

Non è più un accessorio

# IL NASTRO MAGNETICO



può essere contenuto in «cassette» di vario tipo, che ne determinano il sistema di scorrimento; conserva la musica e la «rivela» alla testina del registratore; teoria di funzionamento e applicazione.

# Il nastro magnetico

## 1 NASCITA DELLA REGISTRAZIONE MAGNETICA; FABBRICAZIONE DEL NASTRO

Il fisico danese Valdemar Poulsen è generalmente considerato il padre della registrazione magnetica. Egli, pochi anni dopo l'invenzione del fonografo da parte di T.A. Edison, pensò di «immagazzinare» le vibrazioni dell'aria (onde sonore), convertendole in magnetizzazioni di un filo metallico.

Per tramutare il suono in segnali elettrici venne usato un microfono, la cui uscita alimentava un dispositivo (una rudimentale «testina di registrazione») che trasformava i segnali elettrici in variazioni di campo magnetico.

La «testina di registrazione» era mantenuta a contatto con il filo metallico in movimento, che pertanto si «magnetizzava» lungo tutta la sua estensione con un'intensità variabile e direttamente proporzionale a quella del suono originale.

In seguito, quando il filo metallico «magnetizzato» veniva fatto scorrere alla stessa velocità a contatto con la «testina», il campo magnetico immagazzinato nel filo causava un corrispondente segnale elettrico variabile ai capi dell'avvolgimento della testina stessa. Tale debole segnale alimentava direttamente una cuffia telefonica, ed i suoni originali potevano essere riscolti.

Era nata la «registrazione magnetica».

Naturalmente, innumerevoli progressi sono stati compiuti da quel lontano giorno: il filo magnetico, in uso ancora intorno agli anni '50, appartiene oggi alla «preistoria» della registrazione, poiché è stato scoperto che si potevano ottenere migliori caratteristiche e più basse velocità di scorrimento depositando piccolissime particelle magnetiche (ossidi) su un sottile supporto nastriforme (dapprima fu usata la carta, quindi l'acetato; oggi, invece, il poliestere costituisce il tipo di supporto più diffuso).

Grazie all'enorme diffusione raggiunta ai giorni nostri dalla registrazione magnetica sia a livello professionale che amatoriale, oggi il «nastro» è praticamente presente in ogni casa, anche per merito delle piccole «compact-cassette» ideate dalla Philips attorno agli anni 1960-63.

Ma come viene prodotto questo componente, che riveste un ruolo di enorme importanza anche nel campo dell'Alta Fedeltà?

Esaminiamo qui di seguito, a grandi linee, il processo di fabbricazione del nastro magnetico, soffermandoci poi sulla sua costituzione vera e propria.

### La fabbricazione del nastro

Il nastro magnetico, se di buona qualità, nasce in ambienti che necessitano di una enorme pulizia ed asetticità, talvolta superiori addirittura a quelle delle sale operatorie degli ospedali.

Infatti, per produrre un buon nastro, è necessario che lo stabilimento dove viene «costruito» sia privo di polvere e sporcizia, poiché queste sarebbero capaci di contaminare il prodotto, influenzando la sua qualità intrinseca, e, conseguentemente, quella del suono riprodotto.

Così, nella maggior parte degli stabilimenti di produzione, l'aria è filtrata e gli ambienti sono pressurizzati, in modo da prevenire contaminazioni dall'esterno; inoltre, il personale addetto indossa normalmente tute di tipo medico, mentre potenti sistemi di condizionamento provve-

dono a mantenere l'aria pulita, in modo che il nastro in lavorazione non venga assolutamente a contatto con alcuna sostanza esterna.

La prima operazione da compiere nella produzione di nastri magnetici è la miscelazione delle materie prime, costituite, come è noto, da due diversi tipi di materiali: il vero e proprio *ossido magnetico* ed il cosiddetto *legante*.

L'*ossido magnetico* è gamma-ematite ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), semplice o con l'aggiunta di Cobalto o Magnetite, oppure biossido di cromo (CrO<sub>2</sub>), a seconda del tipo di nastro da produrre; si trova sotto forma di polvere finissima, costituita dall'insieme delle particelle, le quali hanno forma pressoché cilindrica (ad «ago»).

Il *legante* ha soprattutto il compito di «fissare» lo strato di ossido; non è però una normale colla, ma un gruppo di materie chimiche di notevole complessità, che viene meglio definito come «sistema legante».

Quest'ultimo è un componente estremamente importante, poiché deve «legare» permanentemente l'*ossido* al *supporto*, prevenendo tra l'altro che l'ammassamento di particelle individuali possa formare dei «grumi». Inoltre, tra i vari componenti del «sistema legante» vi è un lubrificante, il quale impregna lo strato magnetico e serve ad allungare la vita dello stesso nastro e delle testine dei registratori. La maggior parte dei sistemi leganti non solo contiene sostanze adesive che soddisfano particolari requisiti (soprattutto in quanto a «forza» ed a «flessibilità»), ma anche altri componenti con scopi diversi, non ultimo quello di proteggere l'unione tra strato di ossido magnetico e supporto del nastro.

La «stabilità» dello strato magnetico è quindi affidata al legante, il quale riveste così un carattere di particolare importanza nel processo di fabbricazione del nastro, e determina, in ultima analisi, l'*affidabilità* di quest'ultimo.

L'esatta composizione chimica del «sistema legante» è un po' un «segreto di fabbricazione», ed è custodita gelosamente dai vari costruttori; comunque, anche senza scendere in particolari, vale la pena di accennare quali siano, a grandi linee, i principali elementi che concorrono alla sua costituzione:

- 1) Adesivi e collanti.
- 2) Elementi conduttivi.
- 3) Elasticizzanti.
- 4) Solventi.
- 5) Battericidi.
- 6) Lubrificanti.
- 7) Agenti bagnanti.

La maggior parte dei «sistemi leganti» contiene, in media, dalle venti alle venticinque materie chimiche, ognuna delle quali svolge una ben precisa funzione; queste, pertanto, debbono venire mescolate (in modo piuttosto complesso) nelle esatte proporzioni.

Oltre al *legante* ed all'*ossido magnetico* possono entrare in gioco, in questa fase di produzione del nastro, anche altre sostanze (*additivi*), che hanno lo scopo di migliorare le caratteristiche meccaniche od elettromagnetiche dello stesso. Il processo produttivo inizia con la miscelazione dei vari ingredienti (ossidi, leganti, eventuali additivi).

Le macchine preposte a questo compito sono di vario tipo; la maggior parte delle case costruttrici, infatti, a causa della delicatezza e dell'importanza di questa fase produttiva, dispone di un proprio tipo di «mescolatore», studiato a lungo ed appositamente realizzato.

Sostanzialmente, il «mescolatore» è simile alle macchine impastatrici per il calcestruzzo; si tratta di un contenitore metallico che può assumere diverse forme (solitamente è cilindrico), riempito con innumerevoli sferette in vetro od acciaio, le quali vengono agitate come in un gigantesco frullatore da alcuni dischi forati che si trovano nell'interno dell'apparecchio.

Le sferette in movimento hanno il compito di separare, il più delicatamente possibile, le particelle di ossido, mescolandole al legante; questa operazione dura, in genere, una cinquantina di ore, ed è attentamente controllata per evitare che i microscopici «aghi» di ossido possano rompersi; le particelle danneggiate, infatti, indebolirebbero le capacità di registrazione del nastro finito.

Poi, la soluzione viene filtrata e pompata in enormi contenitori, ove la «poltiglia» è mantenuta costantemente in movimento, per far sì che tutte le particelle rimangano in sospensione durante le successive operazioni di stesura sul supporto.

Come è già stato accennato in precedenza, il supporto del nastro magnetico, che un tempo era in carta e, successivamente, in acetato, oggi è pressoché generalmente realizzato in poliestere, a causa della «forza», della durata e della resistenza alle variazioni di temperatura e di umidità di questo materiale.

La macchina che provvede a spandere uniformemente sul supporto la «sospensione magnetica» è il cosiddetto «stenditore».

Poiché lo strato del rivestimento magnetico applicato è molto più sottile di un capello umano, questa è senz'altro la fase più «difficile» nella produzione del nastro; tra l'altro, la tolleranza nell'uniformità di stesura dell'ossido è dell'ordine dello 0,5%, il che corrisponde a circa *mezzo micron* (!).

L'omogeneità della stesura viene controllata con una testina simile a quella di un registratore, che, al variare dell'intensità del segnale, fa variare lo spessore dello strato applicato.

Lo «strato magnetico» deve risultare liscio ed uniforme; infatti, è proprio questa «uniformità» che determina in parte le caratteristiche qualitative del nastro, in quanto a *risposta in frequenza*, *distorsione*, *livello di uscita*, *rapporto Segnale/Rumore*, ed all'assenza di cadute di segnale («*drop-out*») che potrebbero manifestarsi come improvvise riduzioni di livello del segnale durante l'ascolto.

Così, l'uniformità della stesura dello strato magnetico è una delle caratteristiche più importanti del nastro; non a caso, alcuni produttori danno ampio risalto al fatto che nei nastri magnetici di cattiva qualità le particelle «magnetiche» presentano contorni irregolari e molti fori nel loro interno; inoltre, queste non possono essere, in tali nastri, riunite fittamente insieme (cioè con alta densità).

Tutto ciò significa che sulla superficie del nastro possono trovarsi «zone aperte» sulle quali è impossibile registrare, a causa dell'assenza, in quel punto, dell'ossido magnetico; in definitiva, vi è meno «spazio» per registrare il segnale audio.

Nei nastri di elevato livello qualitativo, invece, le particelle magnetiche presentano pochissimi «fori» ed hanno una forma più regolare; inoltre, esse sono molto più numerose (a parità di estensione del nastro), consentendo pertanto una maggiore «capacità» di registrazione (e riproduzione) del suono.

Ma torniamo al «processo di fabbricazione» del nastro magnetico, descrivendo la successiva fase di lavorazione.

Mentre lo strato steso è ancora in forma semiliquida, le particelle di ossido vengono «allineate», cioè gli aghi vengono orientati parallelamente alla lunghezza del nastro da un potente campo magnetico (generato da adeguati elettromagneti). Così, moltissime particelle possono essere allineate in una data direzione, il che consente un incremento della sensibilità del nastro (quindi una sua più alta «uscita»), e del rapporto Segnale/Rumore.

Subito dopo, il nastro magnetico passa dentro giganteschi forni che provvedono all'essiccazione del collante che trattiene l'ossido sulla «base»; quindi, il nastro così asciugato passa attraverso rulli cilindrici in acciaio cromato alternati a rulli di carta o di cotone.

La pressione tra i vari cilindri varia da 250 a 500 Kg/cm<sup>2</sup>.

Quest'ultimo processo produttivo avviene ad una temperatura di circa 100°C, dopodiché il nastro magnetico è avvolto in rotoli di circa 60/80 cm di larghezza.

Quindi, il nastro viene inviato in una macchina che provvede a tagliarlo secondo l'uso per il quale è stato destinato; i rotoli sono tagliati «a strisce» da grandi coltelli rotanti che devono essere perfettamente allineati per ottenere bordi privi di intaccature.

Poiché un bordo logoro o leggermente irregolare intaccherebbe la qualità del nastro, occorre che siano rispettate rigorose specifiche.

Si pensi che bisogna rispettare tolleranze di pochi millesimi di pollice per lunghezze di oltre tre chilometri di nastro. Naturalmente, la precisione di taglio delle macchine «a coltelli» è circa dello 0,005%.

Dopo questa prima operazione di taglio, il nastro subisce severi controlli qualitativi, e passa quindi al reparto di «confezionamento». Qui, le bande emulsionate vengono «sezionate» da una tagliatrice regolata sulle varie larghezze di nastro previste dalle norme internazionali;

quindi, dopo un ulteriore controllo qualitativo, il nastro magnetico viene avvolto sulle bobine od inserito nei vari tipi di caricatore (cassette, stereo 8 od elcaset).

Queste ultime operazioni sono generalmente eseguite da macchine completamente automatizzate; vengono così eliminati, particolarmente per ciò che concerne i nastri «in caricatore», i possibili errori dovuti al montaggio manuale.

Tutte le anzidescritte operazioni (schematizzate in Fig. 1) debbono avvenire, lo si è già veduto, in ambienti assolutamente puliti, in cui cioè la polvere sia completamente assente. Questa precauzione è assolutamente indispensabile in tutte le varie fasi di lavorazione del nastro magnetico, in quanto anche una microscopica particella estranea depositatasi accidentalmente sul supporto può causare un «drop-out» (diminuzione del livello del segnale registrato o, addirittura, perdita totale dello stesso).

Se il fenomeno citato può essere assai fastidioso nel campo delle registrazioni audio in Alta Fedeltà (ma tuttavia privo di effetti disastrosi), si pensi invece alle conseguenze che potrebbe avere nel campo dei computers, ove un improvviso «drop-out» del nastro impiegato può condurre a gravissimi errori di calcolo.

Per evitare simili pericoli, i produttori di nastro magnetico sono soliti adottare numerosi accorgimenti: ad esempio, tutte le finestre degli edifici che ospitano i vari reparti di produzione e confezionamento sono ermeticamente sigillate, mentre impianti di depurazione ben dimensionati purificano l'aria dei vari locali da tutte le impurità, e provvedono ad un periodico ricambio della stessa.

Le maestranze che operano nei vari reparti vi accedono solo con abiti speciali, preventivamente depurati e sterilizzati, passando addirittura attraverso «docce d'aria» che eliminano qualsiasi particella di polvere od altri eventuali corpi estranei.

Spesso, inoltre, affinché siano rispettate condizioni di pulizia estrema, le operazioni più delicate di fabbricazione e confezionamento vengo-

no eseguite da impianti totalmente automatizzati.

## Costituzione del nastro magnetico

Analizziamo adesso la costituzione di questo importante *software*. Sostanzialmente, lo si è già veduto, il nastro magnetico è costituito da un supporto di plastica su cui è applicato uno strato di materiale magnetico sotto forma di vernice (Fig. 2).

Le «vernici» impiegate sono di altissima qualità, pressoché simili alle cosiddette «lacche»; il loro colore è dovuto alle particelle delle sostanze magnetiche impiegate nel deposito. Queste ultime, ovviamente, sono molto piccole, ed hanno un aspetto aghiforme; si presentano cioè come dei minuscoli «aghi» affiancati gli uni agli altri, ciascuno dei quali (a causa delle ridottissime dimensioni) può venire considerato un magnete elementare unitario (Fig. 3).

Il materiale «di base» impiegato nel deposito è l'ossido magnetico, ottenuto mediante un processo chimico per mezzo del quale si formano i menzionati cristalli aghiformi, con rapporti tra lunghezza e larghezza che (a seconda dei materiali in gioco) possono variare tra 4:1 e 10:1.

Il supporto di plastica è una sottile striscia di acetato di cellulosa (comunemente detto «acetato»), od una pellicola di tereftalato poliestere (comunemente detto «poliestere») per quanto nel passato fosse largamente usato l'acetato, oggi il poliestere è il materiale maggiormente impiegato nella produzione del nastro magnetico.

Non va sottovalutata l'importanza che riveste il supporto ai fini del risultato finale; infatti questo deve possedere alcune proprietà del tutto particolari.

Anzitutto, la «pellicola» deve essere di una eccezionale levigatezza, poiché con un nastro non liscio non si rendono possibili buone registrazioni; inoltre, lo stesso supporto non deve assolutamente allungarsi o risultare elastico.

Infatti, una pellicola elastica o comunque capace di subire variazioni di lunghezza in seguito a sollecitazioni meccaniche (trazione) o diverse (temperatura, umidità, ecc.) non costituisce un buon supporto per il nastro magnetico, in quanto verrebbero prima o poi a manifestarsi delle «fratture» nello strato di ossido, con conseguenze disastrose per il segnale registrato. Ancora, il supporto magnetico deve essere molto flessibile, per poter scorrere il più vicino possibile alle testine del registratore, e deve essere comunque sottile, in modo da permettere l'avvolgimento su una bobina di una quantità tale di nastro che possa consentire una soddisfacente lunghezza di registrazione.

Ma torniamo alle nostre particelle magnetiche «aghi-formi».

Queste sono talmente piccole (la loro lunghezza varia da 1/4 a 5/4 di micron) da poter essere considerate come magneti elementari unitari. Se il nastro magnetico (su cui sono depositati i già menzionati magneti elementari) viene sottoposto a campi magnetici esterni, questi ultimi potranno agire sui piccolissimi magneti permanenti contenuti nel nastro stesso soltanto facendone variare l'orientamento (Nord/Sud), senza però poter aumentare o diminuire la loro intensità.

Poiché le particelle magnetiche dell'ossido sono disposte sul nastro con direzione parallela al movimento dello stesso, queste si trovano ad angolo retto rispetto alle testine del registratore. Quando il nastro è «smagnetizzato» (cioè non vi è «inciso» alcun segnale), metà delle particelle magnetiche elementari sono orientate in un senso, l'altra metà nel senso contrario. Ciò

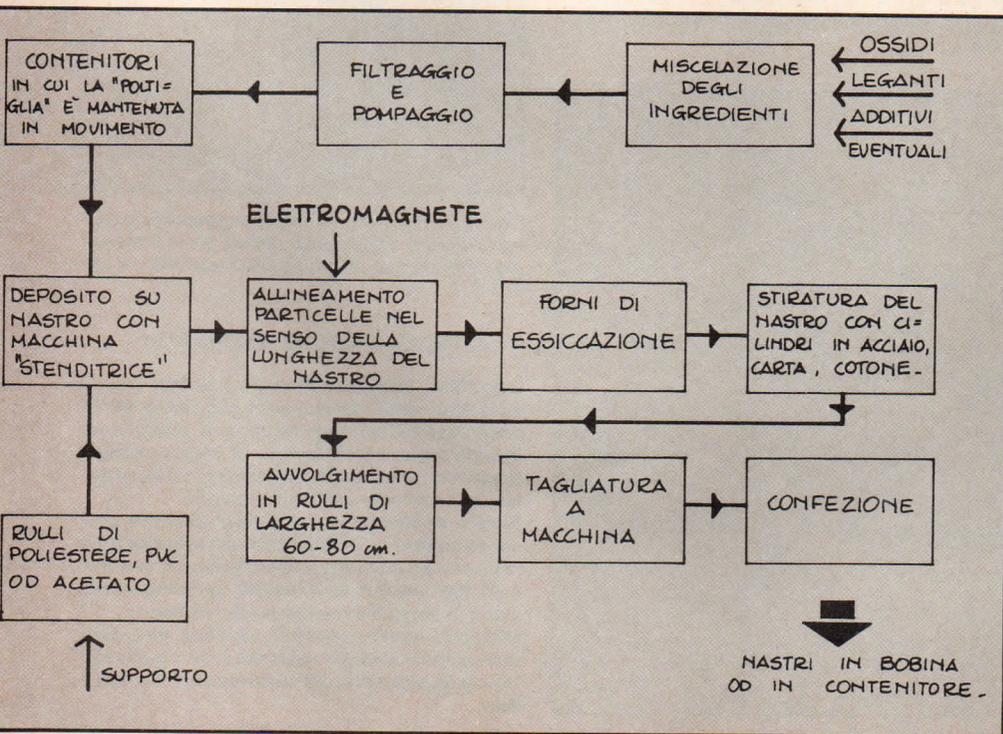


Fig. 1: Le varie fasi della lavorazione del nastro magnetico.

# Il nastro magnetico

equivale a dire che metà particelle hanno il Nord disposto in un senso, metà invece nel verso opposto (Fig. 4).

La massima intensità registrabile del segnale conduce all'allineamento delle particelle magnetiche tutte nello stesso senso. In questo caso, se tutti i magneti elementari sono analogamente orientati, si avrà il massimo «segnale magnetico», ovvero verrà raggiunto il «limite di saturazione» del nastro (Fig. 5).

Ovviamente, con segnali intermedi si avranno condizioni intermedie.

Vediamo adesso come è possibile «magnetizzare» e «smagnetizzare» nastri magnetici (in altre parole, procedere alla registrazione) partendo da segnali elettrici, e come si possano ottenere nuovamente segnali elettrici partendo da un nastro «registrato» (fase di ascolto).

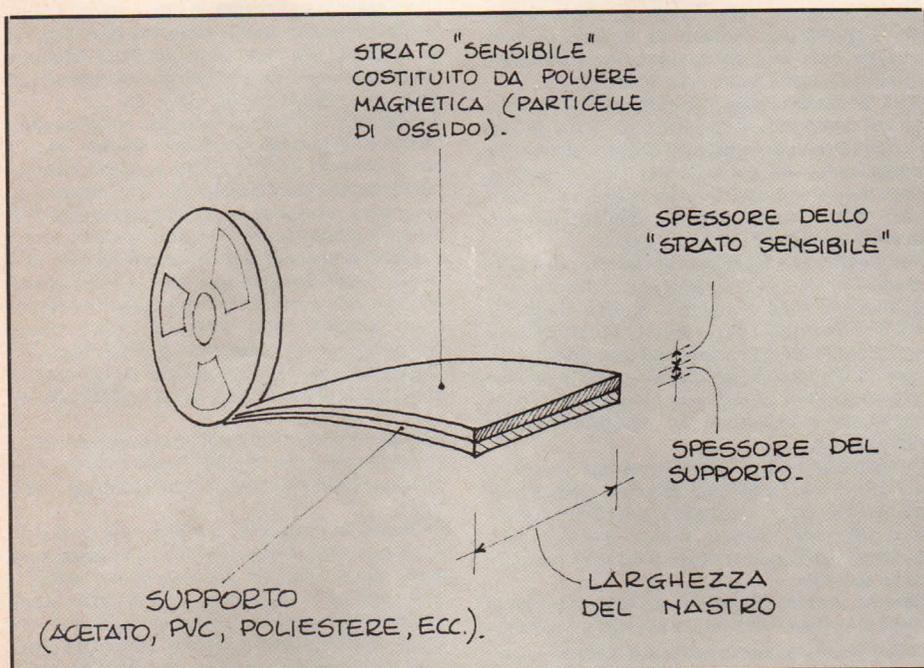


Fig. 2: Il nastro magnetico è essenzialmente formato da un «supporto» sul quale è fatto aderire uno strato di materiale magnetico sotto forma di particelle.

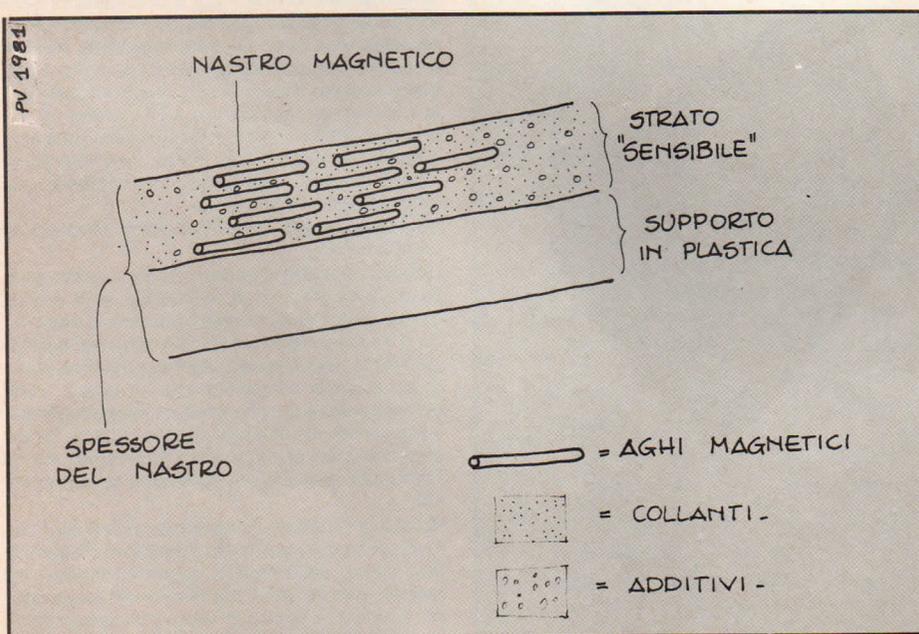


Fig. 3: Le particelle magnetiche hanno un aspetto aghiforme e ciascuna può essere considerata un «magnete elementare unitario».

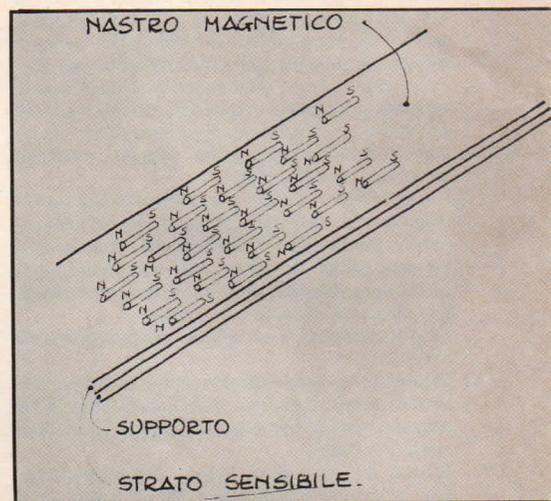


Fig. 4: Quando il nastro è smagnetizzato, metà delle particelle è orientata in un senso, metà nell'altro verso.

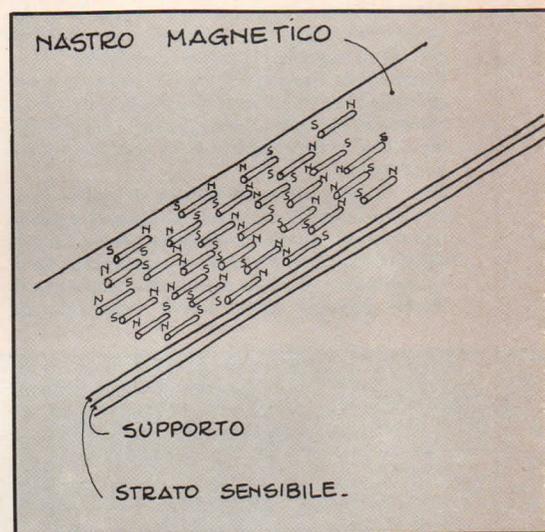


Fig. 5: Quando tutte le particelle magnetiche sono orientate nello stesso senso, si ha il massimo livello di segnale inciso (saturazione del nastro).

## 2 LA REGISTRAZIONE MAGNETICA

Il principio fondamentale su cui si basa tutto il fenomeno della registrazione magnetica sta in poche parole: inviando un segnale elettrico alternato ad un avvolgimento, si crea un campo magnetico le cui variazioni risultano proporzionali alla corrente che lo ha generato.

Risulta analogamente possibile anche il processo contrario: immergendo un avvolgimento in un campo magnetico alternativo, si genera ai suoi capi una tensione indotta, variabile in funzione delle variazioni del campo stesso.

Entrambi questi fenomeni rendono possibile, nell'insieme nastro/registratore, la registrazione e la riproduzione del suono su nastro magnetico.

Il «cuore» vero e proprio del registratore è infatti costituito dall'unione del nastro e delle testi-

ne. Del nastro si è già parlato in precedenza; vale comunque la pena di aggiungere che le principali differenze tra i nastri magnetici dipendono prevalentemente dalla diversa natura degli ossidi impiegati nella fabbricazione.

Come sarà reso maggiormente evidente in seguito, i tipi più diffusi di ossido sono l'ossido di ferro ed il biossido di cromo.

Le testine magnetiche (sia che si tratti di testina di registrazione, di riproduzione, di registrazione/riproduzione o di cancellazione) sono tutte pressoché simili, almeno per ciò che concerne il principio di funzionamento. Esse sono costituite da un anello di materiale magnetico (in genere ferrite, permalloy od altri materiali speciali), sul quale è presente un avvolgimento in filo di rame smaltato (la «bobina»).

L'anello in questione non è continuo, ma presenta una interruzione sottilissima, proprio nella parte che deve essere a contatto con il nastro; tale fessura è denominata «GAP» o «traferro» (Fig. 6).

Se alla testina preposta alla registrazione si invia una tensione alternata, applicandola ai capi della bobina, si genera un campo magnetico alternativo che farà variare la polarità del traferro tante volte al secondo, in dipendenza della frequenza del segnale inviato.

Il campo magnetico in questione, piuttosto che attraversare il «traferro», passerà attraverso il nastro con il quale il «GAP» è a contatto; infatti, essendo lo stesso nastro composto di materiali magnetici, il percorso si rivela assai più agevole. Se il nastro fosse fermo, il fenomeno anzidescritto sarebbe di scarsa utilità, in quanto non risulterebbe possibile la vera e propria registrazione; qualora, invece, lo si faccia scorrere (a velocità costante) sul traferro, il campo magnetico alternativo da questo uscente magnetizzerà gli ossidi metallici del nastro istante per istante, creando su di esso una successione di innumerevoli «magneti» con i due poli situati a stretto contatto all'interno dello strato magnetico (Fig. 7).

Ciascuno di essi, chiamato in gergo tecnico «dipolo magnetico», segue fedelmente le varie fasi di polarizzazione del traferro; quanto più alta è la frequenza del segnale inviato, tanto più corti risultano i «dipoli magnetici» sul nastro, e viceversa (Fig. 8).

Durante il processo di ascolto, invece, il nastro scorre davanti alla testina di riproduzione; l'incisione magnetica, invisibile ad occhio nudo, genera ai capi della bobina avvolta sulla testina stessa un segnale elettrico corrispondente.

In altre parole, quando i «dipoli magnetici» presenti sul nastro scorrono sul traferro della testina preposta alla riproduzione, ha luogo un processo esattamente inverso a quello poc'anzi descritto: le linee di flusso del nastro «inciso» (che prima, per chiudersi, passavano attraverso l'aria), sceglieranno quale percorso il «circuito magnetico» della testina, inducendo sull'avvolgimento di quest'ultima una debole tensione elettrica che verrà quindi opportunamente preamplificata ed equalizzata attraverso i circuiti interni del registratore. Il processo di «ascolto» può avvenire un numero illimitato di volte, poiché in tal modo non va cancellata la registrazione; vale a dire che quanto memorizzato non va perduto (sempreché non si voglia «cancellare» il nastro di proposito).

Durante l'ascolto del nastro, il campo magnetico che in ogni istante attraversa la testina è generato solo dalle particelle adiacenti allo spazio che è fra le espansioni polari della testina (traferro). Normalmente, in un nastro standard da 1/4" (6,3 mm) ad una sola «traccia», il numero delle particelle magnetiche interessate al fenomeno è circa dieci milioni, mentre nelle «cas-

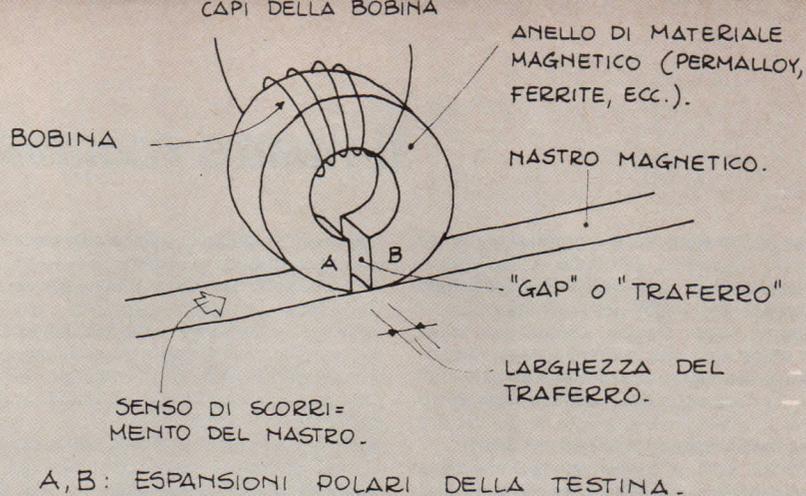


Fig. 6: Costituzione di una «testina magnetica» convenzionale.

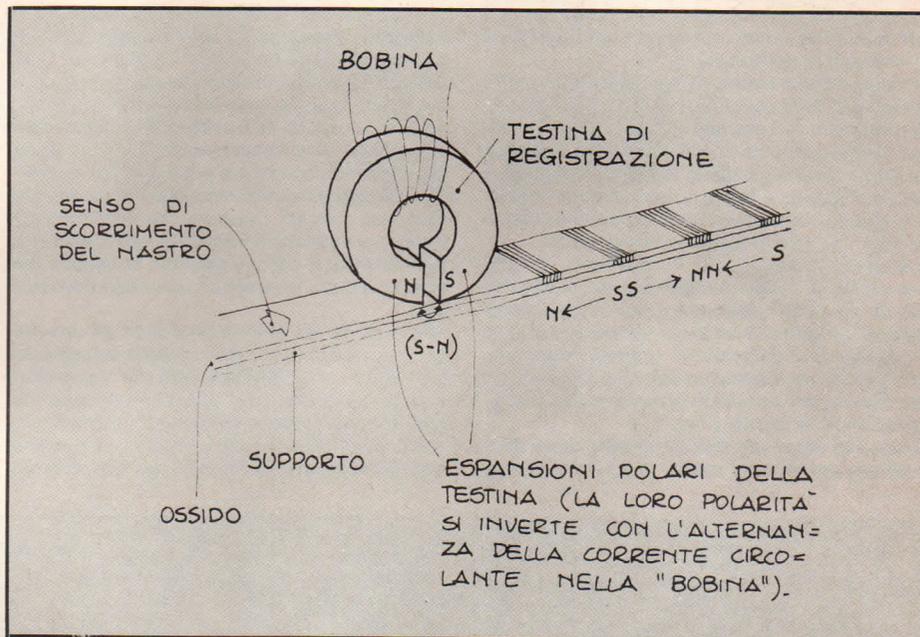


Fig. 7: Il campo magnetico alternativo uscente dal «Traferro» della testina crea sul nastro magnetico una successione di «dipoli» a stretto contatto l'uno dell'altro.

sette», per ciascuna delle quattro tracce impiegate, questo numero scende a circa mezzo milione.

Tale notevole riduzione nel numero delle particelle «coinvolte» nella registrazione chiarisce il perché con le «cassette» è più difficile ottenere un alto valore di rapporto segnale/disturbo. Infatti, come le immagini fotografiche di un giornale stampato sono ottenute con tanti piccoli punti (e quelle televisive con tante linee accostate tra loro), così il segnale di un nastro viene ricostruito mediante i singoli campi delle varie particelle magnetiche; ad un maggior numero di queste ultime fa riscontro un'immagine sonora «più definita».

Anche con nastro «vergine», cioè completamente smagnetizzato, si verificano delle fluttuazioni del campo magnetico risultante che vengono «cattate» dalla testina; ciò è causa di un certo «rumore di fondo» proprio del nastro magnetico.

Diminuendo le dimensioni delle particelle magnetiche aghiformi, il loro numero aumenta; in tal modo ne aumenta la densità e l'omogeneità di distribuzione sul nastro, con conseguente riduzione del suo «rumore di fondo».

Nelle dimensioni degli «aghi magnetici» sta pertanto la principale differenza tra i nastri

«standard» e quelli «a basso rumore» (low-noise); in questi ultimi, infatti, le particelle sono di dimensioni più piccole.

Se si riduce la larghezza della traccia, passando per esempio da una testina a traccia intera da 1/4" (6,3 mm) ad una testina a quattro tracce (sempre con nastro da 1/4"), verrà di conseguenza ridotto il numero delle particelle «lette», mentre aumenterà il «rumore di fondo»; in tal modo peggiora notevolmente il già citato rapporto segnale/disturbo.

Anche diminuendo la velocità di scorrimento del nastro cala il numero delle particelle «lette» in ogni istante, con ulteriore peggioramento della situazione.

Risulta perciò chiaro che i peggiori risultati si hanno con basse velocità, tracce «strette» e nastro di qualità scadente, con particelle magnetiche piuttosto «grosse».

Si è già accennato al fatto che il nastro magnetico, a differenza del «disco», possa essere cancellato; perché ciò sia possibile è necessario un elemento in grado di annullare tutte le informazioni contenute nello stesso sotto forma di «dipoli magnetici». A questo compito è preposta una particolare testina, denominata «di cancellazione».

Concettualmente, questa è identica alle altre te-

# Il nastro magnetico

stine del registratore, ma è in grado di generare un campo magnetico distribuito in uno spazio più ampio di quello delle testine di registrazione o di riproduzione. Infatti, per poter cancellare il programma inciso bisogna «annullare» tutti i «dipoli magnetici» che lo costituiscono; pertanto occorre sottoporre questi ultimi all'azione di un campo magnetico che, essendo ripartito su uno spazio relativamente ampio, possa variare con gradualità rispetto al nastro che scorre.

In sostanza, però, la cancellazione è una sorta di registrazione, con la differenza che sullo strato «sensibile» del nastro viene indotto un forte campo magnetico di intensità costante, il quale riporta allo stato originale tutte le particelle magnetiche. La registrazione, sotto forma di induzione residua, viene cancellata, ed il nastro è pronto per la riutilizzazione.

Il traferro della testina «di cancellazione», a differenza di quello delle altre testine, non è di norma riempito di materiale diamagnetico; tra l'altro, anche dal punto di vista costruttivo la stessa testina «di cancellazione» è meno impegnativa che non quella di registrazione o di riproduzione, dalla qualità delle quali dipende in buona parte il risultato finale delle registrazioni.

La testina in argomento, naturalmente, è «attiva» soltanto in fase di registrazione, allorché un apposito oscillatore entra in funzione al fine di produrre il segnale necessario per la cancellazione (segnale di «preomagnetizzazione»); pertanto, rispetto al senso di scorrimento del nastro, essa precede sempre quelle di registrazione e di riproduzione.

Tornando ora al fenomeno «registrazione» di un segnale elettrico su nastro magnetico, esami-

niamo più in dettaglio alcune particolarità. Si è già in precedenza accennato al fatto che, con il crescere della frequenza, diminuisce sul nastro l'ampiezza dei «dipoli magnetici»; ma la loro dimensione nel senso della lunghezza del nastro varia anche in misura direttamente proporzionale alla velocità di scorrimento. Ad esempio, un segnale di frequenza 15.000 Hz genera 30.000 dipoli magnetici ogni secondo; a questo punto occorre tener presente che la lunghezza d'onda sul nastro è uguale alla lunghezza di due campi magnetici opposti adiacenti (Fig. 9), relativi uno alla semionda positiva, l'altro a quella negativa del segnale (cioè alla lunghezza di un periodo).

Se il nastro scorre alla velocità di 19 cm/sec, la lunghezza d'onda su di esso (relativa al citato segnale di 15.000 Hz) sarà di 12,5 micron; diminuendo la velocità di scorrimento, decresce anche la lunghezza d'onda sul nastro; ad esempio, ad una velocità di 4,75 cm/sec (la velocità delle «cassette») alla frequenza di 15.000 Hz corrisponde una lunghezza d'onda di 3,125 micron. Quanto segue chiarirà meglio al lettore come esista una precisa relazione tra ampiezza del traferro e risposta in frequenza della testina, in particolare per ciò che riguarda la minima lunghezza d'onda (massima frequenza) riproducibile.

Allorché la lunghezza d'onda di una frequenza «incisa» su nastro uguaglia la larghezza del «GAP», la testina di lettura del registratore non percepisce alcuna variazione di flusso: infatti le linee di forza del campo magnetico, uscenti da due dipoli (dalla parte in cui questi ultimi hanno lo stesso «segno»), percorrono i due

«bracci della testina» in senso opposto, annullandosi a vicenda. Così sull'avvolgimento della stessa non viene generata alcuna tensione indotta; in altre parole, la testina di riproduzione non può «leggere» alcun segnale.

Ciò si rende evidente nella Fig. 10(A e B), ove il segnale registrato su nastro viene indicato come una successione di barre magnetiche («dipoli»), che si affacciano sul traferro della testina. Nella stessa figura, la lunghezza d'onda del segnale registrato è indicata dalla lettera  $\lambda$  (lambda); è noto che tale valore è inversamente proporzionale alla frequenza, e corrisponde alla lunghezza di due «dipoli» magnetici affiancati (il senso delle frecce indica il polo Nord).

Il flusso magnetico dei «dipoli» a contatto con la testina di riproduzione viene cortocircuitato (annullato) dal metallo della superficie della testina stessa; nella parte di nastro che si trova davanti al traferro, invece, il flusso magnetico viene captato dalla testina che ne viene attraversata, e trasformato in segnale elettrico ai capi del relativo avvolgimento (Fig. 10/A). Se invece la lunghezza d'onda del segnale registrato non supera l'ampiezza del traferro della testina, nessuna variazione di flusso può attraversarla, ed il segnale, pur presente nella registrazione, non viene riprodotto (Fig. 10/B).

È questo il limite di lunghezza d'onda minima che il sistema è in grado di riprodurre, ossia la massima frequenza riproducibile ad una data velocità del nastro. A parità di velocità di scorrimento, con il crescere della frequenza diminuisce la lunghezza d'onda, il che potrebbe far pensare che un traferro piccolissimo possa consentire una risposta in frequenza molto estesa verso le note acute.

Purtroppo, ciò non è traducibile in pratica, poiché, oltre alle difficoltà intrinseche nella produzione di testine magnetiche con traferri infinitesimi, esiste una serie di problemi concernenti la loro efficienza (più il «GAP» è ridotto, meno la testina è efficiente), che costringerebbe ad una maggiore amplificazione del segnale uscente dalla testina stessa, con conseguente peggioramento del rapporto segnale/rumore. Per avere una risposta in frequenza piuttosto estesa occorre quindi (per evitare traferri eccessivamente piccoli) aumentare la velocità di scorrimento del nastro.

L'ampiezza del traferro delle testine di riproduzione varia da 2,5 micron negli apparecchi ad alta velocità di scorrimento, sino a circa 1 micron nei registratori a cassette.

Poiché la risposta di una testina magnetica al variare della frequenza non è costante (il segnale uscente dalla testina va aumentando con l'incremento della frequenza stessa, sino ad un certo valore oltre il quale la risposta cade a causa dell'avvicinarsi della lunghezza d'onda sul nastro alla larghezza effettiva del traferro), occorre provvedere «elettronicamente», ad esempio amplificando in riproduzione con una legge complementare, per ottenere una risposta sostanzialmente «piatta». Così facendo, però, verrebbe posto in particolare evidenza anche il «soffio» del nastro, le cui frequenze ricadono, in prevalenza, nell'intervallo che si rende necessario esaltare in riproduzione per compensare le deficienze di risposta della testina.

Si è pertanto giunti ad una soluzione di compromesso, stabilendo di operare «correzioni» anche in fase di registrazione («preenfasi»); sono state studiate delle curve «standard» internazionali per registrazione e riproduzione relati-

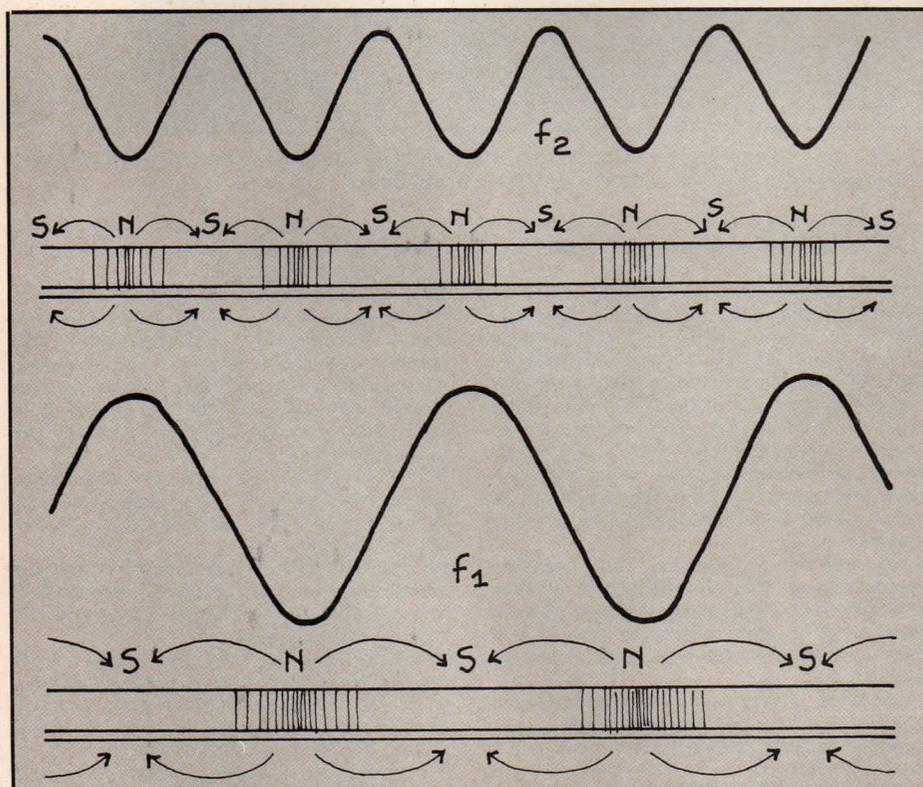


Fig. 8: A parità di velocità di scorrimento del nastro, col crescere della frequenza diminuisce la distanza tra i vari «dipoli magnetici».

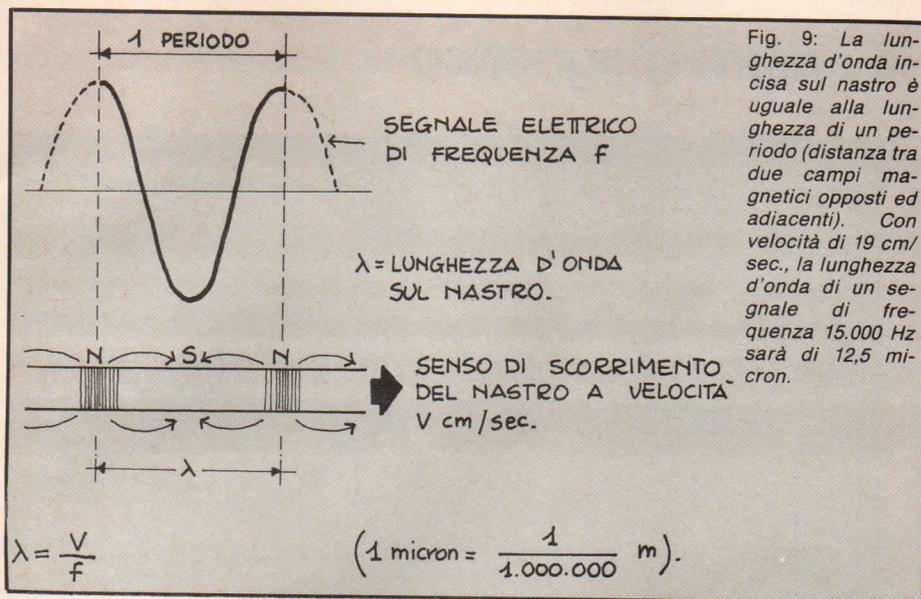


Fig. 9: La lunghezza d'onda incisa sul nastro è uguale alla lunghezza di un periodo (distanza tra due campi magnetici opposti ed adiacenti). Con velocità di 19 cm/sec., la lunghezza d'onda di un segnale di frequenza 15.000 Hz sarà di 12,5 micron.

PAOLO VIAPPANI 1981

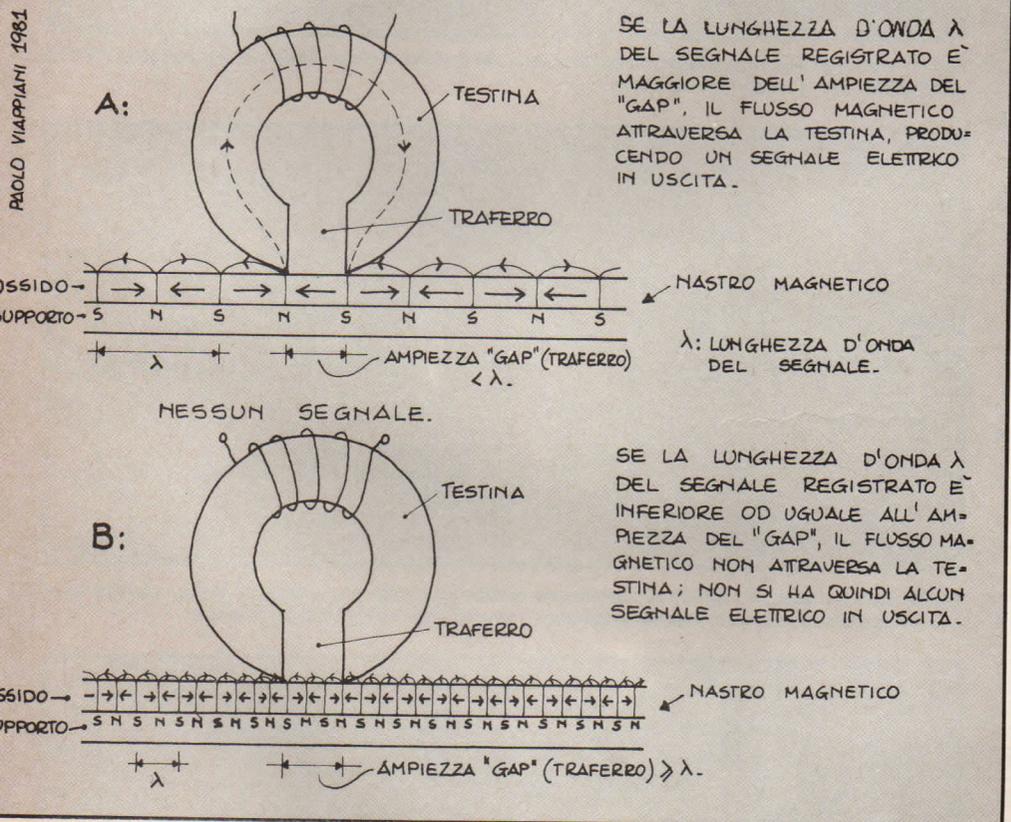


Fig. 10: La massima frequenza riproducibile (minima lunghezza d'onda) è anche funzione delle dimensioni del traferro della testina magnetica.

vamente alle diverse velocità di scorrimento del nastro, seguendo opportunamente le quali si ottiene una risposta in frequenza pressoché piatta. Le principali famiglie di curve sono le NAB (americana) ed IEC-CCIR-DIN (europee); la Fig. 11 mostra appunto le curve NAB e CCIR/DIN relative alla velocità di 19 cm/sec. Pertanto, i circuiti di preamplificazione della testina di riproduzione e di pilotaggio della testina di registrazione sono dotati, negli apparecchi registratori, di opportune reti di controeazione che provvedono alle varie «compensazioni» an-

zidescritte. È, questa, la cosiddetta «equalizzazione». Negli ultimi anni, con l'introduzione sul mercato di nuovi tipi di nastro magnetico, caratterizzati da una risposta in frequenza tra loro diversa, si è reso necessario utilizzare diversi circuiti di «compensazione», anche ad una stessa velocità di scorrimento, per ottimizzare le prestazioni dell'insieme nastro/registratore. Per tale motivo, i più recenti apparecchi sono dotati di un commutatore che permette la scelta tra due o tre diverse «costanti di tempo» di e-

qualizzazione. Naturalmente, per non complicare troppo le cose, il commutatore di «equalizzazione» agisce sui soli circuiti di riproduzione del registratore, non influenzando minimamente l'andamento della curva di equalizzazione «standard» impiegata in registrazione.

Facciamo ora attenzione al processo di registrazione, con il quale vengono prodotte sul nastro le piccole barre magnetiche («dipoli») delle quali si è parlato in precedenza.

Intanto, c'è da osservare che il segnale audio viene registrato aggiungendolo ad un segnale di frequenza ultrasonica (attorno ai 100 kHz), detto segnale «di polarizzazione» o «bias». Entrambi i segnali vengono inviati alla testina di registrazione; il bias provvede alla «magnetizzazione» dello strato «sensibile» del nastro, mentre il segnale audio comanda l'orientamento del magnetismo delle singole particelle.

Ma perché è necessario questo segnale di bias? In realtà, sin dagli albori della registrazione magnetica, ci si era resi conto che, aggiungendo al segnale da registrare un segnale di frequenza molto elevata, sempre al di fuori della banda audio, migliorava notevolmente la qualità della registrazione in quanto a rapporto segnale/disturbo ed a distorsione.

Ciò è facilmente spiegabile, sapendo che il fenomeno di «isteresi magnetica» (quello stesso che rende possibile la registrazione del segnale su nastro) è essenzialmente non lineare. In altre parole, le particelle magnetiche del nastro non reagiscono alla «magnetizzazione» in maniera lineare, ma risentono di una certa «inerzia», non adeguandosi immediatamente al flusso magnetico prodotto dalla testina.

Così, quando un segnale audio fosse inviato alla testina di registrazione senza l'aggiunta del segnale di polarizzazione (bias), a causa della caratteristica non lineare del ciclo di isteresi, il segnale registrato su nastro non risulterebbe proporzionale a quello applicato alla testina.

In sostanza, il risultato sarebbe una registrazione con notevole distorsione (Fig. 12). Sovrapponendo invece al segnale audio quello «di polarizzazione» (a frequenza ultraacustica), avviene che il primo modula in ampiezza il secondo (Fig. 13).

L'informazione totale, in questo caso, farà lavorare le particelle magnetiche del nastro nella zona lineare della loro caratteristica; il segnale non conterrà distorsioni apprezzabili, ed il «bias», a frequenza molto elevata, non verrà riprodotto in fase di ascolto.

Ciò si rende particolarmente evidente in Fig. 14, in cui si può osservare come l'involuppo del segnale applicato alla testina di registrazione («bias» + segnale audio) si trovi in corrispondenza dei tratti lineari della curva caratteristica del ciclo di isteresi magnetica, cosicché l'involuppo del segnale registrato su nastro rispecchia fedelmente quello del segnale applicato alla testina.

Quando il nastro si allontana dalla testina, l'induzione magnetica che vi rimane «incisa» corrisponde al valore dell'involuppo medio (Fig. 15), la cui forma d'onda è perfettamente identica a quella del segnale audio di origine.

La registrazione risulterà pertanto esente da distorsione.

Il segnale di «bias» deve essere di frequenza più alta della massima frequenza da riprodurre (in genere, la frequenza di «polarizzazione» viene scelta circa cinque volte superiore alla massima registrabile, cioè attorno ai 100 kHz, per evitare fenomeni di «battimento» tra lo stesso segnale di «bias» e le armoniche del segnale audio); esso è generato da un circuito elettrico capace di oscillare a frequenza ultraacustica, il

# Il nastro magnetico

quale, attivato soltanto in fase di registrazione, provvede ad inviare il proprio segnale anche alla testina «di cancellazione», il cui compito è già stato in precedenza esaminato.

Un'altra funzione svolta dal «*bias*» è quella di elevare il valore assoluto del campo magnetico del segnale minimo da registrare, il quale, da solo, non riuscirebbe ad «impressionare» il nastro magnetico.

Infatti, per magnetizzare un materiale ferromagnetico (nel nostro caso, lo strato sensibile del nastro), lo si deve esporre ad un campo il cui valore sia superiore ad un limite minimo detto *coercitività*, o *limite di soglia*, o *forza coercitiva*, il quale varia a seconda del tipo di nastro impiegato.

Così, senza il «*bias*» (a parte l'incremento della distorsione, che si avrebbe per le ragioni già espresse in precedenza), verrebbero registrati solamente i segnali più intensi.

In media, l'intensità del segnale di «*bias*» è una decina di volte più «forte» del massimo segnale da registrare; al fine di ottimizzare le prestazioni dell'insieme nastro/registratore, però deve poter essere regolata a seconda del tipo di materiale ferromagnetico usato per la fabbricazione del nastro che si sta impiegando nell'apparecchio. Solitamente, i nastri a base di *ossido di ferro* ( $Fe_2O_3$ ) richiedono un valore di corrente di «polarizzazione» più basso che non quelli al *biossido di cromo* ( $CrO_2$ ); mentre i nastri a base di *ossido di ferro sottoposti a procedimenti di «drogaggio»* con particelle di cobalto e quelli al «ferro-cromo» necessitano di intensità di «*bias*» intermedie.

Poiché, però, i valori di *coercitività* (vedere più oltre, a proposito delle caratteristiche dei nastri) variano anche nell'ambito di una stessa categoria di nastri magnetici, varierà pure la resa globale della registrazione a seconda della marca e del tipo di nastro impiegato, a parità di corrente di «*bias*». Per tale motivo, solitamente i registratori sono tarati in fabbrica per l'uso con uno specifico tipo di nastro magnetico (o per più tipi, se l'apparecchio dispone di un commutatore che permette di variare il «*bias*»), impiegando il quale si ottengono le migliori prestazioni in assoluto.

Talvolta, i tipi di nastro da impiegarsi sono indicati nel manuale di istruzioni dell'apparecchio registratore.

Se si prova infatti a far funzionare uno stesso registratore con nastri di identico «tipo», ma di marca diversa, si noterà che alcuni permettono risultati migliori di altri, e ciò indipendentemente dalla qualità oggettiva dei singoli prodotti: causa di tutto ciò è appunto il valore del «*bias*», che può rivelarsi più indicato con alcuni nastri piuttosto che con altri. Naturalmente, dovrebbe risultare ormai chiaro che la «polarizzazione», per quanto capace di influenzare le prestazioni globali dell'insieme nastro/registratore, ha a che fare con la sola registrazione e non con la riproduzione.

La «polarizzazione» in questione, inoltre, non influenza solamente il livello di distorsione del segnale registrato, ma anche la risposta alle alte frequenze del sistema, ed in buona misura anche il rapporto S/N (segnale/disturbo).

Purtroppo, non è possibile ottimizzare contemporaneamente i tre parametri sopra citati, ciascuno dei quali è «legato» intimamente agli altri due; così il livello ottimale di «*bias*», per ciascun nastro magnetico, è sempre stabilito in base ad un compromesso.

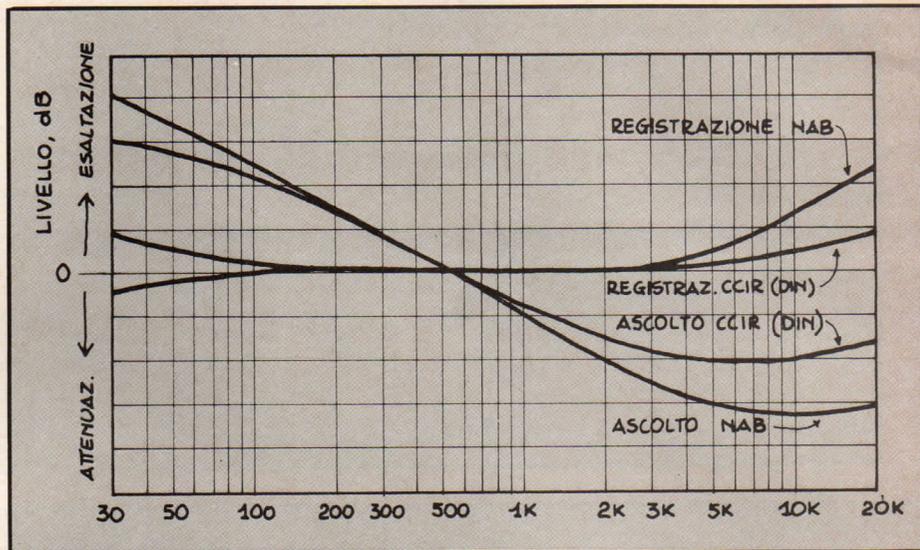


Fig. 11: Curve di equalizzazione in registrazione ed in riproduzione secondo gli standard NAB e CCIR (DIN), per la velocità di 19 cm/sec.

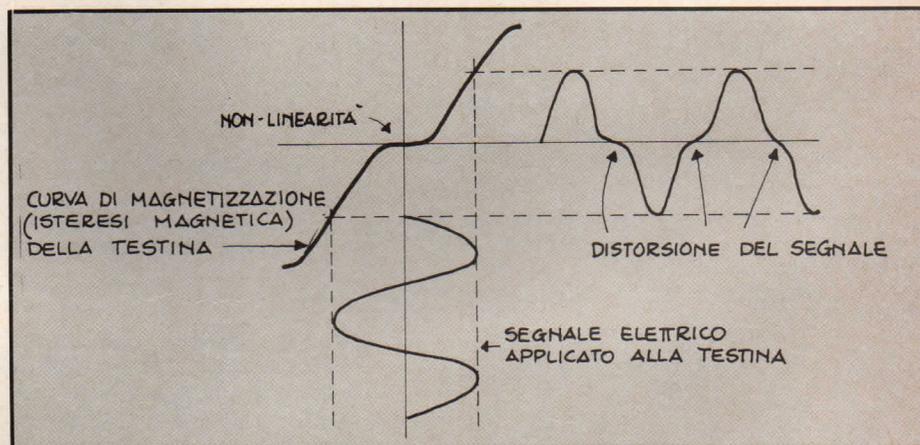


Fig. 12: Senza il bias, il segnale registrato contenebbe una distorsione notevolissima, a causa della non-linearità della curva di isteresi magnetica relativa alla testina di registrazione.

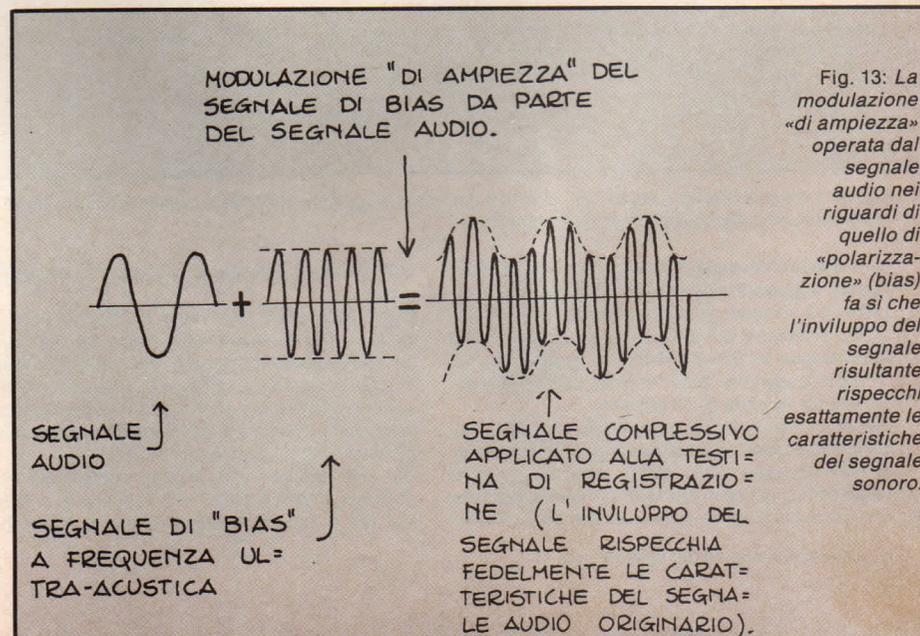


Fig. 13: La modulazione «di ampiezza» operata dal segnale audio nei riguardi di quello di «polarizzazione» (*bias*) fa sì che l'involuppo del segnale risultante rispecchi esattamente le caratteristiche del segnale sonoro.

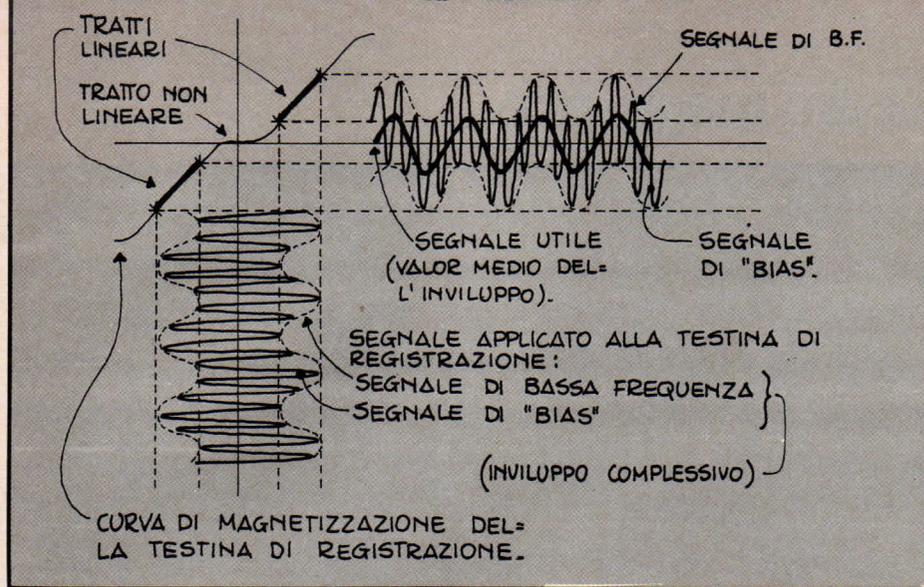


Fig.14: Grazie all'impiego del segnale di bias a frequenza ultrasonica, il contenuto della registrazione è fedele al segnale audio in ingresso.

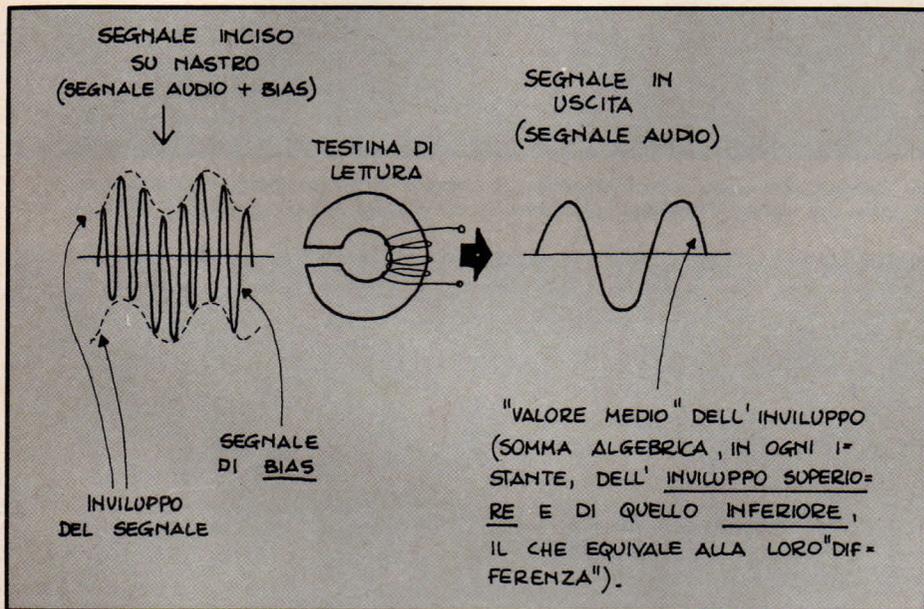


Fig.15: La testina di lettura «legge» sul nastro il solo valore medio dell'inviluppo del segnale registrato, che equivale in tutto e per tutto al segnale audio originario.

Se la polarizzazione infatti è insufficiente, si ha una accentuazione delle alte frequenze, che può raggiungere livelli eccessivi; comunque, questa «estensione» della risposta sugli acuti è sempre accompagnata da una minore «sensibilità» del nastro, una distorsione notevolmente maggiore ed un deciso peggioramento del rapporto S/N. Al contrario, quando la «polarizzazione» è troppo elevata, si ha una distorsione sensibilmente minore, ma una notevole caduta nella risposta alle alte frequenze. Occorre pertanto addivenire al miglior compromesso tra risposta alle alte frequenze e diminuzione della distorsione ciò è possibile con una regolazione opportuna del valore di «bias».

In quasi tutti gli odierni registratori si ha la possibilità di scegliere tra diversi «livelli» di polarizzazione: le piastre a cassette ed i registratori a bobine di classe media sono infatti dotati di un commutatore a due o tre posizioni, per l'impiego con nastri «standard», «al cromo», al «ferrocromo» o «metal». Le apparecchiature di classe più elevata sono provviste di un commutatore a

più posizioni che consente la scelta (tramite una tabella fornita assieme all'apparecchio) dell'adatto livello di «bias» per quasi tutti i tipi di nastro attualmente esistenti sul mercato; alcuni registratori molto sofisticati sono invece dotati di regolazione «continua» del livello di «polarizzazione» a mezzo di appositi potenziometri; ciò consente l'ottimizzazione delle prestazioni, poiché appare evidente come, ogniqualevolta si cambia il tipo di nastro, si dovrebbe procedere ad una esatta taratura del «bias».

Quando l'apparecchio di registrazione consente la variazione continua del livello di «bias», in genere è preferibile scegliere un valore leggermente più alto del normale, onde ottenere una distorsione ancor minore, anche se ciò comporta un certo calo nella risposta alla parte più alta della banda audio.

Condizione necessaria per ottenere delle registrazioni qualitativamente buone è che il nastro scorra a stretto contatto della testina. Come si può osservare anche dalla Fig. 16, allorché il nastro si trova ad una certa, distanza dalla te-

stina stessa, si ha una forte perdita di segnale. La distanza di una lunghezza d'onda causa una perdita di 50 dB (!), pari, all'intera dinamica del sistema di registrazione, alla frequenza corrispondente. Queste considerazioni evidenziano come il nastro debba essere quanto più possibile flessibile, ed a superficie perfettamente liscia.

Ad esempio, infatti, nelle «cassette» (ove a 15 kHz la lunghezza d'onda è 1,25 micron) una piccolissima particella di polvere tra nastro e testina può causare la momentanea perdita totale delle alte frequenze. Si tenga presente che 1,25 micron è una lunghezza pari al doppio delle onde lunghe luminose, e pertanto è visibile (pur con estrema difficoltà) soltanto nei migliori microscopi ottici.

Ciò significa che, particolarmente per i nastri a bassa velocità, la superficie deve risultare molto liscia, quasi speculare; se essa appare ruvida o perde l'ossido sotto forma di polvere che si accumula sulle testine, si può stare certi che quel nastro avrà una resa scadente sulle alte frequenze.

Circa la resa alle basse frequenze, c'è da osservare che in questa parte dello spettro audio le testine hanno un rendimento minore a causa della minore velocità di variazione del segnale, che diminuisce progressivamente con lo scendere della frequenza. Una ulteriore causa di perdite di intensità alle basse frequenze è dovuta al fatto che soltanto una parte della «lunghezza d'onda» è a contatto della testina, mentre il resto tende a perdersi.

Si è visto così come il rendimento dei nastri magnetici tenda a zero agli estremi alto e basso della banda audio; ciò avviene anche per il rumore, naturalmente (però, al di sotto di un certo valore, prevale il «rumore elettronico» dei vari circuiti di amplificazione, ed il segnale non risulta più distinguibile). Con opportuni circuiti di equalizzazione (ai quali si è fatto cenno in precedenza) è possibile «rinforzare» il segnale a diverse frequenze, ma non si può comunque andare oltre certi limiti, poiché, contemporaneamente al segnale, viene «rinforzato» anche il rumore.

Nella Fig. 17 sono evidenziati gli effetti dell'equalizzazione sulla risposta globale del sistema nastro/registratore.

Si ricorda che l'equalizzazione varia a seconda della velocità di scorrimento del nastro; nei registratori a più velocità, hanno automaticamente luogo le varie commutazioni a seconda della velocità prescelta, cosicché le caratteristiche dei circuiti di equalizzazione vengono di volta in volta automaticamente adeguate.

Poiché l'equalizzazione necessaria varia anche a seconda del tipo di nastro impiegato, la maggior parte degli attuali registratori dispone di un commutatore a diverse posizioni per l'impiego con diversi tipi di nastro («standard», «low noise», «cromo», «ferro-cromo»); occorre comunque tenere presente che il rapporto S/N non varia con l'equalizzazione, la quale ha il solo compito di «appiattire» la risposta in frequenza. Dalla solita Fig. 17 si evince inoltre come la «gamma dinamica» (distanza sull'asse delle ordinate tra il livello di saturazione del nastro ed il livello del rumore) sia sempre molto limitata alle alte frequenze (ed un po' meno a quelle basse).

La curva «A» della citata figura rappresenta il «limite di saturazione» del nastro, detto comunemente «massimo livello di uscita» o «MOL» (Maximum Output Level); questo è il massimo livello ottenibile da un segnale di frequenza data senza che si produca una distorsione superiore al 5%, ed il suo valore varia con la frequenza.

È logico che, quanto più elevato è il MOL, tanto

# Il nastro magnetico

più è possibile registrare senza distorsione segnali di elevato livello, con conseguente miglioramento del rapporto S/N, incrementato nella gamma dinamica e maggior capacità di risposta ai transitori.

Fino a che l'energia del segnale audio si mantiene al di sotto della curva MOL, non si ha distorsione udibile; d'altra parte, tanto più alto è il segnale, tanto più elevato risulta il rapporto segnale/disturbo, con tutto quel che segue (capacità di «catturare» meglio i fenomeni transitori, ecc.).

Per delle ottime prestazioni quindi, è necessario che il livello di registrazione (*Record Level*) sia il più alto possibile, senza però che il livello del segnale abbia mai a superare la curva MOL del nastro; d'altra parte, è necessario che venga lasciato un certo margine di sicurezza tra la curva MOL stessa ed il tracciato dell'energia sonora, per poter registrare anche segnali improvvisi di forte intensità che si manifestano spesso nei passaggi musicali.

Si comprende, pertanto, come sia auspicabile per un nastro magnetico, un «*livello massimo di uscita*» il più alto possibile a qualunque frequenza audio.

La limitazione qualitativa della riproduzione delle alte frequenze diventa più «pesante» col diminuire della velocità del nastro, mentre la diminuzione della larghezza di traccia peggiora il rendimento su tutta la gamma di frequenze audio.

Un nastro con lo strato sensibile molto sottile sacrificherà la dinamica delle note medie e di quelle basse, ma esalterà la parte più alta dello spettro sonoro.

Si tenga infine presente che il nastro magnetico viene utilizzato, di norma, un po' al di sotto del livello «di saturazione», per ottenere una minor distorsione; infatti, anche se le alte frequenze registrate quasi a livello di saturazione risulterebbero comunque poco distorte, si avrebbe, in caso di utilizzazione «spinta», una distorsione intollerabile nei segnali a frequenza più bassa eventualmente presenti.

## 3 CARATTERISTICHE ED IMPIEGO DEI NASTRI MAGNETICI

Poiché un moderno nastro magnetico, adeguatamente impiegato, può venire praticamente cancellato e nuovamente registrato quante volte si vuole, l'economicità di questo «software» è fuori discussione. Tra l'altro, un vantaggio di particolare importanza è dato dal fatto di poter riprodurre praticamente un numero infinito di volte una registrazione magnetica, senza scaldamento qualitativo.

Parlando di nastri magnetici non si deve pensare solamente al campo della riproduzione sonora, ma anche ad altri settori in cui questo componente è di uso generalizzato.

Così, i nastri magnetici, a seconda della loro destinazione, si dividono in:

- 1) *Nastri video*: comunemente usati dalle emittenti televisive e nei videoregistratori, per la registrazione di immagini e suoni, questi nastri devono poter «immagazzinare» frequenze dell'ordine di milioni di Hz (MHz).
- 2) *Nastri strumentali*: servono per la registrazione di segnali particolari e funzioni complesse, entro un campo di frequenze compreso tra 20 Hz. ed 1 MHz.
- 3) *Nastri per computer*: costituiscono le cosiddette «memorie» dei cervelli elettronici; su di

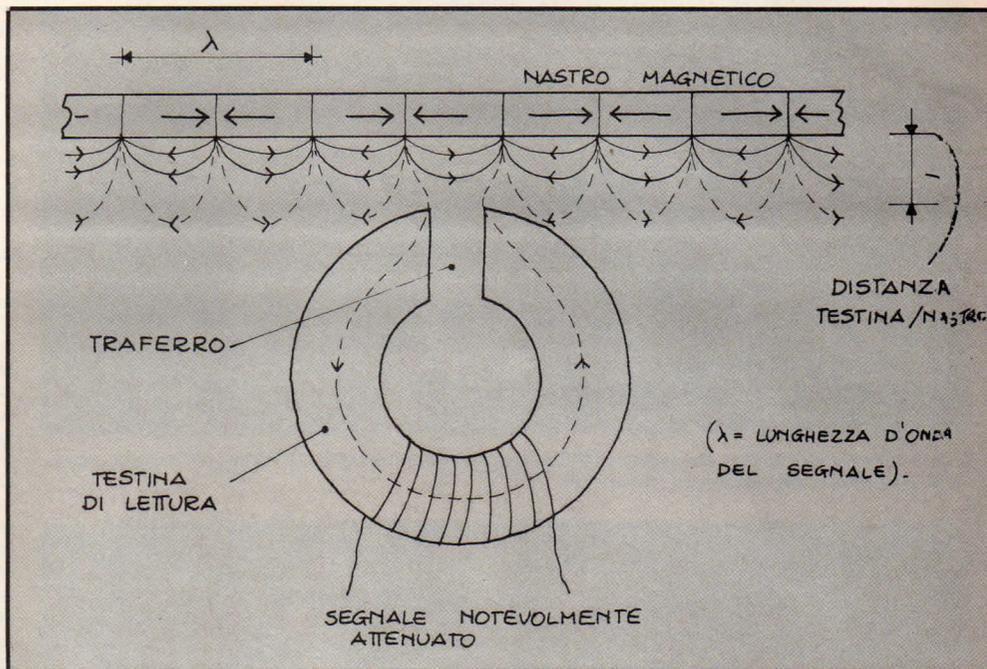


Fig. 16: Passaggio del nastro davanti alla testina di lettura in condizioni di imperfetta aderenza testina/nastro. Sono messi in evidenza le forti perdite nel livello del segnale, dovute alla distanza.

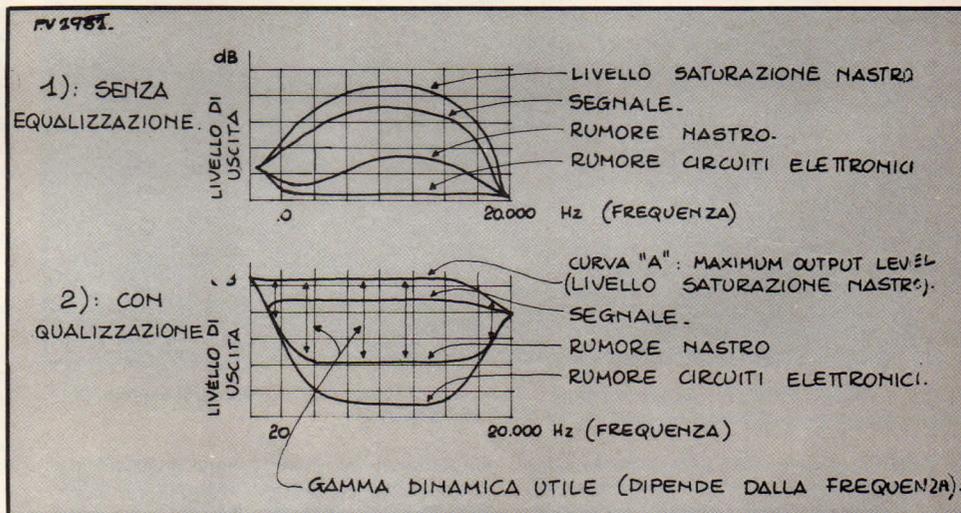


Fig. 17: Variazione dei diversi parametri a seconda della frequenza dei segnali.

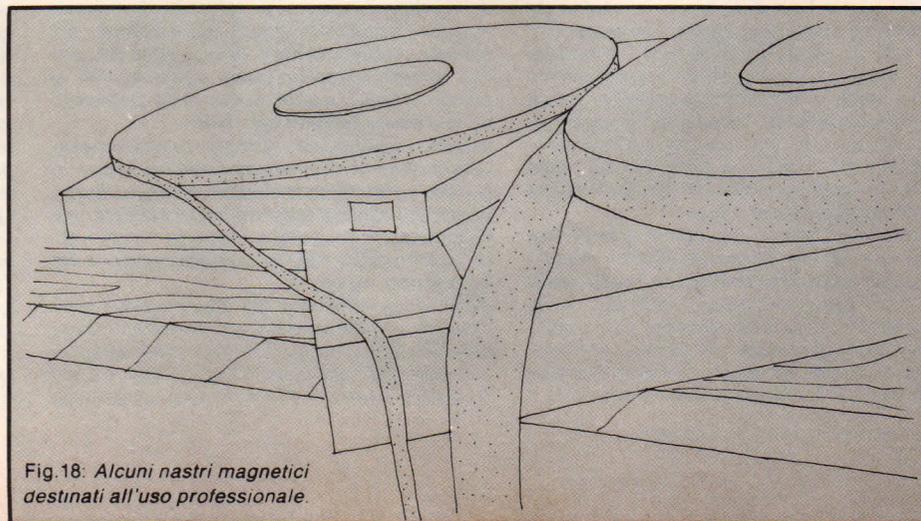


Fig. 18: Alcuni nastri magnetici destinati all'uso professionale.

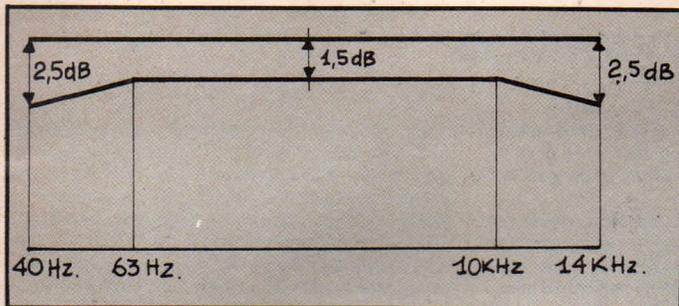


Fig. 19: Tolleranze massime ammissibili nella risposta in frequenza per nastri ad uso professionale, con velocità di scorrimento 76 cm/s; 38 cm/s; 19 cm/s (Norme IEC 94/A).

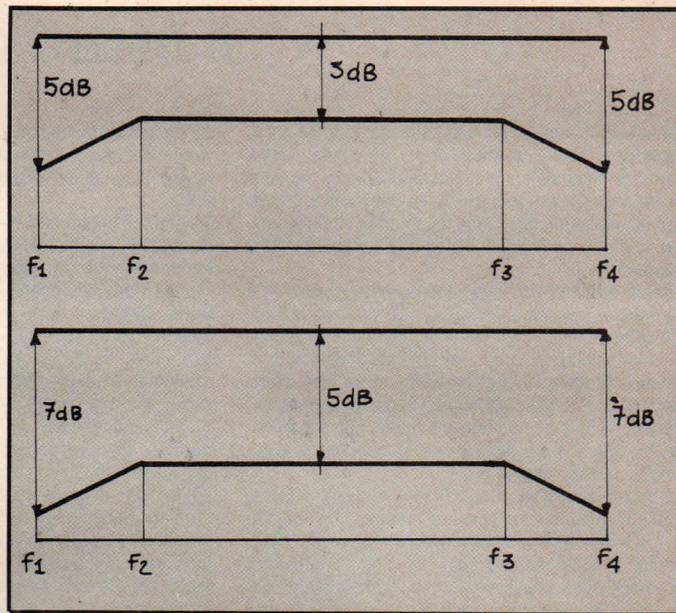


Fig. 20: Tolleranze massime ammissibili nella risposta in frequenza per nastri ad uso commerciale (A) ed amatoriale (B) (norme IEC 94/A).

essi devono poter essere registrati segnali digitali sino al massimo di 6.200 Bit per pollice (1 Bit = 1 impulso al secondo).

4) **Nastri audio:** per la registrazione di frequenze comprese tra 20 e 20.000 Hz.

Questi ultimi sono quelli che ci «toccano» più da vicino, occupiamoci quindi delle loro caratteristiche principali.

Anzitutto, occorre dividere i nastri audio in due grandi categorie: professionali ed amatoriali. I primi sono nastri magnetici di larghezza compresa tra 1/4" (6,35 mm) e 2" (5,5 mm), avvolti su bobine del diametro massimo di 30 cm o su nuclei senza flange (i cosiddetti «hubs»); nella Fig. 18 sono rappresentati alcuni nastri destinati all'uso professionale.

Dal punto di vista delle prestazioni, la distinzione tra nastri «professionali» ed «amatoriali» viene fatta tenendo conto di due caratteristiche fondamentali: la *risposta in frequenza* e la *gamma dinamica*. Esistono infatti delle precise norme emanate dall'IEC (International Electrotechnical Commission), in cui sono specificati i requisiti minimi di «accettazione» dei nastri magnetici professionali ed amatoriali.

A titolo di esempio, si riportano nelle Figg. 19 e 20 le due «maschere» che esprimono le tolleranze massime ammissibili per la *risposta in frequenza* dei nastri professionali (Fig. 19) ed amatoriali (Fig. 20), secondo la tabella IEC 94/A. La tabella di Fig. 21 si riferisce alla Fig. 20; da essa possono dedursi, in base alle velocità di trascinarsi del nastro, gli intervalli di frequenza nella stessa indicati.

Ricordo che la *risposta in frequenza* è la capacità del nastro di poter registrare e riprodurre senza esaltazioni od attenuazioni una certa gamma di frequenze, mentre la *gamma dinamica* esprime l'attitudine dello stesso a «riprodurre» fedelmente, rispetto all'originale, il volume sonoro dei vari «passaggi» incisi. Così, il rumore di fondo ed il livello a cui si ha la saturazione delle particelle magnetiche rappresentano (Fig. 22) i limiti inferiori e superiori della gamma dinamica del nastro.

Come si è già avuto modo di vedere, la curva di saturazione del nastro corrisponde al massimo livello registrabile (MOL), ed è il limite oltre il quale il nastro stesso introduce distorsione armonica nel segnale registrato.

Le norme stabiliscono un livello massimo di distorsione armonica pari al 3% per i nastri pro-

A): REGISTRAZIONI COMMERCIALI.

VELOCITÀ	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
19 cm/sec.	40 Hz.	80 Hz	8 KHz	14 KHz
9,5 cm/sec.	63 Hz	125 Hz	6,3 KHz	12,5 KHz
4,75 cm/sec.	80 Hz	160 Hz	4 KHz	8 KHz

B): REGISTRAZIONI AMATORIALI

VELOCITÀ	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
19 cm/sec.	40 Hz	250 Hz	4 KHz	12,5 KHz
9,5 cm/sec.	63 Hz	250 Hz	4 KHz	10 KHz
4,75 cm/sec.	80 Hz	250 Hz	4 KHz	6,3 KHz

Fig. 21: Tabelle per l'identificazione delle «maschere» di Fig. 20 (Norme IEC 94/A) alle diverse velocità di scorrimento del nastro.

fessionali, e al 5% per quelli destinati all'uso amatoriale.

Entro questi valori, la distorsione non risulta avvertibile dall'utilizzatore.

Naturalmente, quanto più è estesa la risposta in frequenza e quanto più ampia è la gamma dinamica (con conseguenti elevati valori di rapporto segnale/disturbo), tanto migliori risultano le prestazioni ottenibili dal nastro magnetico.

Queste variano in funzione di diversi parametri: anzitutto le proprietà «fisiche» delle particelle costituenti gli ossidi impiegati nella formazione dello strato magnetico; quindi il grado di levigatezza ed uniformità della superficie «rivestita» del nastro; ed infine, lo spessore «totale» dello stesso. Le grandezze caratteristiche fondamentali che esprimono le proprietà fisiche del nastro magnetico dipendono a loro volta dal tipo di ossido impiegato nel processo di fabbricazione del nastro stesso, e dal modo in cui le particelle magnetiche vengono depositate sul loro supporto: esse prendono il nome di *saturation residual* (o «retentività»), e di *forza coercitiva* (o «coercitività»), oppure «limite di soglia».

La *saturation residual*, o *retentività*, è la misura della forza magnetica delle particelle del na-

stro, della loro concentrazione e del loro perfetto orientamento. Il suo valore è direttamente proporzionale al livello di «saturazione» ad una frequenza intermedia, diviso lo spessore dello strato magnetico sensibile; pertanto, esso quantifica il grado di saturazione del nastro, e determina, in pratica, il livello massimo registrabile del segnale (il già veduto MOL: *Maximum Output Level* o «uscita specifica» del nastro).

La *retentività*, essendo una misura dell'induzione magnetica, si esprime in Gauss.

La *forza coercitiva*, o «coercitività», è il valore del campo magnetico necessario per portare a zero l'intensità di magnetizzazione del nastro. Cioè, per magnetizzare un materiale ferromagnetico (nella fattispecie, lo strato sensibile del nastro), lo si deve esporre ad un campo il cui valore sia superiore al limite minimo rappresentato dal «limite di soglia» o «forza coercitiva». La *coercitività* si misura in Oersted.

Il prodotto tra le due grandezze (*coercitività* e *retentività*) esprime la quantificazione dell'energia «trasferibile» al nastro magnetico durante la registrazione.

In pratica, maggiore è la *retentività* di un nastro,

# Il nastro magnetico

più alto è il livello del segnale che può esservi registrato, con conseguente aumento della gamma dinamica (in particolare agli estremi della banda); poiché, però, la maggiore uscita specifica coinvolge tutta la gamma di frequenze, anche il rumore di fondo del nastro diviene maggiore.

Per ciò che concerne la *coercitività*, invece, vi è da osservare che quanto più alto è il suo valore, più difficile è cancellare il segnale già registrato: in sostanza, occorre una maggior quantità di «*bias*» durante la registrazione. Una alta *coercitività* consente però una maggior dinamica, particolarmente nel campo delle alte frequenze, ed una estensione della risposta in frequenza del nastro magnetico.

Secondo alcuni studiosi, il valore della *retentività* costituisce una misura indiretta del livello «di uscita» delle basse frequenze, cioè delle grandi lunghezze d'onda (in pratica, maggiore è la *retentività*, migliore è il comportamento del nastro alle basse frequenze), mentre una alta *coercitività* migliora il comportamento nel campo delle frequenze acute.

Un'alta *retentività*, unita ad una elevata *coercitività*, permette, come si è veduto, di «immagazzinare» nel nastro magnetico una quantità maggiore di energia; è proprio quest'ultima caratteristica che consente di migliorare le prestazioni globali del nastro, conducendo ad una risposta in frequenza e ad un rapporto S/N entrambi eccellenti, con bassa distorsione e basso rumore di fondo.

Un notevole passo avanti in questo senso si è compiuto con l'introduzione sul mercato dei nastri «metallici» (come si avrà modo di osservare più oltre, nel corso di questa stessa trattazione); infatti, questi ultimi ritrovati della tecnica possiedono elevatissimi valori di *retentività* e di *coercitività*, e, conseguentemente, una altissima capacità di immagazzinamento energetico. Poiché il miglioramento della risposta in frequenza di un nastro avviene sempre a scapito della estensione della gamma dinamica (e quindi del rapporto S/N) e viceversa, occorre sempre, con i nastri convenzionali, scendere a dei compromessi; effettivi miglioramenti possono essere introdotti soltanto con nastri ad altissima capacità energetica, quali appunto i «metallici».

Il problema della levigatezza e dell'uniformità del deposito magnetico sulla superficie del nastro è già stato affrontato nelle pagine precedenti; si è già veduto come anche da queste caratteristiche dipenda una buona qualità di registrazione e riproduzione delle frequenze acute, che sul nastro stesso hanno lunghezze d'onda dell'ordine del micron.

Lo spessore «totale» del nastro, e quindi la sua «durata», sono determinati anch'essi dalle norme internazionali.

I nastri in bobina esistono infatti di durata «standard», «lunga», «doppia», «tripla»; ognuna di queste «classi» è evidentemente caratterizzata da un diverso spessore del nastro.

Logicamente, al fine di garantire buone qualità sia meccaniche che elettroacustiche, occorre rispettare, nella fabbricazione del nastro, un ben determinato rapporto tra lo spessore del supporto e quello dello strato magnetico. In generale, nei nastri di durata «standard», «lunga», e «doppia» varia unicamente lo spessore del supporto, mentre resta pressoché invariato lo spessore dello strato magnetico, che è compreso tra 10 e 15 micron (0,4 - 0,6 mil.). Il supporto, nei nastri di durata «standard» è in genere spes-

so da 25 a 40 micron (1 - 1,5 mil.); in quelli «a lunga durata» è spesso circa 25 micron (1 mil.), in quelli «a doppia durata» circa 12 micron (0,5 mil.).

Quando il supporto è realizzato con resine poliestere di buona qualità, una riduzione del suo spessore non ne compromette la resistenza meccanica, cosicché il nastro magnetico mantiene invariato, nei tre casi citati, il proprio rendimento acustico.

Nei nastri «a tripla durata», invece, poiché una ulteriore riduzione nello spessore del supporto non è meccanicamente accettabile, occorre ridurre lo spessore dello strato magnetico, che diviene in genere circa 5-6 micron (0,2-0,25 mil.), mentre il supporto è in genere spesso circa 10-12 micron (0,4-0,5 mil.).

Questo discorso di spessori (e quindi di ingombri) si fa maggiormente sentire quando si parla di nastro «in scatolato» in contenitori (cartucce stereo 8, elcaset, cassette). In questi casi siamo in presenza di un nastro chiuso in un involucro «standard», che deve poter indifferentemente contenere bobine di diversa durata. A differenza dei registratori a bobine (ove la durata del nastro può essere variata sia agendo sulla sua lunghezza, sia variando la velocità di scorrimento, per poter incrementare la «durata» di questi contenitori (in cui il nastro è destinato a scorrere a velocità «standard»), occorre alloggiare nell'interno una quantità maggiore di nastro magnetico. A tal fine, l'unico parametro che può essere variato è lo spessore «totale» del nastro. Così, ad esempio, nelle cartucce «stereo 8» da 45 e 60 minuti (complessivi), solitamente lo spessore del supporto è 10-15 micron (0,4-0,6 mil.), mentre quello dello strato magnetico è 5-6 micron (0,2-0,25 mil.); in quelle da 90 minuti totali, lo spessore del supporto è circa 7-8 micron (0,3 mil.), e quello dello strato magnetico da 3 a 5 micron (0,1-0,2 mil.).

Nei registratori «elcaset» (per ora esistono soltanto «elcaset» da 60 minuti), tipicamente lo spessore del supporto è 10-15 micron (0,4-0,6

mil.), quello dello strato magnetico 5-6 micron (0,2-0,25 mil.); pertanto, il nastro contenuto in questo tipo di contenitore è in tutto e per tutto identico al nastro in bobina «tripla durata».

Nelle «compact-cassette» di minore durata (C 30, C 45, C 60, rispettivamente da 2 x 15,2 x 23,2 x 30 minuti complessivi), lo spessore dello strato sensibile è circa la metà di quello relativo al nastro «standard» in bobina, ed è perciò circa 6 micron (0,25 mil.), mentre lo spessore della «base» è circa un terzo di quello relativo al nastro in bobine «standard», ovvero la metà di quello del nastro «lunga durata», aggirandosi sui 12 micron (0,5 mil.). Nel passaggio dalla C 60 alla C 90 (2 x 45 minuti), si riduce ulteriormente lo spessore del supporto (che diviene circa 8 micron (0,25 mil.)), mentre, a garanzia delle qualità elettroacustiche, resta più o meno invariato lo spessore dell'ossido (4-6 micron, circa 0,2 mil.).

Ciò non è altrettanto possibile, però, per le C 120 (2 x 60 minuti di durata), e tantomeno per le (poche, per la verità) C 180 (2 x 90 minuti), in quanto una ulteriore riduzione nello spessore del supporto comprometterebbe seriamente le qualità meccaniche del nastro; pertanto, si è costretti a sacrificare parte della qualità di registrazione e riproduzione, riducendo in questi casi lo spessore dello strato magnetico a valori di 2-3 micron (0,1-0,15 mil.), e ritoccando leggermente anche quello del supporto, che può arrivare a 4-6 micron (circa 0,2 mil.).

Non soltanto per quanto riguarda lo strato sensibile del nastro, ma anche a proposito del supporto è necessario l'impiego di materiali della migliore qualità possibile.

Oggi, i nastri in acetato stanno diventando sempre meno facilmente reperibili, nonostante il basso costo ed il ridottissimo coefficiente di stiramento di questo materiale, che, per contro, si rompe con molta facilità, presentando frattura «netta». I nastri in acetato venivano fabbricati con spessore minimo di 25 micron (1 mil.).

Praticamente tutti gli attuali nastri magnetici so-

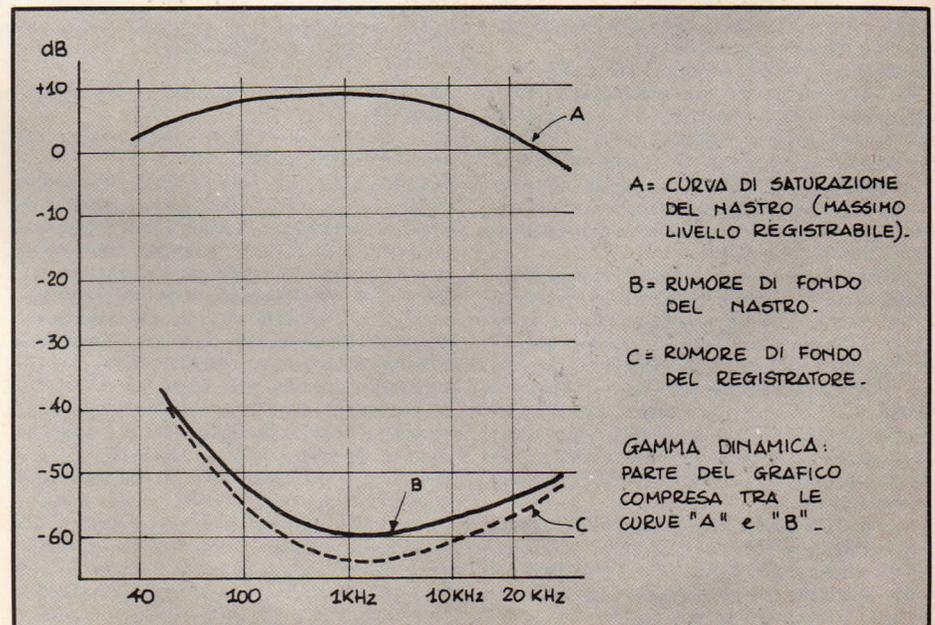


Fig. 22: Gamma dinamica del nastro magnetico.

no fabbricati in poliestere (tensilizzato e non); questo materiale non si rompe facilmente, ma può «dilatarsi», ovvero subire degli allungamenti, a meno che non si tratti di poliestere «tensilizzato», o «stirato».

Quest'ultimo tipo di materiale è piuttosto «stabile» meccanicamente, in quanto è già stato sottoposto ad uno «stiramento» in fase di produzione; in tal modo il nastro magnetico non si «allunga» durante l'uso. I nastri con spessori minimi (10 micron o meno) sono realizzati tutti in poliestere «tensilizzato».

Altri supporti per il nastro magnetico sono il *cloruro di polivinile* (PVC) ed altre plastiche le cui caratteristiche stanno tra l'acetato ed i poliesteri.

È comunque importante far attenzione che un nastro sia di materiale «stirato» o «tensilizzato».

Un problema al quale non avevo fatto cenno nelle pagine precedenti è quello relativo all'*effetto copia* dei nastri. Quando un nastro è avvolto in bobina (od in un «caricatore»), una parte del segnale può «trasferirsi» gradualmente, per contatto, sulle spire adiacenti. Il risultato è una specie di debole eco, udibile durante la riproduzione del nastro.

Tale «trasferimento» è un problema veramente serio, per il fatto che può rovinare con molta rapidità delle preziose registrazioni; ed anche per il fatto che, una volta avuto luogo, non è più possibile porre rimedio al difetto: non resta altro che cancellare e registrare nuovamente.

Il fenomeno aumenta di entità nel tempo, con alte temperature, con alte «tensioni» di avvolgimento; ancora, diventa di proporzioni tanto maggiori quanto più il nastro è sottile e destinato ad alte velocità di scorrimento.

Nel fenomeno stesso sono implicate le particelle magnetiche più piccole; pertanto, solitamente, i nastri in cui le particelle di ossido sono di dimensioni inferiori (tipi «*low-noise*», ecc.) vanno più soggetti all'inconveniente, noto sotto il nome di «*effetto copia*».

Così, nastri con supporto più «spesso», oltre ad essere più robusti e facili da maneggiare, subiscono in minore misura il fenomeno anzidescritto.

Per ciò che riguarda invece lo spessore dello strato sensibile del nastro, c'è da osservare che (poiché vi è una notevole interdipendenza tra le proprietà magnetiche del nastro stesso e l'ampiezza del trafero della testina di registrazione) generalmente, a parità di condizioni, uno strato sottile migliora l'estensione e la dinamica alle alte frequenze, ma presenta per contro una più alta distorsione ed una minore dinamica alle medie e basse frequenze.

Circa il materiale magnetico che normalmente viene impiegato nella fabbricazione dei nastri (e le dimensioni delle particelle di ossido), va notato che l'uso di materiali particolari può aumentare la *forza coercitiva* e/o la *retentività* (e quindi l'*uscita specifica*), mentre particelle di piccole dimensioni possono diminuire il rumore di fondo del nastro.

Si è già avuto modo di vedere che una maggiore *coercitività* si traduce in una più elevata dinamica alle alte frequenze (a spese di una maggiore entità di «*bias*» richiesta); la maggiore *retentività* conduce invece ad un «massimo livello di uscita» (MOL) più elevato su tutta la banda di frequenze (ma si avrà anche un corrispondente aumento del rumore), e ad una più ampia gamma dinamica, particolarmente ai due estremi della gamma audio.

La minor dimensione delle particelle magnetiche si traduce invece in un minor rumore di fondo ed in un miglioramento nella dinamica dei toni medi.

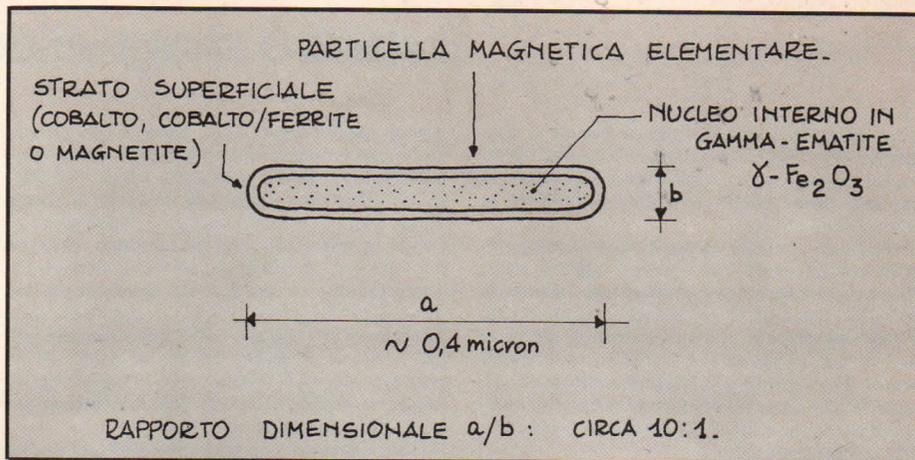


Fig.23: Costituzione delle particelle magnetiche elementari dei nastri «drogati», si osservi l'alto rapporto dimensionale ( $a/b$ ) ottenibile.

#### 4 I VARI TIPI DI NASTRO

**Low-Noise, Super Dynamic, High Energy, Extra Dynamic, Ultra Dynamic, Extended Range, Super High Fidelity:** tutti questi termini, spesso preceduti o seguiti da formule chimiche tipo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_2$ ,  $\text{FeCo}$ ,  $\text{FeCr}$ ,  $\text{MRX}_2$ , ecc., talvolta producono soltanto l'effetto di disorientare ed impensierire il potenziale utente del nastro magnetico. È quindi opportuno fornire alcune indicazioni circa le differenze tra i principali tipi di nastro oggi in commercio, anche alla luce di quanto veduto nelle pagine precedenti.

In base alla diversa composizione dell'ossido che forma lo strato magnetico ed alla diversa morfologia delle particelle che lo costituiscono, è possibile operare una precisa classificazione dei vari nastri attualmente esistenti in commercio, distinguendo i seguenti tipi principali:

##### Nastri «standard» all'Ossido di Ferro.

È il tipo più comune di nastro magnetico. Generalmente, il nastro «standard» viene impiegato per ragioni economiche, quando la qualità e le caratteristiche di conservazione non sono molto importanti; può andar bene per la registrazione del parlato, ed in genere ove non si richiedano caratteristiche di Alta Fedeltà. Lo strato magnetico è costituito da  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , cioè da «ossido di ferro gamma», detto anche «*gamma-ematite*».

Negli ultimi tempi, anche questo tipo di nastro ha subito notevoli miglioramenti, dovuti principalmente al rimpicciolimento delle particelle costituenti l'ossido; si sono ottenuti anche notevoli rapporti (circa 6:1) tra lunghezza e larghezza degli «aghi magnetici», il che ha consentito un migliore allineamento delle particelle in senso longitudinale, con conseguente diminuzione del soffio ed estensione della risposta alle alte frequenze.

Tale tipo di nastro è generalmente denominato «*standard*», oppure «ferro». I suoi parametri caratteristici sono, tipicamente: *forza coercitiva*: circa 280 Oersted; *Retentività*: circa 1.000 Gauss. Questo tipo di nastro richiede valori di *bias* e di equalizzazione assolutamente normali, e può perciò essere impiegato con qualsiasi tipo di registratore.

Il selettore di «*bias*», se presente sul *tape-deck*, andrà regolato su «standard» (oppure su: *Low-Noise*, LH o 100%); quello di equalizzazione sulla costante di tempo «120  $\mu\text{s}$ ».

##### Nastri all'Ossido di Ferro «Low-Noise».

Questo tipo di nastri si differenzia dal preceden-

te soltanto per una migliore qualità intrinseca. Lo strato magnetico è ancora in gamma-ematite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), ma gli «aghi» di cui è costituito l'ossido si distinguono per la forma perfettamente regolare, senza alcuna asperità nel contorno. Inoltre, le particelle sono generalmente di dimensioni più piccole, e con un rapporto lunghezza/larghezza ancora assai accentuato. In definitiva, si ha una notevole riduzione del rumore di fondo, una minor distorsione ed una maggiore risposta in frequenza.

Questi nastri sono denominati «*Low-Noise*», e, poiché la riduzione del rumore consente un certo incremento nella gamma dinamica, talvolta compare pure la scritta «*High Output*», oppure «*Ultra* (Extra, Super, ecc.) *Dynamic*»; anche se, in realtà, il valore della *retentività* (e conseguentemente il «*Maximum Output Level*» o «uscita specifica») non differisce molto, in genere, da quello relativo ai nastri «standard».

I parametri tipici di questo tipo di nastro sono: *retentività*: 1.000-1.100 Gauss; *forza coercitiva*: circa 280 Oersted. La lunghezza degli «aghi» di ossido può raggiungere circa il valore 0,6 micron, con un rapporto lunghezza/larghezza sempre di circa 6:1. A causa della forza coercitiva non dissimile da quella del nastro «standard», anche il tipo «*Low-Noise*» richiede valori normali per il «*bias*»; anche l'equalizzazione necessaria è quella «standard» con costante di tempo 120  $\mu\text{s}$ .

Il nastro «*Low-Noise*», quindi, può essere impiegato su tutti i registratori.

##### Nastri all'Ossido di Ferro «drogato» con Cobalto o Magnetite.

Aggiungendo all'ossido di ferro (costituente il normale strato magnetico del nastro) piccole quantità di altri elementi, quali il Cobalto (Co) o la Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), si ottiene un miglioramento nel rapporto S/N ed una estensione nella risposta in frequenza del nastro. Un tale procedimento è definito «*drogaggio*» del nastro. A proposito del Cobalto, c'è da osservare che nei primi esemplari di nastri «*energizzati al cobalto*» si manifestarono dei fenomeni di instabilità di origine chimica (di solito, insorgevano in conseguenza di sollecitazioni termiche o meccaniche), che a lungo andare potevano sfociare nella perdita del programma registrato. Attualmente, l'inconveniente è stato comunque totalmente eliminato.

Le particelle costituenti l'ossido magnetico di questi nastri «drogati» si presentano come «aghi» di gamma ematite ricoperti con un sottilis-

# Il nastro magnetico

simo strato di Cobalto, Cobalto-Ferrite o Magnetite (Fig. 23). Le prestazioni di questi tipi di nastro eguagliano od addirittura superano, in qualche caso, quelle ottenibili con nastri al «biossido di cromo».

Solitamente, i nastri «drogati» sono contrassegnati con le scritte «energized», oppure «High Energy»; la loro forza coercitiva può variare da 280 a 550 Oersted, la retentività si mantiene sui 1.000-1.100 Gauss. La lunghezza degli «àghi» di ossido può raggiungere valori estremamente piccoli (0,4 micron) con estrema uniformità delle particelle e rapporto lunghezza/larghezza elevatissimo (persino 10:1), cosicché il rapporto S/N diviene assai alto.

Poiché la forza coercitiva dei nastri «High Energy» può variare da 280 Oersted (come nei nastri «standard») a 550 Oersted (come in quelli «al cromo»), ne esistono in commercio diversi tipi, alcuni dei quali necessitano di un valore di «bias» normale, ed altri che vanno usati con il selettore del «bias» nella posizione «cromo». Circa l'equalizzazione, va osservato che, in genere, i nastri «High Energy» che richiedono un alto valore di «bias» necessitano anche di una costante di tempo di 70  $\mu$ s. per l'equalizzazione, mentre quelli impiegabili con «bias» standard richiedono una equalizzazione normale (120  $\mu$ s.).

I primi potranno così essere impiegati soltanto sui «deck» provvisti di «tape selector» con posizione per nastri al biossido di cromo, mentre i secondi mostreranno le loro eccellenti caratteristiche su qualunque tipo di registratore.

## Nastri al Biossido di Cromo.

In questi nastri, le particelle di ossido magnetico sono costituite da biossido di cromo (CrO<sub>2</sub>), e sono dotate di una stabilità dimensionale notevole; non presentano poi irregolarità superficiali ed hanno un rapporto lunghezza/larghezza tipico di 8:1 (il che, consentendone un corretto «allineamento» longitudinale sul nastro, migliora notevolmente le sue prestazioni in quanto a risposta alle alte frequenze).

Inoltre, il biossido di cromo aumenta la coercitività del nastro (in media, essa è 550 Oersted), e la sua retentività (che diviene circa 1.500 Gauss); così, aumenta si la quantità di energia immagazzinabile nel nastro (e, conseguente-

mente, migliorano in tutti i sensi le sue prestazioni), ma è necessario un valore di «bias» molto più forte di quello «standard» (circa il 40-50% in più). Pertanto, i nastri al biossido di cromo vanno impiegati *unicamente* sui registratori all'uopo predisposti, che possiedono cioè un commutatore in grado di variare il «bias» e l'equalizzazione (il selettore di «bias» va portato su «CrO<sub>2</sub>», «Chrome» o «150%»; quello di equalizzazione su «CrO<sub>2</sub>», «Chrome» oppure «70  $\mu$ s.»); in caso contrario, oltre a non usufruire dei vantaggi derivanti dall'impiego di questo tipo di nastro, non sarà tra l'altro possibile procedere ad una sua perfetta cancellazione.

Secondo alcuni, il nastro al biossido di cromo presenta una abrasività molto accentuata, per cui si teme possa usurare più in fretta le testine del registratore; è però, questa, un'opinione non condivisa da molti Autori.

## Nastri al Ferro-Cromo.

Questo tipo di nastro è caratterizzato dalla presenza di un doppio strato di ossido magnetico; quello più vicino al supporto è normale ossido di ferro, quello superficiale (a contatto dunque con le testine) è costituito da particelle di biossido di cromo.

Così, il nastro al ferro-cromo gode dei vantaggi propri di ciascuno dei due elementi che costituiscono il «rivestimento magnetico»; è infatti caratterizzato da un rumore di fondo bassissimo, una risposta in frequenza molto estesa ed un'ottima dinamica; inoltre, a causa dell'alta retentività, ha un elevato livello di uscita.

Nei nastri al ferro-cromo, ciascuno dei due strati costituenti ha un diverso grado di coercitività (circa 280 Oersted lo strato Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, circa 550 Oersted lo strato CrO<sub>2</sub>), cosicché la coercitività media si aggira sui 400 Oersted. Il valore della retentività è elevato, circa 1.200-1.500 Gauss.

I nastri al ferro-cromo non necessitano di una maggiore corrente di polarizzazione («bias»), per cui sono compatibili con registratori che non prevedono tale eventualità; tuttavia, alcuni apparecchi prevedono, nel commutatore relativo al «bias», una posizione «Fe-Cr», scegliendo la quale si eleva la corrente di polarizzazione di un 10% circa, in modo da ottenere prestazioni ancora migliori da questo tipo di nastro.

I nastri Fe-Cr presentano però un'enfasi sulle

frequenze acute (dagli 8.000 Hz in su), e necessitano pertanto di una apposita equalizzazione in riproduzione, leggermente diversa da quella richiesta per i nastri al cromo (per quanto con la stessa costante di tempo di 70  $\mu$ s.).

Così, in mancanza di un'apposita posizione «Fe-Cr» sul selettore di equalizzazione, si sceglierà per lo stesso la posizione «CrO<sub>2</sub>», oppure «70  $\mu$ s.».

## Nastri metallici.

Una delle novità che hanno condotto ad un notevole miglioramento qualitativo della registrazione magnetica sono i cosiddetti «nastri metallici», nei quali lo strato di materiale magnetico è composto da minuscole particelle di metallo puro, in luogo dei tradizionali ossidi di Ferro o di Cromo. Questi nuovi nastri consentono delle prestazioni molto più elevate rispetto ai migliori tipi in uso sino a qualche tempo fa; in particolare, risultano notevolmente ampliate la gamma dinamica e la risposta in frequenza, mentre anche il rapporto S/N (segnale/rumore) subisce con essi un forte incremento.

I parametri tipici dei nastri «metal» sono, in media: retentività: 3.400 Gauss (contro i 1.500 Gauss dei nastri CrO<sub>2</sub>); coercitività: 1.000 Oersted (contro i 550 Oersted dei nastri al Cromo). In tal modo, i nastri «metallici» dovrebbero permettere un «immagazzinamento energetico» circa quattro volte maggiore che non quello consentito dai nastri al biossido di cromo; ma, a causa dell'altissima coercitività, richiedono una corrente di bias e di cancellazione molto più elevate (in particolare, il valore ottimo di bias dovrebbe essere più del doppio di quello richiesto per i nastri CrO<sub>2</sub>).

È pertanto ovvio che il nastro «metal» possa essere registrato soltanto con *tape-deck* all'uopo predisposti.

Per ciò che concerne l'equalizzazione, invece, non si pongono problemi: la curva con «costante di tempo» 70  $\mu$ s (CrO<sub>2</sub>) è adatta anche per i nuovi nastri, che possono quindi essere riprodotti anche dai normali registratori previsti per nastri Fe-Cr o CrO<sub>2</sub>.

Ormai, tutte le case produttrici di nastro magnetico hanno in catalogo il proprio «nastro metallico», che ha però ancora una diffusione piuttosto limitata, per l'alto costo.

Per quanto, allo stato attuale delle cose, sia forse prematuro esprimere giudizi, si può star certi che i «nastri metallici» costituiranno uno dei punti di forza delle nostre future registrazioni.

## 5 DIFFERENZE TRA BOBINE / STEREO 8 / ELCASET / CASSETTE

Si è veduta, nelle pagine precedenti, la differenza tra i nastri impiegati nei vari sistemi («bobina aperta», «cartuccia Stereo 8», «caricatore Elcaset», «cassetta Philips»), in quanto a «spessore» di nastro; esaminiamone invece, ora, le differenze in quanto a «larghezza» dello stesso, ed alla sua utilizzazione relativamente a quest'ultima dimensione.

### Nastro per registratori «a bobine»:

Tralasciando i nastri destinati ad applicazioni audio professionali, di altezza 1/2 pollice (12,5 mm) od addirittura 1" (25 mm), prendiamo in considerazione unicamente quelli destinati ad applicazioni amatoriali e semiprofessionali. Nei registratori a bobina di uso comune, il na-

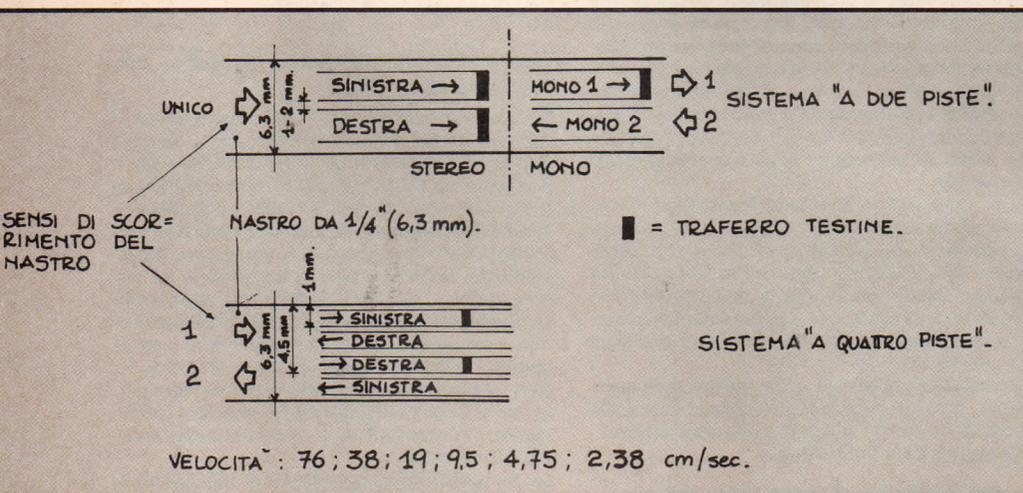


Fig.24: Utilizzazione del nastro da 1/4" (6,3 mm) nei sistemi a due piste ed a quattro piste.

no fabbricati in poliestere (tensilizzato e non); questo materiale non si rompe facilmente, ma può «dilatarsi», ovvero subire degli allungamenti, a meno che non si tratti di poliestere «tensilizzato», o «stirato».

Quest'ultimo tipo di materiale è piuttosto «stabile» meccanicamente, in quanto è già stato sottoposto ad uno «stiramento» in fase di produzione; in tal modo il nastro magnetico non si «allunga» durante l'uso. I nastri con spessori minimi (10 micron o meno) sono realizzati tutti in poliestere «tensilizzato».

Altri supporti per il nastro magnetico sono il *cloruro di polivinile* (PVC) ed altre plastiche le cui caratteristiche stanno tra l'acetato ed i poliesteri.

È comunque importante far attenzione che un nastro sia di materiale «stirato» o «tensilizzato».

Un problema al quale non avevo fatto cenno nelle pagine precedenti è quello relativo all'*effetto copia* dei nastri. Quando un nastro è avvolto in bobina (od in un «caricatore»), una parte del segnale può «trasferirsi» gradualmente, per contatto, sulle spire adiacenti. Il risultato è una specie di debole eco, udibile durante la riproduzione del nastro.

Tale «trasferimento» è un problema veramente serio, per il fatto che può rovinare con molta rapidità delle preziose registrazioni; ed anche per il fatto che, una volta avuto luogo, non è più possibile porre rimedio al difetto: non resta altro che cancellare e registrare nuovamente.

Il fenomeno aumenta di entità nel tempo, con alte temperature, con alte «tensioni» di avvolgimento; ancora, diventa di proporzioni tanto maggiori quanto più il nastro è sottile e destinato ad alte velocità di scorrimento.

Nel fenomeno stesso sono implicate le particelle magnetiche più piccole; pertanto, solitamente, i nastri in cui le particelle di ossido sono di dimensioni inferiori (tipi «*low-noise*», ecc.) vanno più soggetti all'inconveniente, noto sotto il nome di «*effetto copia*».

Così, nastri con supporto più «*spesso*», oltre ad essere più robusti e facili da maneggiare, subiscono in minore misura il fenomeno anzidescritto.

Per ciò che riguarda invece lo spessore dello strato sensibile del nastro, c'è da osservare che (poiché vi è una notevole interdipendenza tra le proprietà magnetiche del nastro stesso e l'ampiezza del trafero della testina di registrazione) generalmente, a parità di condizioni, uno strato sottile migliora l'estensione e la dinamica alle alte frequenze, ma presenta per contro una più alta distorsione ed una minore dinamica alle medie e basse frequenze.

Circa il materiale magnetico che normalmente viene impiegato nella fabbricazione dei nastri (e le dimensioni delle particelle di ossido), va notato che l'uso di materiali particolari può aumentare la *forza coercitiva* e/o la *retentività* (e quindi l'*uscita specifica*), mentre particelle di piccole dimensioni possono diminuire il rumore di fondo del nastro.

Si è già avuto modo di vedere che una maggiore *coercitività* si traduce in una più elevata dinamica alle alte frequenze (a spese di una maggiore entità di «*bias*» richiesta); la maggiore *retentività* conduce invece ad un «massimo livello di uscita» (MOL) più elevato su tutta la banda di frequenze (ma si avrà anche un corrispondente aumento del rumore), e ad una più ampia gamma dinamica, particolarmente ai due estremi della gamma audio.

La minor dimensione delle particelle magnetiche si traduce invece in un minor rumore di fondo ed in un miglioramento nella dinamica dei toni medi.

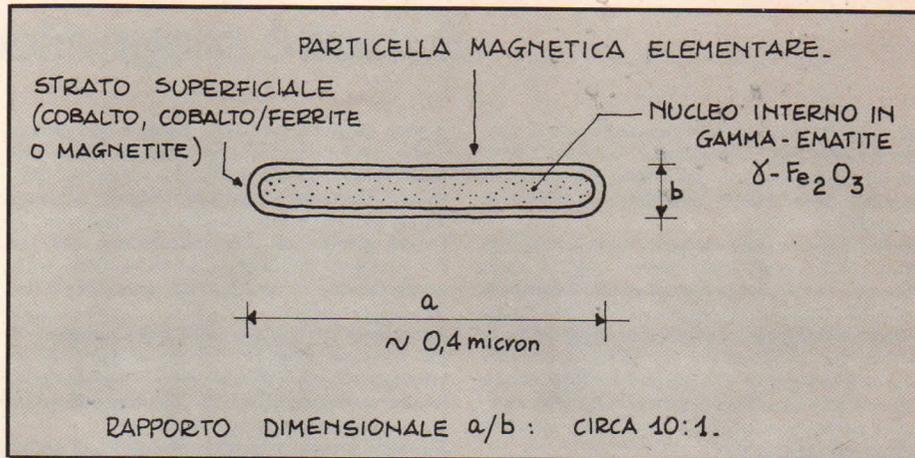


Fig.23: Costituzione delle particelle magnetiche elementari dei nastri «drogati», si osservi l'alto rapporto dimensionale ( $a/b$ ) ottenibile.

#### 4 I VARI TIPI DI NASTRO

**Low-Noise, Super Dynamic, High Energy, Extra Dynamic, Ultra Dynamic, Extended Range, Super High Fidelity: tutti questi termini, spesso preceduti o seguiti da formule chimiche tipo  $Fe_2O_3$ ,  $CrO_2$ ,  $FeCo$ ,  $FeCr$ ,  $MRX_2$ , ecc., talvolta producono soltanto l'effetto di disorientare ed impensierire il potenziale utente del nastro magnetico. È quindi opportuno fornire alcune indicazioni circa le differenze tra i principali tipi di nastro oggi in commercio, anche alla luce di quanto veduto nelle pagine precedenti.**

In base alla diversa composizione dell'ossido che forma lo strato magnetico ed alla diversa morfologia delle particelle che lo costituiscono, è possibile operare una precisa classificazione dei vari nastri attualmente esistenti in commercio, distinguendo i seguenti tipi principali:

##### Nastri «standard» all'Ossido di Ferro.

È il tipo più comune di nastro magnetico. Generalmente, il nastro «standard» viene impiegato per ragioni economiche, quando la qualità e le caratteristiche di conservazione non sono molto importanti; può andar bene per la registrazione del parlato, ed in genere ove non si richiedano caratteristiche di Alta Fedeltà. Lo strato magnetico è costituito da  $\gamma-Fe_2O_3$ , cioè da «ossido di ferro gamma», detto anche «*gamma-ematite*».

Negli ultimi tempi, anche questo tipo di nastro ha subito notevoli miglioramenti, dovuti principalmente al rimpicciolimento delle particelle costituenti l'ossido; si sono ottenuti anche notevoli rapporti (circa 6:1) tra lunghezza e larghezza degli «*aghi magnetici*», il che ha consentito un migliore allineamento delle particelle in senso longitudinale, con conseguente diminuzione del soffio ed estensione della risposta alle alte frequenze.

Tale tipo di nastro è generalmente denominato «*standard*», oppure «*ferro*». I suoi parametri caratteristici sono, tipicamente: *forza coercitiva*: circa 280 Oersted; *Retentività*: circa 1.000 Gauss. Questo tipo di nastro richiede valori di *bias* e di equalizzazione assolutamente normali, e può perciò essere impiegato con qualsiasi tipo di registratore.

Il selettore di «*bias*», se presente sul *tape-deck*, andrà regolato su «standard» (oppure su: *Low-Noise*, LH o 100%); quello di equalizzazione sulla costante di tempo «120  $\mu s$ ».

##### Nastri all'Ossido di Ferro «Low-Noise».

Questo tipo di nastri si differenzia dal preceden-

te soltanto per una migliore qualità intrinseca. Lo strato magnetico è ancora in gamma-ematite ( $\gamma-Fe_2O_3$ ), ma gli «*aghi*» di cui è costituito l'ossido si distinguono per la forma perfettamente regolare, senza alcuna asperità nel contorno. Inoltre, le particelle sono generalmente di dimensioni più piccole, e con un rapporto lunghezza/larghezza ancora assai accentuato. In definitiva, si ha una notevole riduzione del rumore di fondo, una minor distorsione ed una maggiore risposta in frequenza.

Questi nastri sono denominati «*Low-Noise*», e, poiché la riduzione del rumore consente un certo incremento nella gamma dinamica, talvolta compare pure la scritta «*High Output*», oppure «*Ultra* (Extra, Super, ecc.) *Dynamic*»; anche se, in realtà, il valore della *retentività* (e conseguentemente il «*Maximum Output Level*» o «*uscita specifica*») non differisce molto, in genere, da quello relativo ai nastri «*standard*».

I parametri tipici di questo tipo di nastro sono: *retentività*: 1.000-1.100 Gauss; *forza coercitiva*: circa 280 Oersted. La lunghezza degli «*aghi*» di ossido può raggiungere circa il valore 0,6 micron, con un rapporto lunghezza/larghezza sempre di circa 6:1. A causa della forza coercitiva non dissimile da quella del nastro «*standard*», anche il tipo «*Low-Noise*» richiede valori normali per il «*bias*»; anche l'equalizzazione necessaria è quella «*standard*» con costante di tempo 120  $\mu s$ .

Il nastro «*Low-Noise*», quindi, può essere impiegato su tutti i registratori.

##### Nastri all'Ossido di Ferro «drogato» con Cobalto o Magnetite.

Aggiungendo all'ossido di ferro (costituente il normale strato magnetico del nastro) piccole quantità di altri elementi, quali il Cobalto (Co) o la Magnetite ( $Fe_3O_4$ ), si ottiene un miglioramento nel rapporto S/N ed una estensione nella risposta in frequenza del nastro. Un tale procedimento è definito «*drogaggio*» del nastro. A proposito del Cobalto, c'è da osservare che nei primi esemplari di nastri «*energizzati al cobalto*» si manifestarono dei fenomeni di instabilità di origine chimica (di solito, insorgevano in conseguenza di sollecitazioni termiche o meccaniche), che a lungo andare potevano sfociare nella perdita del programma registrato. Attualmente, l'inconveniente è stato comunque totalmente eliminato.

Le particelle costituenti l'ossido magnetico di questi nastri «*drogati*» si presentano come «*aghi*» di gamma ematite ricoperti con un sottilis-

# Il nastro magnetico

simo strato di Cobalto, Cobalto-Ferrite o Magnetite (Fig. 23). Le prestazioni di questi tipi di nastro eguagliano od addirittura superano, in qualche caso, quelle ottenibili con nastri al «biossido di cromo».

Solitamente, i nastri «drogati» sono contrassegnati con le scritte «energized», oppure «High Energy»; la loro forza coercitiva può variare da 280 a 550 Oersted, la retentività si mantiene sui 1.000-1.100 Gauss. La lunghezza degli «àghi» di ossido può raggiungere valori estremamente piccoli (0,4 micron) con estrema uniformità delle particelle e rapporto lunghezza/larghezza elevatissimo (persino 10:1), cosicché il rapporto S/N diviene assai alto.

Poiché la forza coercitiva dei nastri «High Energy» può variare da 280 Oersted (come nei nastri «standard») a 550 Oersted (come in quelli «al cromo»), ne esistono in commercio diversi tipi, alcuni dei quali necessitano di un valore di «bias» normale, ed altri che vanno usati con il selettore del «bias» nella posizione «cromo». Circa l'equalizzazione, va osservato che, in genere, i nastri «High Energy» che richiedono un alto valore di «bias» necessitano anche di una costante di tempo di 70  $\mu$ s. per l'equalizzazione, mentre quelli impiegabili con «bias» standard richiedono una equalizzazione normale (120  $\mu$ s.).

I primi potranno così essere impiegati soltanto sui «deck» provvisti di «tape selector» con posizione per nastri al biossido di cromo, mentre i secondi mostreranno le loro eccellenti caratteristiche su qualunque tipo di registratore.

## Nastri al Biossido di Cromo.

In questi nastri, le particelle di ossido magnetico sono costituite da biossido di cromo (CrO<sub>2</sub>), e sono dotate di una stabilità dimensionale notevole; non presentano poi irregolarità superficiali ed hanno un rapporto lunghezza/larghezza tipico di 8:1 (il che, consentendone un corretto «allineamento» longitudinale sul nastro, migliora notevolmente le sue prestazioni in quanto a risposta alle alte frequenze).

Inoltre, il biossido di cromo aumenta la coercitività del nastro (in media, essa è 550 Oersted), e la sua retentività (che diviene circa 1.500 Gauss); così, aumenta sì la quantità di energia immagazzinabile nel nastro (e, conseguente-

mente, migliorano in tutti i sensi le sue prestazioni), ma è necessario un valore di «bias» molto più forte di quello «standard» (circa il 40-50% in più). Pertanto, i nastri al biossido di cromo vanno impiegati *unicamente* sui registratori all'uopo predisposti, che possiedono cioè un commutatore in grado di variare il «bias» e l'equalizzazione (il selettore di «bias» va portato su «CrO<sub>2</sub>», «Chrome» o «150%»; quello di equalizzazione su «CrO<sub>2</sub>», «Chrome» oppure «70  $\mu$ s.»); in caso contrario, oltre a non usufruire dei vantaggi derivanti dall'impiego di questo tipo di nastro, non sarà tra l'altro possibile procedere ad una sua perfetta cancellazione.

Secondo alcuni, il nastro al biossido di cromo presenta una abrasività molto accentuata, per cui si teme possa usurare più in fretta le testine del registratore; è però, questa, un'opinione non condivisa da molti Autori.

## Nastri al Ferro-Cromo.

Questo tipo di nastro è caratterizzato dalla presenza di un doppio strato di ossido magnetico; quello più vicino al supporto è normale ossido di ferro, quello superficiale (a contatto dunque con le testine) è costituito da particelle di biossido di cromo.

Così, il nastro al ferro-cromo gode dei vantaggi propri di ciascuno dei due elementi che costituiscono il «rivestimento magnetico»; è infatti caratterizzato da un rumore di fondo bassissimo, una risposta in frequenza molto estesa ed un'ottima dinamica; inoltre, a causa dell'alta retentività, ha un elevato livello di uscita.

Nei nastri al ferro-cromo, ciascuno dei due strati costituenti ha un diverso grado di coercitività (circa 280 Oersted lo strato Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, circa 550 Oersted lo strato CrO<sub>2</sub>), cosicché la coercitività media si aggira sui 400 Oersted. Il valore della retentività è elevato, circa 1.200-1.500 Gauss.

I nastri al ferro-cromo non necessitano di una maggiore corrente di polarizzazione («bias»), per cui sono compatibili con registratori che non prevedono tale eventualità; tuttavia, alcuni apparecchi prevedono, nel commutatore relativo al «bias», una posizione «Fe-Cr», scegliendo la quale si eleva la corrente di polarizzazione di un 10% circa, in modo da ottenere prestazioni ancora migliori da questo tipo di nastro.

I nastri Fe-Cr presentano però un'enfasi sulle

frequenze acute (dagli 8.000 Hz in su), e necessitano pertanto di una apposita equalizzazione in riproduzione, leggermente diversa da quella richiesta per i nastri al cromo (per quanto con la stessa costante di tempo di 70  $\mu$ s).

Così, in mancanza di un'apposita posizione «Fe-Cr» sul selettore di equalizzazione, si sceglierà per lo stesso la posizione «CrO<sub>2</sub>», oppure «70  $\mu$ s.».

## Nastri metallici.

Una delle novità che hanno condotto ad un notevole miglioramento qualitativo della registrazione magnetica sono i cosiddetti «nastri metallici», nei quali lo strato di materiale magnetico è composto da minuscole particelle di metallo puro, in luogo dei tradizionali ossidi di Ferro o di Cromo. Questi nuovi nastri consentono delle prestazioni molto più elevate rispetto ai migliori tipi in uso sino a qualche tempo fa; in particolare, risultano notevolmente ampliate la gamma dinamica e la risposta in frequenza, mentre anche il rapporto S/N (segnale/rumore) subisce con essi un forte incremento.

I parametri tipici dei nastri «metal» sono, in media: retentività: 3.400 Gauss (contro i 1.500 Gauss dei nastri CrO<sub>2</sub>); coercitività: 1.000 Oersted (contro i 550 Oersted dei nastri al Cromo). In tal modo, i nastri «metallici» dovrebbero permettere un «immagazzinamento energetico» circa quattro volte maggiore che non quello consentito dai nastri al biossido di cromo; ma, a causa dell'altissima coercitività, richiedono una corrente di bias e di cancellazione molto più elevate (in particolare, il valore ottimo di bias dovrebbe essere più del doppio di quello richiesto per i nastri CrO<sub>2</sub>).

È pertanto ovvio che il nastro «metal» possa essere registrato soltanto con *tape-deck* all'uopo predisposti.

Per ciò che concerne l'equalizzazione, invece, non si pongono problemi: la curva con «costante di tempo» 70  $\mu$ s (CrO<sub>2</sub>) è adatta anche per i nuovi nastri, che possono quindi essere riprodotti anche dai normali registratori previsti per nastri Fe-Cr o CrO<sub>2</sub>.

Ormai, tutte le case produttrici di nastro magnetico hanno in catalogo il proprio «nastro metallico», che ha però ancora una diffusione piuttosto limitata, per l'alto costo.

Per quanto, allo stato attuale delle cose, sia forse prematuro esprimere giudizi, si può star certi che i «nastri metallici» costituiranno uno dei punti di forza delle nostre future registrazioni.

## 5 DIFFERENZE TRA BOBINE / STEREO 8 / ELCASET / CASSETTE

Si è veduta, nelle pagine precedenti, la differenza tra i nastri impiegati nei vari sistemi («bobina aperta», «cartuccia Stereo 8», «caricatore Elcaset», «cassetta Philips»), in quanto a «spessore» di nastro; esaminiamone invece, ora, le differenze in quanto a «larghezza» dello stesso, ed alla sua utilizzazione relativamente a quest'ultima dimensione.

### Nastro per registratori «a bobine»:

Tralasciando i nastri destinati ad applicazioni audio professionali, di altezza 1/2 pollice (12,5 mm) od addirittura 1" (25 mm), prendiamo in considerazione unicamente quelli destinati ad applicazioni amatoriali e semiprofessionali.

Nei registratori a bobina di uso comune, il na-

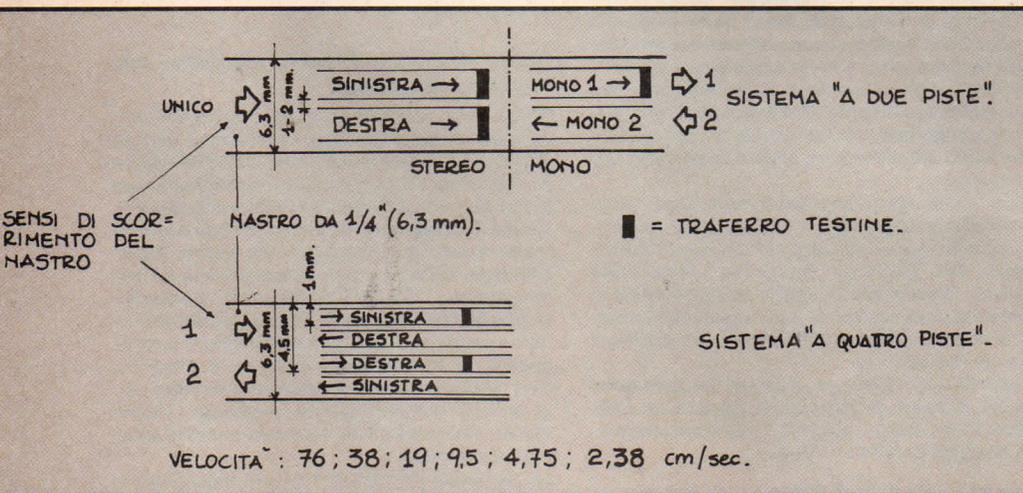


Fig.24: Utilizzazione del nastro da 1/4" (6,3 mm) nei sistemi a due piste ed a quattro piste.

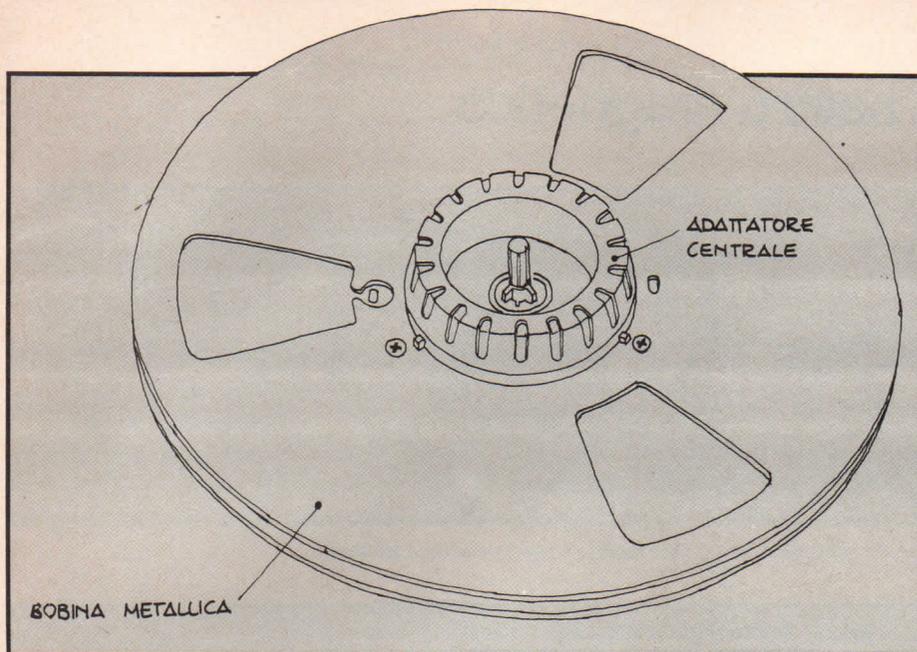


Fig. 25: Bobine da 26 cm di diametro, da applicarsi ai perni del registratore tramite un apposito «adattatore» centrale.

stro ha un'altezza di 1/4" (6,3 mm), e può essere registrato secondo lo standard «a due» oppure «a quattro» piste (Fig. 24).

Nel sistema a due piste stereo, il nastro viene sfruttato in un solo senso di scorrimento, in quanto ciascuna delle due «tracce» (una per il canale sinistro, l'altra per il destro) occupa praticamente la metà dell'altezza utile dello stesso. Negli apparecchi monofonici, il nastro da 1/4" (6,3 mm) viene sfruttato invece nei due sensi di scorrimento: la larghezza dell'unica pista (in ciascuno dei due sensi) è identica a quella relativa ad un solo canale del sistema a «due tracce» stereo.

Nello standard «a quattro piste» stereo, ciascuna delle quattro «tracce» ha larghezza di poco inferiore alla metà di quella sfruttata nei sistemi veduti in precedenza, cosicché il nastro magnetico può venire impiegato prima in un senso, poi nell'altro.

Le due «tracce» (sinistra e destra) del primo lato dell'incisione non sono adiacenti (vedere la Fig. 24), ma separate dalla «pista» relativa al canale destro dell'incisione della seconda «faccia», e viceversa.

Ciò consente una maggiore separazione tra i canali, ma fa sì che una registrazione effettuata con il sistema «a quattro piste» non risulti leggibile da parte di un registratore funzionante a due sole «piste»; infatti, quest'ultimo «leggerebbe» contemporaneamente le quattro «tracce», due delle quali, tra l'altro, in senso contrario. L'informazione risultante sarebbe così assolutamente inintelligibile.

Viceversa, un nastro registrato secondo il sistema «a due piste» può essere letto senza problemi da un «tape-deck» a quattro piste; in questo senso, quindi, oltre a permettere una maggiore economia di nastro (ciascuna bobina viene usata nei due sensi), il sistema «a quattro piste» appare più versatile.

Lo standard «a due piste» consente però il raggiungimento di valori di rapporto S/N più elevati, e si addice maggiormente ad un impiego «semiprofessionale» del registratore.

I diametri «standard» delle bobine reperibili in commercio sono: 26,7 cm; 17,8 cm; 12,7 cm; 8,5 cm. I registratori più comuni accettano un diametro massimo di bobina di 18 cm, che è poi il formato più diffuso.

Soltanto alcuni apparecchi di classe elevata e destinati anche all'uso semiprofessionale sono in grado di accogliere bobine del diametro di cm 26, applicabili tramite adattatori concentrici ai perni del registratore (Fig. 25).

Circa la «lunghezza» dei nastri (e la conseguente «durata»), essa varia a seconda del tipo e dello spessore del nastro («standard», «lunga», «doppia» e «tripla» durata); la tabella di Fig. 32 fornisce comunque indicazioni in tal senso.

#### Le «cartucce» Stereo 8.

La costituzione delle cartucce Stereo 8 è invece piuttosto semplice: nel contenitore si trova un'unica bobina di nastro avvolto continuamente su se stesso; inoltre, è incorporato il *pinch-roller* in gomma, destinato a premere il nastro sul *capstan*, per ottenere lo scorrimento dello stesso, ed il feltrino pressore che lo farà scorrere sulla testina dell'apparecchio (Fig. 26).

A causa della costituzione stessa della cartuccia Stereo 8, insorgono notevoli problemi di natura meccanica, e per un sistema del genere è necessario impiegare un nastro dall'alta scorrevolezza. La maggioranza dei nastri impiegati nelle «cartucce» Stereo 8 ha il dorso spalmato con uno strato di grafite, che permette al nastro di scorrere con un minimo di frizione. La quantità giusta di grafite è un fattore molto importante: una quantità eccessiva «sporca» il lato sen-



Fig. 26: Costituzione di una cartuccia «Stereo 8».

sibile del nastro (e passa, di conseguenza, sulla testina magnetica); se, invece, la quantità di lubrificante è insufficiente, possono insorgere «guai» dovuti ad inceppamenti vari.

Il sistema «Stereo 8» fa uso di nastro da 1/4" (6,3 mm), che scorre in un solo senso alla velocità di 9,5 cm/sec.; nel nastro vengono ricavate otto tracce parallele (Fig. 27), che consentono la presenza di quattro distinti programmi stereofonici.

#### I caricatori «Elcaset».

Anche il sistema «Elcaset» fa uso di nastro da 1/4" (6,3 mm), inscatolato in un contenitore grande circa due volte e mezzo una normale «cassetta Philips»; in questo caso, però, gli avvolgimenti sono due, analogamente al sistema «compact-cassette».

La velocità di scorrimento dell'Elcaset è 9,5 cm/sec.

Tale sistema prevede sul nastro sei distinte «tracce»: le quattro esterne si riferiscono ai due canali L ed R dei due programmi stereo principali (uno per ciascun «senso» di scorrimento); le due più interne, di larghezza notevolmente ridotta rispetto alle principali, servono per l'incisione di eventuali segnali di sincronizzazione o di controllo dei programmi; una sola di queste ultime viene impiegata per ciascun senso di scorrimento (Fig. 28). Poiché le due tracce relative ai canali L ed R di uno stesso programma sono adiacenti, anche nel sistema «Elcaset» è assicurata la compatibilità mono/stereo come per le normali «cassette».

La costituzione del contenitore Elcaset è illustrata in Fig. 29; si noti la maggiore complessità meccanica rispetto alla «cassetta» tradizionale.

#### Le «compact-cassette».

Il sistema «a cassette» Philips fa uso di nastro di larghezza 3,4-3,8 mm, avvolto su due distinti avvolgimenti e fatto scorrere alla velocità di 4,75 cm/sec. (recentemente, però, sono stati immessi sul mercato apparecchi «a cassette» dotati anche della velocità 9,5 cm/sec.); le «piste» usate sono quattro, cosicché una «cassetta» può essere impiegata nei due sensi, per due registrazioni stereofoniche distinte. Nel sistema «a cassette» le due «tracce» sinistra e destra di uno stesso senso di registrazione sono adiacenti; in tal modo, anche un apparecchio monofonico può «leggere» senza problemi (contemporaneamente) i nastri registrati in stereo (Fig. 30). La costituzione di una «cassetta» è relativamente semplice; in Fig. 31 si osserva una veduta «esplosa» della stessa. Si notino i due avvolgimenti di nastro magnetico, le due «rotelline» per lo scorrimento dello stesso, il «feltrino pressore» (dotato di una molla il cui compito è quello di tenere il nastro pressato contro la testina di registrazione/lettura).

Tutta la meccanica della «cassetta» è racchiusa in due «gusci» di plastica tenuti assieme da colla, o, meglio, da una serie di viti. Nell'uso in Alta Fedeltà è assai consigliabile dare la preferenza a cassette di quest'ultimo tipo, che consentono di intervenire all'interno in caso di guasti od incidenti vari.

A proposito della «lunghezza» dei nastri in contenitore (Stereo 8, Elcaset, cassette), si veda la già menzionata tabella di Fig. 32, che fornisce indicazioni anche su questo argomento.

Sempre a riguardo dei nastri «in contenitore», ricordo che la loro qualità non dipende unicamente dalle caratteristiche del nastro entro contenuto, ma anche dal vero e proprio «contenitore» in cui viene alloggiato, e dal meccanismo di trasporto dello stesso.

Il migliore nastro del mondo, alloggiato in un «contenitore» di pessima qualità, fornirà sen-

# Il nastro magnetico

z'altro risultati deludenti, anche se impiegato in un ottimo apparecchio registratore.

La «scatola» in cui è racchiuso il nastro (sia essa cartuccia Stereo 8, Elcaset o cassetta) ed i relativi meccanismi di trascinamento sono, in effetti, un'estensione del registratore; dovrebbero pertanto venire costruiti rispettando gli stessi elevati «standard» qualitativi, ed essere sottoposti a severe misure di controllo prima della loro commercializzazione.

## 6 LA SCELTA DEL NASTRO; CONSIGLI SULL'IMPIEGO E LA CONSERVAZIONE

Non è semplice orientarsi nella moltitudine dei nastri magnetici presenti sul mercato. Tra l'altro, la scelta di un nastro è subordinata alle caratteristiche qualitative dell'apparecchio registratore con il quale va impiegato, poiché l'interfaccia nastro/registratore influenza grandemente la riuscita di una registrazione. Che nastro comprare, dunque? È una domanda alla quale non si può dare una risposta valida in assoluto.

Cerchiamo, tuttavia, di trarre utili indicazioni dalle considerazioni che seguono, anche alla luce di quanto esposto precedentemente.

La scelta di un nastro magnetico non è cosa da compiersi «alla leggera», poiché dipende essenzialmente da due importantissimi fattori: il primo, come ormai apparirà chiaro al lettore, è il livello qualitativo del registratore con il quale il nastro stesso va impiegato (nonché le «possibilità» che l'apparecchio offre in quanto a regolazioni di «bias», equalizzazione, ecc.), mentre il secondo, altrettanto importante, concerne il tipo di registrazione che si intende effettuare.

Ben diverse sono, infatti, le scelte che vanno operate in fatto di nastro magnetico, a seconda che si debba registrare del parlato (o, comunque, un programma di scarsa fedeltà), od eseguire «riversamenti» di nastri già esistenti, oppure ancora effettuare registrazioni da dischi o da sintonizzatori FM, o addirittura «dal vivo».

È evidente che ciascuno dei casi menzionati richiede una apposita «scelta»: per la registrazione del parlato, infatti, non è assolutamente necessario ricercare nastri ad altissima dinamica o dalla estesissima risposta in frequenza; sarebbe un inutile spreco di denaro. Tuttavia è importante, anche in questo caso, acquistare nastri di buona qualità, per quanto economici, rifiutando prodotti di marche sconosciute o dal prezzo «sospetto».

Infatti, questi ultimi potrebbero causare danni al registratore, mediante eccessivi depositi di ossido sulle testine e sugli altri organi meccanici, e comunque non consentono certamente una registrazione «stabile» nel tempo.

Occorre a questo punto tenere presenti anche le eventuali indicazioni del costruttore del registratore, il quale, talvolta, elenca un certo numero di nastri magnetici sui quali è stato «tarato» l'apparecchio. È evidente che, per ottenere le migliori prestazioni in assoluto, occorre affidarsi a «quei» particolari nastri, soprattutto se non si è in grado di effettuare in tempo le necessarie prove con altri tipi di nastro magnetico.

### Nastri in bobina.

All'apice dei nastri in bobina si trovano i tipi «High Energy», con eccellenti caratteristiche di risposta in frequenza, rapporto S/N e massimo livello di uscita (MOL).

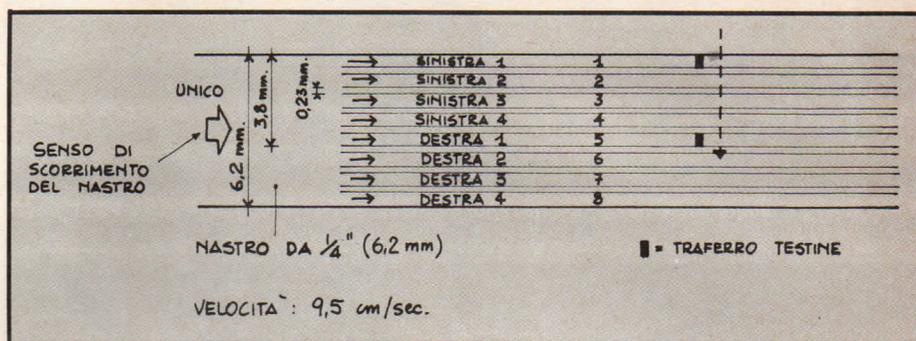


Fig. 27: Utilizzazione del nastro nel sistema «a cartucce stereo 8».

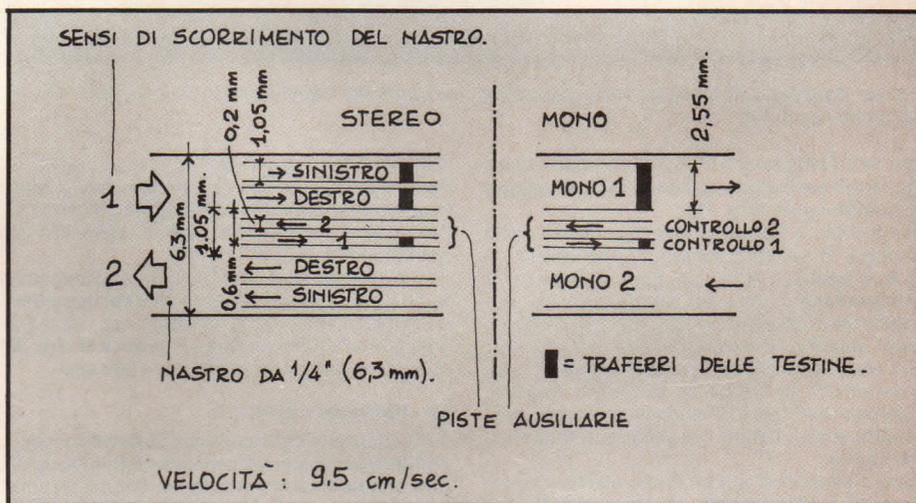


Fig. 28: Utilizzazione del nastro magnetico nel sistema «Elcaset». Oltre alle quattro tracce principali, sono presenti due piste ausiliarie (più «strette»), per l'incisione di un segnale di controllo o di sincronizzazione.



Fig. 29: Costituzione di un contenitore «Elcaset».

Tali nastri, denominati anche «Professionali», vengono usati per raggiungere la più alta qualità di riproduzione; essi offrono la migliore fedeltà possibile, vale a dire la maggiore sensibilità e la più ampia risposta in frequenza ottenibili da nastro in bobina.

Secondo in classifica è il tipo «Low-Noise», il cui ossido è il risultato di una specie di compromesso tra costo e caratteristiche.

Questo nastro, cosiddetto «a basso rumore», ha meno fruscio del tipo «standard», ma non raggiunge le elevate caratteristiche di dinamica del tipo «High Energy». La maggioranza delle registrazioni amatoriali viene eseguita proprio con nastri «Low-Noise».

Quindi, esiste un tipo di nastro definito «standard», che viene impiegato per ragioni economiche, ove qualità e caratteristiche di conservazione del programma registrato non siano molto importanti (parlato, ecc.).

Come accorgersi se un nastro (non importa se «High Energy», «Low-Noise» o «standard») è di buona qualità? In primo luogo, occorre esaminare la rifinitura superficiale (più la superficie è liscia, migliore è il contatto con la testina, e minore risulta l'usura della stessa). Quindi si fanno scorrere le dita su una lunghezza di 10-20 cm di nastro; se sui polpastrelli rimangono dei «depositi» di ossido, la sua qualità è senz'altro dub-

bia, e potremo star certi che esso causerà un sacco di «grane» alle testine ed agli altri organi del povero «tape-deck».

Un'ultima analisi va effettuata circa la «consistenza» della bobina contenitrice del nastro; se essa è troppo sottile o si piega con facilità, possiamo desumere che potrà facilmente deformarsi sotto l'azione delle tensioni esercitate dal registratore. Ciò può condurre ad un danneggiamento dei bordi del nastro, e, successivamente, a notevoli difetti di riproduzione. La bobina di un nastro di qualità deve risultare robusta, perfettamente equilibrata e rifinita con precisione in tutte le sue parti.

### Nastri in contenitore (Stereo 8, Elcaset, cassette).

Per questi tipi di nastri, le considerazioni da farsi sono di due ordini diversi: il primo riguarda il nastro magnetico vero e proprio, il secondo la parte più propriamente «meccanica», preposta al suo trascinamento.

Circa il nastro magnetico, si è avuto modo di vedere nelle pagine precedenti come, in base alla composizione dello «strato sensibile», ne esistono diversi tipi, ciascuno dei quali presenta caratteristiche diverse.

Questo discorso coinvolge soprattutto le «cassette», disponibili oggi sul mercato in una vastissima gamma di modelli che offrono prestazioni molto diverse tra loro.

A prescindere dai diversi valori di «bias» e di equalizzazione richiesti, si può, in linea di massima, consigliare l'impiego di nastri Metal, al Ferro-Cromo (Fe-Cr), al Biossido di Cromo (CrO<sub>2</sub>) ed «High Energy» per registrazioni di elevato livello qualitativo (quando cioè si richiedono le migliori prestazioni possibili in senso assoluto).

Se invece non si possiede un equipaggiamento di estrema alta fedeltà e non si richiedono prestazioni particolari, è consigliabile adoperare nastri «Low-Noise», reperibili ad un prezzo più moderato. Nella stragrande maggioranza delle applicazioni, i «contenitori» con nastro a base di ossido di ferro a basso rumore sono i più indicati.

L'uso del nastro «standard» sarà invece riservato alle registrazioni meno impegnative (parlato o simili).

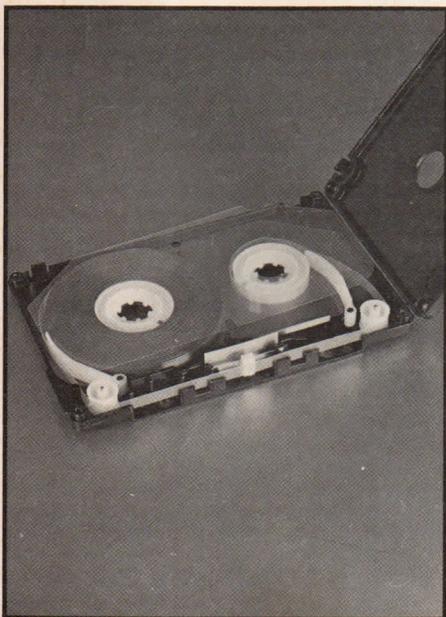


Fig.31: Costituzione di una «compact-cassette».

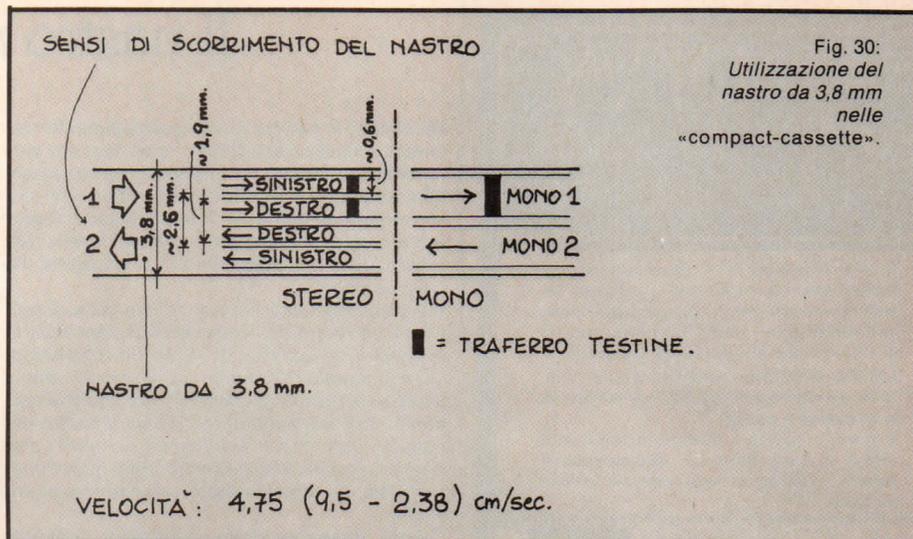


Fig. 30:  
Utilizzazione del  
nastro da 3,8 mm  
nelle  
«compact-cassette».

Circa la scelta del tipo di nastro in base alla diversa composizione dell'ossido dello strato magnetico, si tenga anche ben presente la regola universalmente valida, di NON impiegare nastri che richiedono valori di «bias» e di equalizzazione diversi da quelli di cui il registratore dispone.

Così, non andranno impiegati nastri «al cromo» né «al ferro-cromo» (né comunque a coercitività molto più alta del normale) su apparecchi non predisposti.

A proposito delle «compact-cassette», occorre poi considerare un altro fattore: lo spessore del nastro, che è in relazione alla sua «durata». In linea di massima, l'impiego delle C 120 (ed a maggior ragione, delle C 180) non è particolarmente raccomandabile, se non per particolari esigenze.

Lo strato di ossido è più sottile, ed il nastro si «saturerà» più facilmente; anche il rapporto S/N, in questi tipi di cassette «a lunga durata», scende sensibilmente.

Inoltre, data l'estrema fragilità del nastro, è possibile che esso si spezzi al minimo incidente meccanico, o comunque (il che accade molto frequentemente) che si arrotoli intorno al «capstan». Per tutte queste ragioni è più consigliabile servirsi delle C 60 e C 90, che sono tra loro molto simili in quanto a robustezza e prestazioni.

Se le C 90 durano più a lungo e presentano un rapporto qualità/prezzo più favorevole delle C 60, queste ultime possono però considerarsi ancora più affidabili.

Per quanto riguarda la parte meccanica dei vari «contenitori», occorre ricordare che, in quanto a dimensioni, gli involucri devono soddisfare strettamente i vari «standard», con tolleranze molto ristrette.

I due «gusci» di materiale plastico che formano il vero e proprio «contenitore» devono essere robusti ed assolutamente indeformabili; inoltre, è indispensabile che siano perfettamente rifiniti in tutte le loro parti, senza «sbavature» o discontinuità. Sarebbe inoltre auspicabile che le due parti fossero tenute assieme da una serie di viti, anziché da semplice colla o da incastrati, onde permettere eventuali ispezioni in caso di necessità.

Il nastro deve scorrere all'interno della cartuccia o cassetta con moto regolare, senza intoppi e variazioni di velocità tra una zona e l'altra dello stesso; l'azione lubrificante della grafite che ricopre i fogli su cui scorre il nastro stesso deve

essere efficace, i perni di scorrimento debbono essere in Teflon o, meglio, in acciaio, per garantire ridotte fluttuazioni di velocità.

La finestrina presente sui due lati opposti delle cassette (e delle Elcaset), che permette di osservare le diverse quantità di nastro sui due avvolgimenti interni, deve essere *assolutamente* protetta con plastica trasparente *saldata* all'involucro principale, in modo da impedire a polvere e sporcizia di penetrare ed inficiare le prestazioni dell'insieme.

Per farsi un'idea approssimativa della qualità del contenitore (e quindi, indirettamente, anche del nastro entrocontenuto) esaminiamo con molta attenzione i feltrini pressori. Questi dovrebbero essere realizzati in feltro, e trovarsi incollati su una molla placcata di bronzo fosforoso; si tratta infatti di parti che svolgono l'importante funzione di mantenere un buon contatto tra nastro e testine magnetiche, esercitando l'esatta pressione necessaria.

Se tale pressione è troppo forte, in breve tempo potranno danneggiarsi le testine del «tape-deck», per eccessiva usura; se, invece, la pressione è troppo debole, il nastro non potrà scorrere uniformemente sulle testine, e la riproduzione evidenzierà un tipo di suono assai «cavernoso».

Se al posto del feltrino pressore e relativa molla si trova un «grumo» di schiuma rigida o di materiale espanso, possiamo star certi che non ci troviamo di fronte ad un prodotto di qualità. Questi materiali, infatti, oltre a svolgere piuttosto male la funzione di «pressori» del nastro, tendono a sbriciolarsi con il tempo (tra l'altro, le particelle possono penetrare all'interno del contenitore, con i risultati facilmente immaginabili).

Per quanto riguarda il controllo del nastro magnetico contenuto nelle varie cartucce Stereo 8, Elcaset e cassette, la procedura è assai semplice e non dissimile da quella adottata per i nastri in bobina. Occorre infatti esaminare la superficie sensibile, osservando se essa ha un aspetto liscio e privo di irregolarità.

Questa deve apparire liscia ed uniforme, e non deve assolutamente lasciare depositi di ossido magnetico.

Chiariti questi aspetti fondamentali della scelta di un nastro magnetico, mi sembra opportuno concludere la trattazione con alcuni semplici consigli circa il corretto uso e la conservazione dei nastri magnetici.

La cosa fondamentale, per un corretto impiego



I nuovi apparecchi HI-FI Revac, diffusori ed elettroniche, stanno destando l'interesse dei consumatori più attenti ed esperti per i notevoli contenuti di ricerca scientifica, purezza di riproduzione e raffinatezza costruttiva.

I giudizi delle riviste specializzate e dei musicofili più esperti sono unanimi nel riconoscere la straordinaria qualità.

I Revac, progettati e prodotti in Italia, sono diffusi in tutta Europa e rappresentano il fruibile risultato di una superiore cultura musicale.

**CENTRI D'ASCOLTO**

**ELENCO RIVENDITORI**

CUNEO - M. Rossi e figli, corso Nizza, 16.  
 NIZZA MONF. - Elettronica IGM, via Cordara 6.  
 NOVI LIGURE - Gozzo Lino, via Roma 92.  
 TORINO - Il Fonografo, Corso Re Umberto 52.  
 TORINO - Suono, via Po 40.

BERGAMO - Hi-Fi Studio, via Suardi 11/C.  
 BOVISO MASCIAGO - E.B.S. Hi-Fi, via Roma 41.  
 CORBETTA - Penati S.N.C., via Verdi 28/30.  
 GALLARATE - Turri Mario, via Delle Rose 2.  
 LEGNANO - Eredi di G. Signorelli, via Solferino 3.  
 MANTOVA - Garosi Carlo, via Broletto 7.  
 MILANO - Auditorium 11, via F. Corridoni 11.  
 MILANO - Marcucci S.p.A., via Bronzetti 37.  
 MILANO - Teleonda, P.ta Giordano 4.  
 PALAZZOLO MILANESE - NOVE S.N.C., via Mazzini 98.  
 VIGEVANO - Migliavacca Electronics, corso Repubblica 17.

CAIRO MONTENOTTE - Zunino Giuseppe, via Di Vittorio 41.  
 LA SPEZIA - Casa Musicale R. Campi, viale Italia 151.  
 SAN REMO - UN.EL.CO., via Roma 146.

MOGLIANO VENETO - Hi-Fi House, via Toti dal Monte 4.  
 PADOVA - Vanotti Centro Hi-Fi, via S. Martino Solferino 6.  
 SCHIO E BASSANO DEL GRAPPA - Hi-Fi Studio Zen, P.A.DA Schio 18 piazzale Cadorna 2.  
 TREVISO - Elektro Hi-Fi, viale A. De Gasperi 18.  
 VENEZIA - Caputo Ruggero, S. Marco 4943.  
 VENEZIA - Teleradio Di Fuga, S. Marco 3457.

ANCONA - Alfa Color Hi-Fi, via Loreto 38.  
 PESARO - Hi-Fi Center, via Flaminia 151.  
 PORTO D'ASCOLI - Auli Elettronica, via Turati 12.

PIERANTONIO (PG) - Cozzari Gilberto, via L. da Vinci 58.

CAPEZZANO PIANORE (LU) - Audio Artigiano, via Sarzanese 162.  
 CARRARA - Bercar s.r.l. - Loc. 213, via XX Settembre 79.  
 LIVORNO - Messaggerie musicali tempo libero, via Dei Lanzi 23.  
 PISA - F.lli De Paola, Lungarno Mediceo 43/46.  
 VIAREGGIO - Centro Laboratorio Hi-Fi, via Cairoli 143.  
 VIAREGGIO - Pellegrini Mauro, via Fratti 176.

ROMA - Consorti s.r.l., viale Giulio Cesare 88.  
 ROMA - New Teleaudio, via Fregene 4.  
 ROMA - Punto Musica, via Candeo 9.  
 ROMA - Teref s.r.l., via dei Colli Portuensi 407.

BARI - Hi-Fi Club di Jannone, via Lombardi 8.  
 MANFREDONIA - Rubino Gerardo, corso Manfredi 202.  
 MONOPOLI (BA) - Bellantuono Cesare, piazza Vittorio Emanuele 11.  
 TARANTO - Notre Maison, via Pupino 19.

REGGIO CALABRIA - Aifer s.r.l., via Furnari 40/52 - via Aschenez 27/31.

CAGLIARI - Cocco Luciano, via Cavoro 30.  
 NUORO - Campus Roberto, via Roma 6.

# Il nastro magnetico

del nastro, è non trascurare assolutamente l'interfaccia nastro/registratore, cioè operare correttamente, soprattutto in fase di registrazione, tutta quella serie di interventi e regolazioni che consentono di ottimizzare le prestazioni (regolazione appropriata del «record level», del «bias», degli eventuali sistemi di riduzione del rumore, ecc.).

Vale la pena di ricordare, in questa sede, di provare a variare (se il «tape-deck» lo consente) la posizione dei selettori di «bias» (in registrazione) e di equalizzazione (in riproduzione), sino a trovare «ad orecchio» la combinazione che consente i migliori risultati con il tipo di nastro impiegato, dato che la moltitudine dei nastri magnetici in commercio presenta, sotto questi punti di vista, un'ampia dispersione delle caratteristiche.

Queste prove empiriche risulteranno sufficientemente facili se si registreranno brani ricchi di frequenze elevate, o sfruttando i segnali sinusoidali forniti da molti «dischi-prova» od emittenti radiofoniche.

Circa la conservazione dei nastri, è importante soprattutto che essi vengano mantenuti lontani da fonti di calore e, soprattutto, da campi magnetici (trasformatori, magneti di altoparlanti, calamite, ecc.), i quali ultimi potrebbero degradare la registrazione o addirittura «cancellarla» totalmente.

È altresì importante proteggere il nastro magnetico dalla polvere e dall'umidità. Se i nastri sono destinati all'uso con apparecchi portatili od in automobile, (tra l'altro, in questo frangente, senz'altro alcune finissime particelle penetrerebbero all'interno del «contenitore», con conseguenti possibili danni e scadimento nelle prestazioni), né lasciati sul cruscotto dell'auto; essi, anzi, dovrebbero essere tenuti ben lontani da tutte queste fonti di calore estremo.

Se si terranno in gran conto tutte le precauzioni anzidescritte, si potrà star certi di adoperare il nastro magnetico nel migliore dei modi, traendo dallo stesso le massime prestazioni senza alcuna limitazione di tempo.

Paolo Viaplani

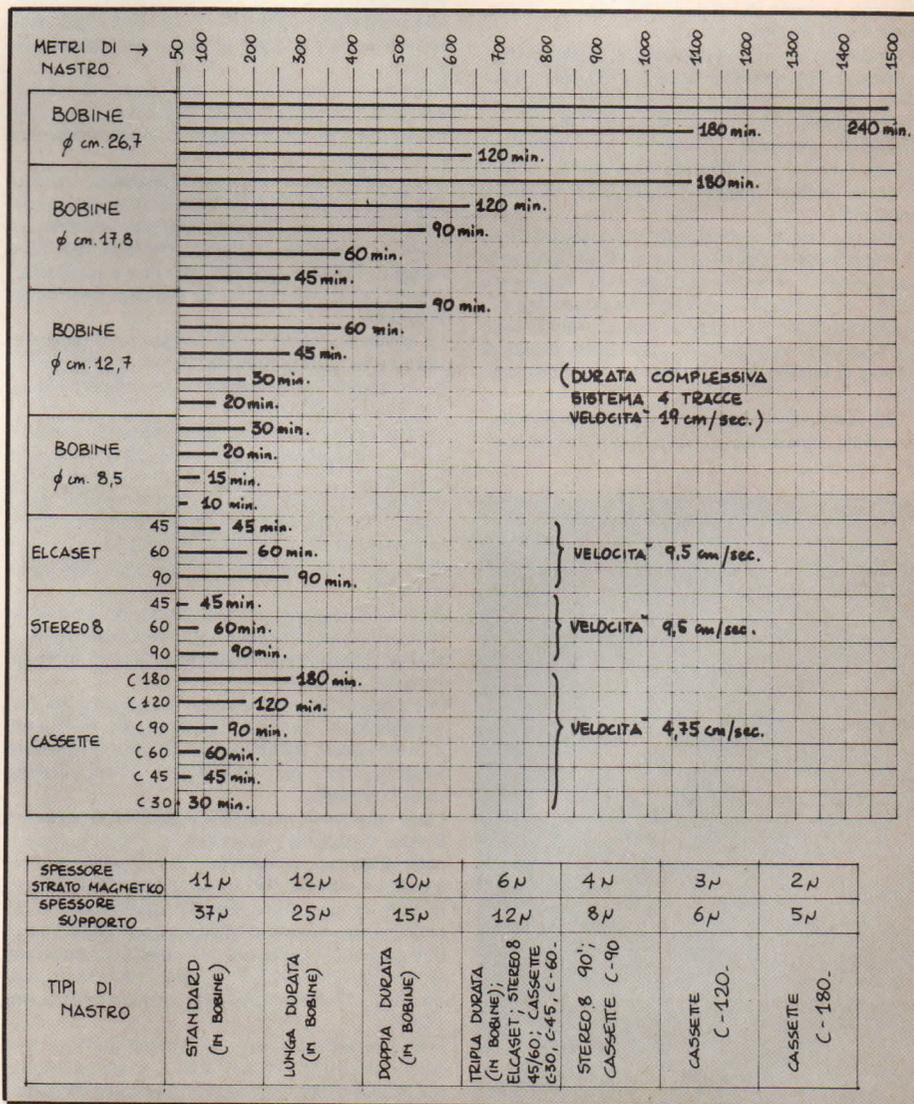


Fig. 32: Lunghezza e spessori dei vari tipi di nastro magnetico.