramente popolare e standard questo prodotto.

I primi nastri venivano prodotti in acetato di cellulosa e succesivamente verrà introdotto il poliestere (PET).

Le due produzioni continueranno in parallelo (acetato e PET con base in acetato), e verranno rimpiazzate nei tardi '60 con nastri a base poliuretana.

La BASF ha prodotto nastri in PVC a partire dalla metà dei '40 fino al 1972, e come loro anche la 3M produsse i suoi 311 in PVC a partire dal 1960.

Tra i primi anni '40, e i tardi '50 comparvero anche dei nastri con base in carta.

Nel '39 il pigmento utilizzato era ($\gamma\text{Fe}_3\text{O}_2$) spesso chiamato "ossido" il quale è rimasto praticamente identico fino alla denominazione del TYPE I.

TYPE II cobalto dopato $\gamma\text{Fe}_3\text{O}_4$ oCrO_2 .

TYPE III ($\gamma\text{Fe}_3\text{O}_2$) eCrO_2 .

TYPE IV ferro puro.

I materiali che legano le particelle magnetiche alla base sono i più soggetti a danni di tipo chimico. In particolare le tipologie con basi poliuretaniche e substrato in PET.

Idrolisi

Molti dei nastri prodotti a partire dal 1970 mostrano degli artefatti dovuti alla corruzione chimica del legante.

Spesso descritta come sticky shead syndrome, la componente principale della reazione può essere catalogata come idrolisi: che consiste nella decomposizione chimica del legante con produzione di acqua; caratterizzata dalla produzione di un deposito appiccicoso bianchiccio o tendente al marrone che accompagna una notevole perdita della qualità audio.

Temperatura e umidità controllata.

L'idrolisi prevede la rottura di un legame chimico con introduzione di acqua, creando una ricombinazione non definitivamente irreversibile.

Questa condizione può essere ribaltata eliminando del tutto l'acqua presente nel nastro, per esempio introducendo il nastro in un ambiente con un tasso di umidità dello 0% per un periodo esteso, anche per parecchie settimane.

Innalzando la temperatura, la reazione viene catalizzata.

Diversi test hanno dimostrato che questo tipo di procedura non sempre restituisce completamente allo stato originale il materiale.

Svolgimento termocondizionato

A volte nastri particolarmente degradati rischiano di vedere le loro spire incollate fra loro e uno svolgimento incontrollato potrebbe danneggiarli. In alcuni casi è possibile applicare aria calda direttamente sulla zona in questione e svolgendo il nastro alla velocità di 10-50 mm per minuto.

Elevata temperatura-bassa umidità

Un comune approccio utilizzato nel trattamento dei nastri idrolizzati è la cottura in incubatore a temperatura stabile a 50°C e con lo 0% di umidità per un tempo di 8-12 ore. A 50°C probabilmente avremo già raggiunto la G.T.T. (glass transition temperature-temperatura di transizione vetrosa) del legante, temperatura alla quale un collante perde flessibilità. Non è prevedibile però se questa sia una condizione irreversibile e se abbia effetto a lungo termine sulle caratteristiche chimico-fisiche del materiale.

In ogni caso avremo delle migliorie a breve termine, dal punto di vista elettroacustico, riportando le caratteristiche di riproduzione alle condizioni originali.

Riavvolgere il nastro trattato sovrappoendolo a un nastro vergine può avere dei benefici sull'effetto copia causato dall'innalzamento della temperatura, così come svolgere e riavvolgere lo stesso più volte.

Quest'ultima procedura ha avuto un grande successo ma non è possibile praticarla con attrezzature domestiche.

I forni domestici hanno purtroppo uno scarso controllo della temperatura che potrebbe scavalcare la soglia di sicurezza, in più la tempera-

tura non è stabile ma aumenta e diminuisce intorno al livello prestabilito e questo potrebbe danneggiare il nastro.

Attrezzatura riproduttiva

Riproduttori professionali di cassette non sono più reperibili sul mercato. Questo è un grosso problema per il mondo degli archivi, poichè larghe fette di questi sono costituite da questo tipo di supporti. Per un magnetofono professionale sono caratteristiche auspicabili: costruzione meccanica solida, possibilità di correggere la velocità di riproduzione e l'azimuth e uscite audio bilanciate.

Un adeguato strumento da archivio deve includere le seguenti caratteristiche di riproduzione: velocità di riproduzione a 7/8, 15/16 e 3 3/4 ips; correzione velocità migliore dello 0,3%; wow e flutter pesato a 0.1%; risposta in frequenza da 30 Hz a 20KHz a (+2,-3dB); possibilità di riprodurre compact cassette con eq Type I, II e IV.

La maggior parte dei riproduttori di audio cassette correggono l'equalizzazione verificando le fessure presenti o meno sul top dell'involucro. Nel caso questo non avvenga solitamente è possibile selezionare l'eq con uno switch esterno. Il tipo III può essere un problema poichè possiede un involucro identico al tipo I ma necessitano dell'equalizzazione del tipo II.

Equalizzazione di riproduzione

La rappresentazione del segnale nella maggior parte dei formati analogici è deliberatamente non lineare. Una corretta riproduzione prevede pertanto anche una corretta equalizzazione della risposta.

APPENDICE B PRINGHT TROUGH

Per *Pringht Trough* si intende il trasferimento non intenzionale della magnetizzazione da uno strato del nastro, agli strati magnetici adiacenti nelle spire di una bobina avvolta.

Il risultato è un segnale di basso livello sulla spira precedente e su quella successiva.

L'effetto è tanto più evidente, quanto segnali intensi vengono preceduti e/o seguiti da segnali meno intensi (50-60 dB più debole del segnale originale).

Il processo di trasferimento della magnetizzazione ha proprietà lineari che ne semplificano la previsione e il trattamento.

X = campo magnetico

M = magnetizzazione impressa

xp = suscettibilità alla scrittura

$$X \cdot xp = M$$

I nastri magnetici sono costituiti da particelle in grado di mantenere una determinata magnetizzazione sotto certe condizioni fisiche, atmosferiche e magnetiche.

La magnetizzazione dei domini magnetici è un processo energetico che prevede il superamento di una soglia.

Affinchè un dominio magnetico subisca un'orientazione ad opera di un corpo esterno X, è necessario che tale corpo possieda l'energia sufficiente per far superare al dominio magnetico il valore della soglia di coercitività.

Lo stesso vale per domini magnetici adiacenti.

La presenza di campi esterni d'intensità inferiore al valore di coercitività Xc contribuisce alla redistribuzione energetica dei domini magnetici del nastro: il campo quindi, si somma sottrae a quello dei rispettivi domini.

A tutto si somma l'effetto dell'agitazione termica.

L'orientazione dovuta al campo esterno è un processo deterministico, mentre la variazione d'orientazione, dovuta all'agitazione termica delle particelle magnetiche è di natura probabilistica e segue una legge del tipo:

$$\frac{1}{\tau} = f_0 e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$$

(probabilità temporale)

$$f_0 = 10^q s^{-1}$$

$\Delta E = \text{barriera enegertica}$

$$K = 1,38 \cdot 10^{-23} J/k$$

$\tau = \text{tempo di rilassamento}$

In assenza di campi esterni si ha probabilità unitaria per l'orientazione dei domini di entrambi i versi e nel tempo il sistema tende all'equilibrio termico e magnetico (magnetizzazione globale nulla).

L'applicazione di un debole campo magnetico aumenta la probabilità di orientazione termica nella direzione del campo (supermagnetismo). Definito il campo magnetico X, il tempo necessario a raggiungere l'equilibrio termico delle particelle magnetiche si individua valutando il più basso tempo di rilassamento:

$$t = \tau_x \frac{e^{\Delta E_x/kT}}{f_0}$$

Dove è il livello energetico della barriera che i domini con orientazione inversa a quella di X devono superare per portarsi all'equilibrio. Se t è il tempo di conservazione del nastro, durante il quale si verifica l'effetto del print through, allora in un nastro i cui domini magnetici hanno una determinata distribuzione di l'equilibrio termico verrà raggiunto da quelle particelle che hanno soglia di energia:

$$\Delta E_x \leq kT \ln f_0 t$$

Nastri costituiti da particelle di hanno barriere energetiche esprimibili con la formula:

$$\Delta E_x = \frac{\mu_0 MV (X_c - X)^2}{2X_c}$$

M= magnetizzazione

X_c =coercitività

V=volume

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} X/m$$

Alla temperatura T, sotto l'effetto del campo X, e per un tempo t, tutti i domini magnetici con coercitività minor di X_c raggiungeranno l'equilibrio termico.

$$X_c = X + X_T$$

$$X_T = X_p + \sqrt{(X_p + 2X)}$$

$$X_p = \frac{kT \ln(tf_0)}{\mu_0 MV}$$

$$\text{Per } \gamma - Fe_2O_3 - CrO_2 : M=370kA/m \\ V = 5 \cdot 10^{-21} m^3 \\ f_0 = 10^9 \dots \dots$$

Questa trattazione è estremamente semplificata in quanto il fenomeno del print through coinvolge un'ampia gamma di parametri.

I principali parametri trascurati e che devono esser presi in considerazione sono:

- mancanza di perfetta orientazione delle particelle magnetiche;
 - complessità intrinseca del fenomeno di orientazione magnetica;
 - mutue interazioni tra le particelle magnetiche.
- Questi tre fattori sono fra loro correlati.

Il meccanismo di riduzione della barriera energetica comporta una redistribuzione della coercitività.

E' sbagliato estendere i risultati dello studio di una singola particella al comportamento dell'intero nastro, primo perché la singola particella in se possiede una coercitività tanto più elevata quanto più è piccola e di forma aciculare; secondo perché sebbene le particelle siano termicamente attive, l'essere piccole e possedere un piccolo momento non comporta una maggior concentrazione di print through. Terzo è dimostrato che al diminuire delle dimensioni delle particelle il print through non cresce significativamente, fino a un valor limite in cui la dimensione delle particelle è tale da renderle superparamagnetiche.

Le particelle di gamma ferrite e diossido di cromo drogate con Co di struttura cubica, sebbene presentino una più elevata coercitività rispetto a quelle aciculari non drogate, sono più instabili termicamente e, possedendo una più bassa barriera energetica sono più soggette al fenomeno del print through.

L'effetto è attribuibile alla non omogenea distribuzione del Co e alla disparità dei valori di coercitività.

Si considera una porzione di nastro su cui è impressa la magnetizzazione di un'onda sinusoidale di lunghezza d'onda lambda. Tale por-

zione è avvolta su una flangia ed è circondata internamente ed esternamente da due porzioni di nastro vergine.

Se è impresso il flusso di cortocircuito sul nastro, gli avvolgimenti interno ed esterno subiranno la generazione, ϕ_s dalla porzione di nastro magnetizzato, di un campo X:

$$X = \frac{2\pi\phi_s}{\lambda W\mu_0} e^{-\frac{2\pi(ds+y)}{\lambda}}$$

d=spessore strato magnetico

ds=spessore della base

X_p =susceptività magnetica

W=ampiezza della traccia registrata

y=distanza

A distanza y dal nastro magnetizzato, sia dalla parte interna sia da quella esterna, il campo è il medesimo.

Dopo un certo tempo a una certa temperatura in nastro sarà magnetizzato trattenendo una magnetizzazione:

$$M = x_p X$$

Sulla superficie del nastro magnetizzato, il campo ha intensità:

$$X = \frac{\pi}{\lambda} \int_0^d M(s) e^{-\frac{2\pi s}{\lambda}} ds$$

s = distanza variabile all'interno dello strato magnetizzabile

Quindi il flusso impresso è:

$$\phi_0 / \phi_i = x_p e^{-\frac{2\pi ds}{\lambda}} \cdot \frac{1}{4} [1 - e^{-\frac{4\pi d}{\lambda}}]$$

$$\phi_0 / \phi_i = x_p e^{-\frac{2\pi(ds+d)}{\lambda}} \cdot \frac{\pi d}{\lambda}$$

La differenza fra le due espressioni è dovuta al fatto che lo strato magnetizzato mantiene gran parte dell'informazione sulla superficie più lontana dalla spira interna.

Si definisce print through P come il livello del rapporto dei flussi espressi in decibel:

$$P_0 = 20 \log_{10} [x_p e^{-\frac{2\pi ds}{\lambda}} \cdot \frac{1}{4} (1 - e^{-\frac{4\pi d}{\lambda}})] \text{ outer}$$

$$P_i = 20 \log_{10} [x_p e^{-\frac{2\pi(ds+d)}{\lambda}} \cdot \frac{\pi d}{\lambda}] \text{ inner}$$

In entrambi i casi il print through cala al diminuire di lambda.

L'andamento ha comunque un massimo che cade con buona approssimazione attorno alla lunghezza d'onda:

$$\lambda_{max} = 2\pi(d + ds)$$

$$P_{max} = 20 \log_{10} \frac{x_p R}{2e(1 + R)}$$

con $R = d/ds$

Esiste una sostanziale differenza fra P_0 e P_i , compresa a volte tra 4 e 8 dB, il valore più elevato dipende dal sistema di avvolgimento.

Il valore di P più elevato si azzera sulla spira il cui strato magnetizzabile è dal lato rivolto verso la spira col segnale originale.

La differenza tra P_0 e P_i dipende molto dal materiale magnetico.

Il valore di p più elevato sullo strato più vicino è spiegabile considerando la divisione di magnetizzazione.

Nelle formule precedenti non si fa distinzione fra la componente verticale e quella orizzontale del campo magnetico.

Tali caratteristica può essere inglobata in X_p distinguendo tra susceptività longitudinale e trasversale.

Supponiamo che il nastro sia suscettibile alla magnetizzazione longitudinalmente e trasversalmente, si introducono quindi i valori e tali che $x_p = x_p^e + x_p^t$.

Sebbene il campo X presenti la stessa intensità di magnetizzazione sia longitudinalmente che trasversalmente, il relativo effetto delle spire adiacenti dipende fortemente dal tipo di materiali, ovvero dai rispettivi valori di x_p^e e x_p^t .

Verso la spira interna i campi si sommano verso quella esterna si sottraggono.

Essendo la superficie dello strato magnetico della spira esterna più vicina alla spira centrale, su di essa l'effetto della somma dei campi è più intenso.

La differente magnetizzazione delle due spire

è più evidente valutando la differenza o il rapporto tra P_0 e P_i :

$$P_0 - P_i = 20 \log_{10} \left| \frac{x_p^e + x_p^t}{x_p^e - x_p^t} \right| \frac{\sinh 2\pi \frac{d}{\lambda}}{2\pi \frac{d}{\lambda}}$$

E' quindi sufficiente una differenza minima tra x_p^e e x_p^t per verificare lo scarto di 4-8dB tra P_0 e P_i .

Oltre che da tempo e temperatura, P dipende dalla lunghezza d'onda del segnale originale.

$$P(\lambda) = 20 \log_{10}(2\pi e) + 20 \log_{10} \frac{dt}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda} d_t (20 \log_{10} e)$$

APPENDICE C

BIAS

Ogni media magnetizzabile mostra delle caratteristiche non lineari, poichè la magnetizzazione stessa derivante dall'esposizione a un campo magnetico, non è proporzionale alla forza del campo stesso. Questo può portare a delle distorsioni udibili nell'informazione. Esiste però un metodo per la correzione di questa non linearità, tramite l'applicazione di una corrente di BIAS ad alta frequenza.

La frequenza di BIAS è prodotta da un oscillatore e solitamente sommata al segnale registrato dal microfono oppure impressa dal circuito di registrazione stesso.

Rientra in un range compreso fra i 30 e i 100 kHz in modo da non alterare l'informazione del segnale impresso e i due segnali vengono combinati senza alcun tipo di modulazione. La non linearità prima citata è ben illustrata matematicamente dalla caratteristica curva di trasferimento e matematicamente derivata dai cicli di isteresi (l'isteresi è la caratteristica di un sistema di reagire in ritardo alle sollecitazioni applicate e in dipendenza dello stato precedente). La curva e la funzione di trasferimento rappresentano la magnetizzazione prodotta dalla testina, e mostra come la non linearità si verifichi esclusivamente a valori particolarmente bassi, individuabili nell'area centrale del grafico, e a valori particolarmente alti, zone di saturazione. Le parti restanti del grafico sono piuttosto lineari e rappresentano una linearità accettabile della magnetizzazione del nastro.

All'aumentare della forza di magnetizzazione si verifica un aumento anche nella magnetizzazione risultante. Si può notare come la porzione verticale della curva è piuttosto rettilinea ed è proprio all'interno di questo segmento che si verificano le porzioni lineari di registrazione prive di distorsione e ciò dimostra come esista una relazione lineare e proporzionale tra un dato input e un risultante output. Questa relazione può variare al variare della tipologia di nastro, causa il tipo di ossido utilizzato. Questa porzione lineare prosegue fino alle zone di saturazione sia nel verso positivo che negativo, nelle quali, nel caso avvenga una magnetizzazione, si ottiene distorsione, disturbi nel segnale e scarsa risposta in

frequenza.

Nel visualizzare il processo di registrazione la curva di trasferimento mostra la forma d'onda risultante, somma di BIAS e segnale in ingresso. Si può notare come il segnale con BIAS collega essenzialmente gli "zero point" ai punti di segnale con bassa risposta in frequenza.

La posizione del BIAS all'interno della curva permette di pilotare il segnale verso le zone di linearità.

La traslazione della forma d'onda di input attraverso la curva di trasferimento, che vede come risultato la forma d'onda del segnale registrato, mostra come il segmento non lineare venga praticamente rimosso dal segnale di BIAS. Possiamo inoltre verificare come bassi o alti livelli di BIAS portino il segnale in zone non lineari causando distorsioni. In condizioni di basso segnale di BIAS, il segnale con livello più basso ricade nella regione di "zero point" causando distorsioni o rischiando di non essere riprodotto. In caso contrario, ovvero alto segnale di BIAS, il segnale rischia di distorcere facilmente a causa di un effetto chiamato auto cancellazione. Inoltre il rapporto segnale rumore deve essere ridotto in modo da evitare disturbi dovuti al nastro.

La curva di trasferimento ha una tipica forma

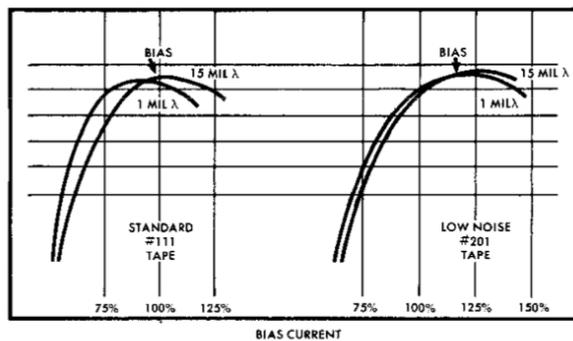


FIGURE 6. BIAS CURVES

immagine C1

per la maggior parte dei nastri ma esistono particolari modelli di nastro con differenti inclinazioni nella regione di "zero point", e differenti picchi di saturazione. La differenziazione dei profili delle curve è stabilita per ogni tipologia di nastro, e cambiando cambiano anche i requisiti delle impostazioni di BIAS.

Parlando di nastri ad alta coercitività possiamo trovarci di fronte a zone lineari particolarmente ripide, ne deriva la minore necessità di corrente di BIAS. Viceversa per nastri con bassa coercitività.

Per valutare i cambiamenti dei requisiti di

BIAS, bisogna prendere in considerazione la

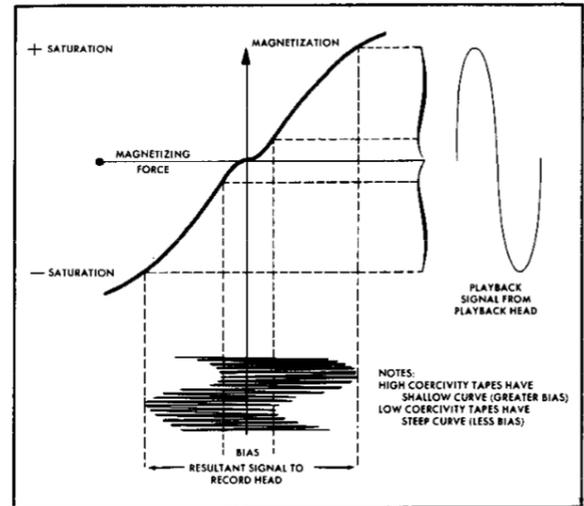


immagine C2

risposta del nastro alla lunghezza d'onda. La corrente di BIAS viene utilizzata per eliminare distorsioni ma influisce anche sulla risposta in frequenza e sul segnale in uscita. In termini costruttivi il BIAS è collegato anche a diverse caratteristiche costruttive come spessore e tipologia, qualità della distribuzione dell'ossido e levigatezza dello strato. Come regola generale una buona risposta alle alte frequenze è ottenibile utilizzando nastri ad alta coercitività, strato sottile e particolarmente scorrevole. Ciò può portare dei problemi nella riproduzione delle basse frequenze. Il settaggio di BIAS più frequente è quello nel quale il punto di picco è impostato sulle forme d'onda di lunghezza maggiore. Questa impostazione è giustificata dal fatto che la maggior parte d'informazione è compresa fra le basse e le medie frequenze dello spettro. Per compensare qualsiasi risposta sbilanciata in uscita è sufficiente regolare l'equalizzazione.

Ogni registratore ha le proprie indicazioni di settaggio del BIAS ed essendo impossibile dare delle istruzioni valide per ogni registratore può essere utile seguire le specifiche dei vari manuali.

Solitamente però si prende in considerazione il range tra i 500 e 1000 Hz sia audio che tramite un generatore elettronico. Si verifica che la macchina sia in buono stato che ogni componente meccanica lavori in maniera corretta, e che le testine siano pulite; nel caso di più testine, o testine stereo, la regolazione verrà reiterata. Queste operazioni vengono effettuate con riferimento la tipologia di nastro che più spesso viene riprodotta con quel macchinario. E' necessario impostare la macchina con velo-

cità a 7 ½ ips e livello intorno ai 20db (soglia minima di input), settare il generatore di segnale su 1 kHz e connetterlo all'ingresso del registratore. A questo punto verificare tramite i VU meter qualsiasi variazione di intensità e variare il BIAS fino al raggiungimento del livello massimo ottenibile. Portare il BIAS fino alla zona di saturazione per poi riportarlo al picco massimo. Conclusa questa procedura potrebbe essere necessario un ulteriore regolazione dell'equalizzazione tramite un semplice ascolto in riproduzione.

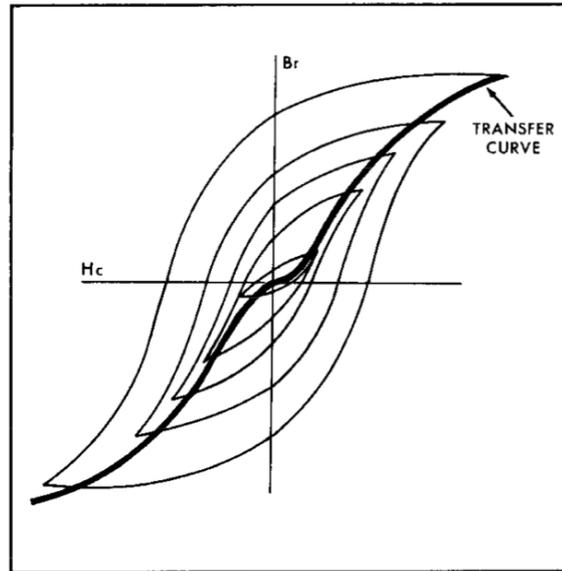


immagine C3

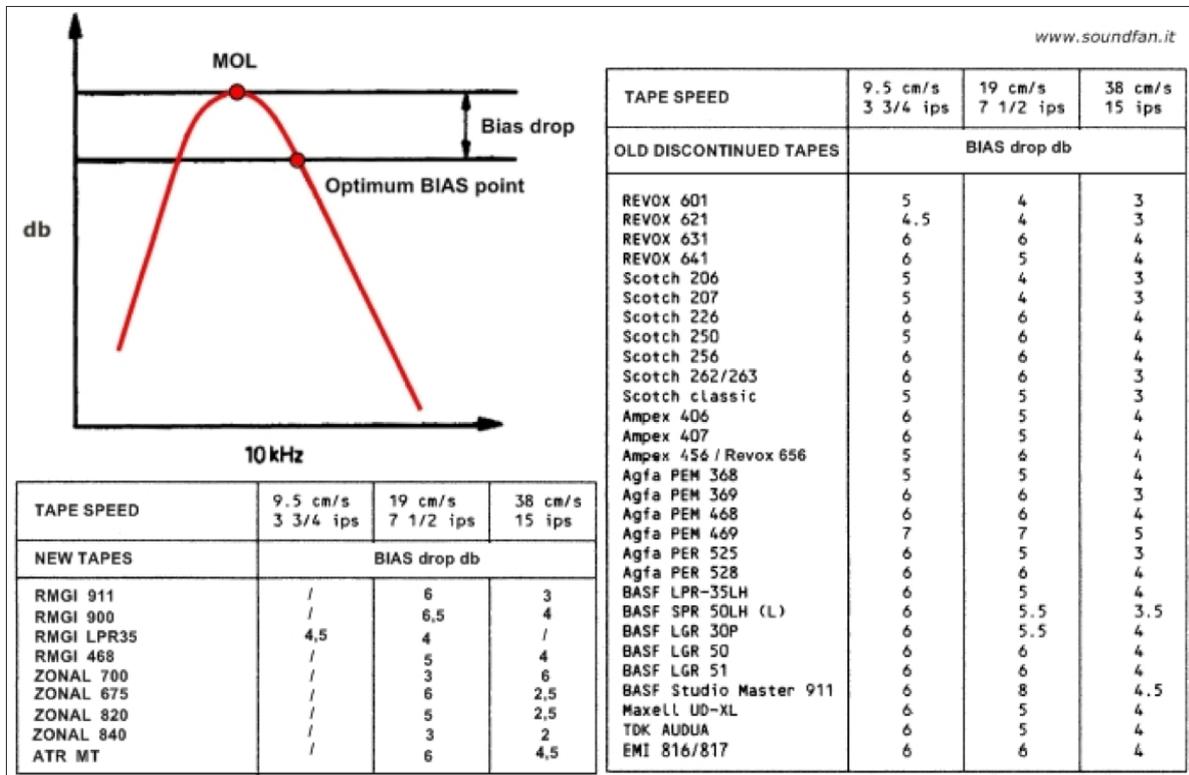


immagine C4

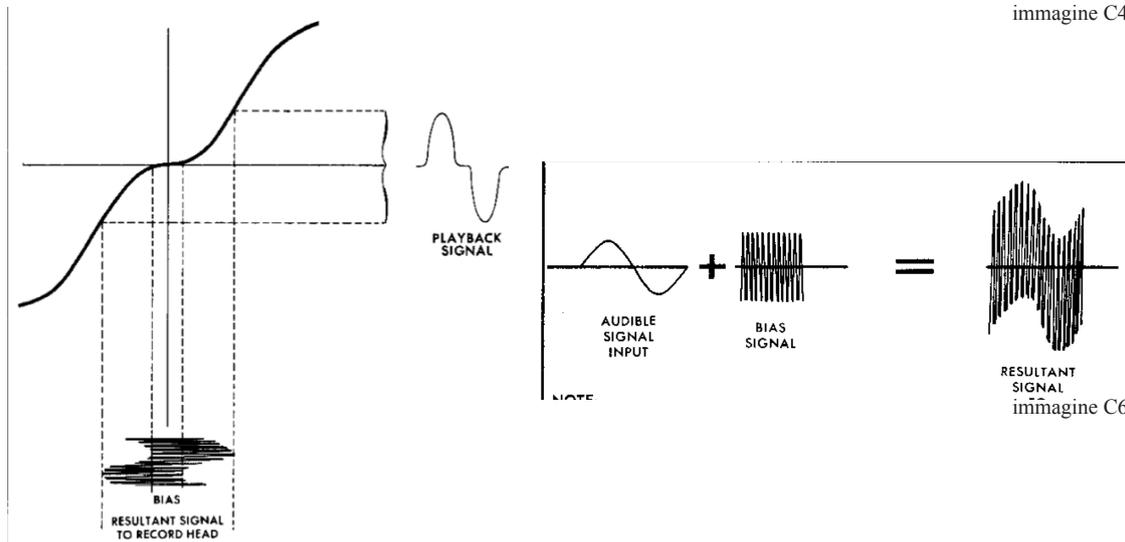


immagine C6

immagine C5

APPENDICE D

KAPTON

Il Kapton è una pellicola poliammide sviluppata da DuPont in grado di rimanere stabile in un'ampia gamma di temperature, dai -269 °C a +400 °C. Il Kapton è usato, tra le altre cose, nei circuiti stampati flessibili e nello strato esterno delle tute spaziali degli astronauti, progettate per garantire protezione termica e dalle micrometeoriti.

Esso è il prodotto di una reazione di condensazione tra la diammina e l'acido piromellitico, con liberazione di acqua. La sintesi del Kapton è un esempio dell'uso di una dianidride in una polimerizzazione a stadi. Il polimero intermedio, conosciuto come "acido poliammico", è solubile a causa dei forti legami a idrogeno con il solvente polare di solito utilizzato nella reazione. La chiusura della catena, avviene ad alte temperature (200–300 °C).

Il Kapton è stato largamente impiegato come isolante nei cablaggi elettrici per aviazione civile e militare, come conseguenza della maggiore leggerezza in confronto con altri isolanti, a parità di caratteristiche di isolamento e resistenza a temperatura. In seguito, fu notato che il Kapton non era molto resistente allo stress meccanico tipico dell'impiego aeronautico, principalmente vennero individuati fenomeni di abrasione all'interno dei cablaggi dovuti alle vibrazioni. Come conseguenza, molti velivoli hanno dovuto subire ampie operazioni di manutenzione ai cavi e, a volte, è stato necessario sostituire l'intero sistema di cablaggi con isolante in kapton, in quanto il mancato isolamento elettrico causava dei corto circuiti.

Il Kapton è anche comunemente usato come materiale per finestre passanti per tutti i tipi di sorgenti di raggi x (macchine di luce di sincrotrone e tubi a raggi x), e per i rivelatori di raggi x. La sua alta stabilità meccanica e termica, così come la sua alta trasparenza ai raggi x, ne fanno il materiale più indicato per questi scopi. Inoltre, non risente dei danni da irraggiamento. In questo modo può - almeno in quest'applicazione - sostituire il letale berillio.

John Schwartz. (EN) High Tech in the 70's, Shuttles Feel Their Age. The New York Times, Data pubblicazione 25-07-2005. .

J. L. Wright, Space Sailing, Gordon and Breach, 1992.

Janez Megusar (1997). Low temperature fast-neutron and gamma irradiation of Kapton® polyimide films. Journal of Nuclear Materials 245: 185-190.

Appendice E Curva di salita incubatore M80-RH

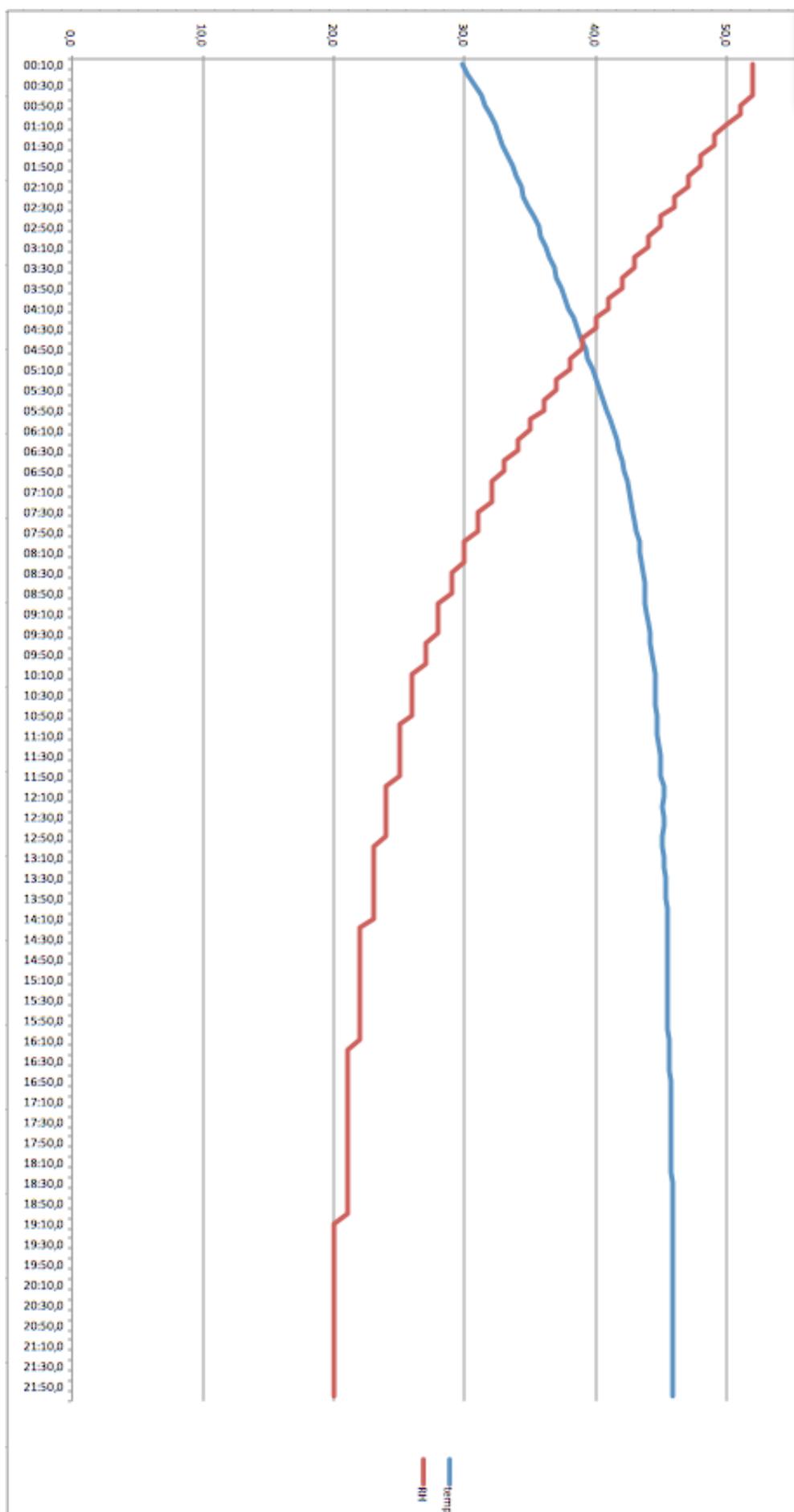


immagine E1

Appendice F Workflow

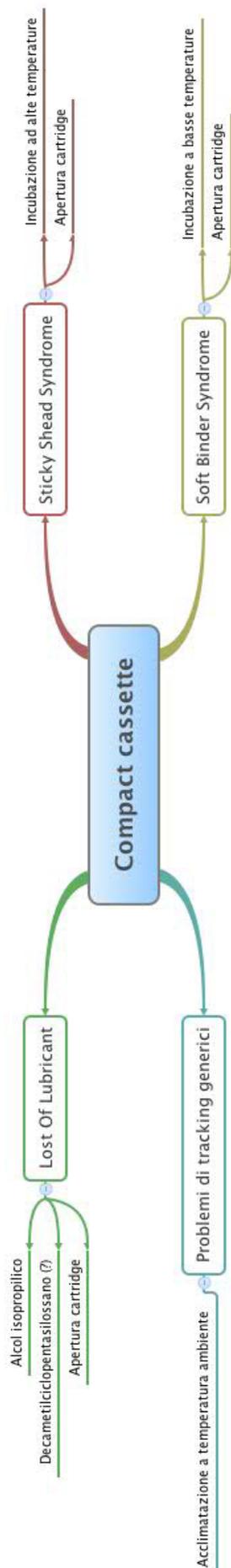


immagine F1

Nell'immagine a pagina 48 (immagine E1) è riportato il grafico della rampa di salita dell'incubatore utilizzato per i test di questo lavoro. In blu è rappresentata la temperatura in gradi centigradi e in rosso l'umidità relativa.

Nell'immagine di pagina 49 invece (immagine F1) è rappresentato il workflow per il trattamento delle compact cassette che necessitano restauro.

Bibliografia

- [1] Sergio Canazza
"Restauro Materiale Audio"
- [2] Dr. John W.C. Van Bogart National Media Laboratory June 1995
"Magnetic Tape Storage and Handling Guide for Libraries and Archives"
- [3] vintagecassettes.com (novembre 2011)
- [4] www.twilightmusic.it (novembre 2011)
- [5] <http://www.aes.org/aeshc/docs/3mtape/soundtalk/soundtalkv1n2.pdf> (novembre 2011)
- [6] Edward E. Cuddihy "Hygroscopic Properties of Magnetic Recording Tape"
- [7] <http://www.soundfan.it/> (novembre 2011)
- [8] <http://home.comcast.net/~mrltapes/eq-shift-tables.pdf> (novembre 2011)
- [9] IASA "Guidelines on the production and preservation of the digital audio objects"
- [10] Edward E. Cuddihy "Aging of magnetic recording tape"
- [11] Paolo Zavagna "Guida alla copia e al restauro dei documenti sonori"
- [12] Marvin Camras "Magnetic Recording Handbook"
- [13] Jay McKnight Magnetic Reference Laboratory
San Jose, CA USA <http://www.mrltapes.com>
- [14] "A Selected History of Magnetic Recording"
by Friedrich Engel and Peter Hammar; additional editing by Richard L. Hess
- [15] "Tape Degradation Factors and Challenges in Predicting Tape Life"
Richard L.Hess
- [16] <http://www.jazzpoparkisto.net/audio/audio113.html> (novembre 2011)
- [17] <http://studiolamia.altervista.org/polimeri.html> (novembre 2011)

Ringraziamenti

Al Professor Alberto Gaetti, per la pazienza, gli insegnamenti e il tempo dedicatomi.

Alla mia famiglia per il sostegno datomi e avermi spronato per ben 25 anni.

Al Clan: Paolo, Nicola, Antonio, Laura, Luca, Diego, Cristian e tutti gli altri, perchè fare Gruppo non ha molte accezioni, ma in ogni caso noi siamo la migliore.

Agli amici di sempre: Marco, Laura, Valerio, Nadir, Claudia eccetera.

A chi mi ha permesso di fare questo lavoro in senso tecnico e non solo: Antonio, Simona, Antonietta e Mimmo.

Ai compagni di questi due anni: Nicola, Lucrezia, Marcello, Luigi, Luigi Chelli, Alessandra, Micaela, Giacomo, Serena, Andrea, Maura, Anton, Rosanna, Nicola Mascia, Laura e tutti gli altri, per tutto.

A tutto il corpo docente di Musica e Nuove Tecnologie e a tutto il personale del Conservatorio Statale di Musica di Firenze per una serie di motivi troppo lunga per essere qui riportata.

