

Super Audio CD

Παρά την επανάσταση που έφερε το πρώτο ψηφιακό μέσο, το αγαπημένο μας σιντάκι, οι audiophiles όλου του πλανήτη εξακολούθησαν να ψάχνουν για καλύτερο ήχο, αναγνωρίζοντας εξ αρχής τις αδυναμίες του CD, όχι γιατί οι δυνατότητές του ήταν λίγες, αλλά γιατί το επιβάλλει η ατέρμονη διαδικασία της αναζήτησης καλύτερου ήχου.

Το SACD ήταν ένα ψηφιακό μέσο νέας γενιάς που έδειξε εξ αρχής ότι είναι πολύ πιο κοντά στο αρχικό αναλογικό σήμα. Έτσι το SACD γρήγορα χαρακτηρίστηκε ως το νέο Hi End format. Πριν αποφασιστεί η τελική του μορφή το SACD ήταν σαφές ότι έπρεπε να πληροί κάποιες προϋποθέσεις. Αυτές τέθηκαν από επιτροπή που αποτελούνταν από τις 6 μεγαλύτερες εταιρείες παραγωγής μουσικής, το International Steering Committee (ISC).

Αυτοί, μαζί με τρεις άλλους οργανισμούς (RIAA, RIAJ, IFPI) έθεσαν τους αρχικούς όρους που έπρεπε να πληροί το νέο μέσο. Οι όροι αυτοί κινήθηκαν πάνω κάτω στα εξής:

1. Copyright Management System και Copyright Identification

Νέα συστήματα copyright και ψηφιακής ταυτοποίησης που παράλληλα θα είναι συμβατά με τα ήδη υπάρχοντα.

2. Μέτρα κατά της πειρατείας

Το νέο μέσο θα έπρεπε να έχει χώρο για να συμπεριληφθούν κωδικοί όπως brand, model και σειριακός αριθμός. Ακόμη κωδικοί στους οποίους θα φαίνεται ο χρόνος ηχογράφησης κ.α.

3. Συμβατότητα

Το νέο format θα έπρεπε να είναι συμβατό με τα απλά CD Players όχι μόνο για λόγους άμεσης τοποθέτησης των τίτλων την αγορά, αλλά για να μην είναι υποχρεωμένες οι εταιρείες να βγάζουν δύο format για το ίδιο προϊόν.

4. Περιεχόμενο

Το νέο format θα έπρεπε εκτός από ήχο να μπορεί να αποθηκεύσει κείμενο, εικόνα, video ή data. Σε ότι έχει να κάνει με τον ήχο, 8 διαφορετικά κανάλια ήταν το ζητούμενο (2 κανάλιο stereo και 6 κανάλιο surround). Οι προδιαγραφές του 2 κανάλου session θα ήταν δεδομένες ενώ η ποιότητα του 6 κανάλου θα εξαρτάται από τον διαθέσιμο χώρο στον δίσκο. Θα έπρεπε επίσης να χρησιμοποιηθεί ένας αλγόριθμος συμπίεσης μη απωλεστικός. Η λογική ήταν να μπορούν να μεταφερθούν masters στο νέο μέσο, χωρίς απώλεια ποιότητας. Παρόλα αυτά θα έπρεπε λόγω συμβατότητας να συμπεριληφθεί και το ήδη υπάρχον format (16/44,1kHz).

5. Διάρκεια Ζωής

Το νέο μέσο θα έπρεπε να είναι πιο ανθεκτικό από ότι το CD, σε γρατζουνιές και κακή χρήση.

Το SACD ήταν το μόνο μέσο λοιπόν που κάλυπτε όλους τους παραπάνω όρους. Σημαντικότερος όλων ίσως ήταν αυτός της συμβατότητας με ήδη υπάρχουσες συσκευές, φιάχνοντας υβριδικούς δίσκους που διαβάζονται και από απλά CD Players.

Για την μετατροπή του αναλογικού σήματος χρησιμοποιήθηκε το λεγόμενο **DSD** (Direct Stream Digital) με συχνότητα δειγματοληψίας 2.8224MHz.

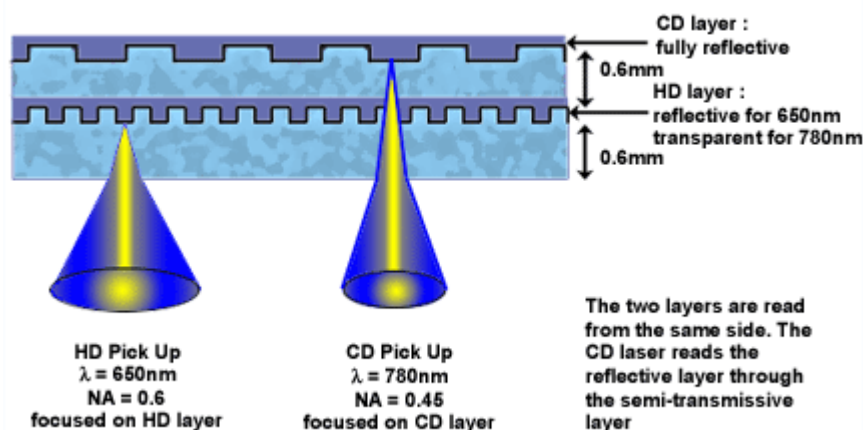
Το down conversion σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την μετατροπή DSD σήματος στο session των δίσκων με χαμηλότερη δειγματοληψία, είναι το Super bit Mapping Direct, που αποδείχτηκε πολύ καλύτερο σε ποιότητα από το απλό CD ακόμη και στα 16/44.1kHz. *Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα CD sessions των SACD μπορεί να παίζουν καλύτερα από τα αντίστοιχα CD.*

Το γνωστό digital watermarking είναι ο λόγος για τον οποίον δεν μπορούμε να τα αντιγράψουμε. Στον πίνακα φαίνονται βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των δίσκων SACD σε σχέση με τα απλά CD:

	Conventional Compact Disc	Super Audio CD
Diameter	120mm (4-3/4")	120mm (4-3/4")
Thickness	1.2mm (1/20")	2*0.69mm=1.2mm (1/20")
Max. substrate thickness error	+/-100um	+/-30um
Signal sides	1	1
Signal layers	1	2 : CD-density reflective layer + high-density semi-transmissive layer
Data capacity		
Reflective layer	680MB	680MB
Semi-transmissive layer	-	4.7GB
Audio coding		
Standard audio	16-bit / 44.1kHz	16-bit / 44.1 kHz
Super Audio	-	1-bit DSD / 2.8224MHz
Multi-channel	-	6 channels of DSD
Frequency response	5 - 20,000 Hz	DC(0) - 100,000 Hz (DSD)
Dynamic range	96dB across the audio bandwidth	120dB across the audio bandwidth (DSD)
Playback time	74 minutes	74 minutes
Enhanced capability	CD Text	Text, graphics and video

Βασική διαφορά στον δίσκο, η ύπαρξη ενός δεύτερου layer, του high density layer. Ο δίσκος του SACD έχει σχεδόν 6,9 φορές περισσότερη χωρητικότητα από αυτόν του CD, κάτι που έγινε εφικτό με διάφορες τεχνολογίες αλλά κυρίως με την χρήση μικρότερης χάραξης και ταυτόχρονα την χρήση ακτινας laser μικρότερου μήκους κύματος που διαβάζει τον δίσκο... (το λέω πολύ χοντρά...).

Κάπως έτσι βλέπει το laser τον δίσκο:



Τι είναι το DSD (Direct Stream Digital)?

Όπως γνωρίζετε ο ήχος είναι αναλογικό σήμα. Βεβαίως το πως ξεκινά, το πως μπαίνει στο αυτί μας και τι γίνεται μετά είναι διαφορετικό θέμα και σηκώνει πολύ συζήτηση, συνεπώς δεν θα το εξετάσουμε τώρα. Με αυτήν την λογική, ο πρώτος τρόπος αποθήκευσης ήχου που επιλέχθηκε ήταν τα αναλογικά μέσα. Πράγματι τα αναλογικά μέσα ηχογράφησης έδωσαν την δυνατότητα για εκτεταμένα συχνοτικά περιεχόμενα και υψηλά δυναμικά εύρη. Φυσικά εδώ δεν εξετάζουμε τους περιορισμούς των μέσων **αναπαραγωγής** όπως πχ βινύλιο και κασέτες...

Το CD έλυσε αρκετά από τα προβλήματα των εν λόγω μέσων και ιδίως του βινυλίου, ειδικότερα σε ότι αφορά τον θόρυβο επιφανείας, χρησιμοποιώντας τους γνωστούς αλγόριθμους διόρθωσης των σφαλμάτων ανάγνωσης. Παρόλα αυτά οι μηχανικοί ήχου έπρεπε να βρουν έναν τρόπο ώστε να καλυφθεί κάποτε το συχνοτικό εύρος ακόμη και της καλύτερης αναλογικής μηχανής εγγραφής ήχου. Μιλάμε δηλαδή για συχνότητες που αγγίζουν και ξεπερνούν τα 100kHz.

Κατά την συμβατική κωδικοποίηση του PCM σήματος, χρησιμοποιούνται ψηφιακές λέξεις 16 ψηφίων για την αντιστοίχιση κάθε μιας από τις διαθέσιμες στάθμες του αναλογικού σήματος. Εφόσον όμως τα επιλεγόμενα δείγματα αυξηθούν πάρα πολύ και ταυτόχρονα γίνει εφικτή και η κωδικοποίηση αυτών, έγινε κατανοητό ότι δεν είναι πλέον αναγκαία η χρήση multi bit κωδικοποίησης (16 στο CD ή 24 στο DVD ή παραπάνω) αλλά αρκεί και το 1 bit για κάθε λέξη.

Η αύξηση που αποφάσισαν να κάνουν ήταν 64 φορές επάνω από την γνωστή χρησιμοποιούμενη συχνότητα δειγματοληψίας του CD, ήτοι $44,1\text{kHz} \times 64 = 2.822,4\text{kHz}$ ή $2,8224\text{MHz}$.

Η χρήση λέξεων ενός bit, δίνει πλέον όχι μια σειρά λέξεων με πολλά ψηφία αλλά μια σειρά παλμών.

Σε αντίθεση με το απλό oversampling, εδώ δεν είναι αναγκαία η χρήση ψηφιακών φίλτρων, στα ενδιάμεσα στάδια ADC και DAC με ότι καλό αυτό συνεπάγεται. Αναγκαία βέβαια παραμένει η χρήση αναλογικού βαθυπερατού φίλτρου.

Τελικά, στην πράξη καταφέραμε από 44,1 X 16 ψηφία ανά δευτερόλεπτο να έχουμε πλέον 44,1 X 1 X 64 ψηφία ανά δευτερόλεπτο, με ότι αυτό συνεπάγεται σε θέματα αναγκαιότητας χώρου αποθήκευσης αλλά και με εκπληκτικό εύρος συχνοτήτων (θεωρητικά πολύ μεγαλύτερο, στην πράξη περί τα 100kHz) και δυναμική περιοχή που αγγίζει εύκολα τα 120dB, μεγέθη τα οποία στην πραγματικότητα μέχρι στιγμής υπήρχαν μόνο στα masters. Και όλα αυτά σε μια συσκευασία που δεν έχει κανένα απολύτως από τα προβλήματα των αναλογικών μέσων αναπαραγωγής με μόνους περιορισμούς την υπόλοιπη αλυσίδα μας ήτοι ενισχυτές, ηχεία κλπ.

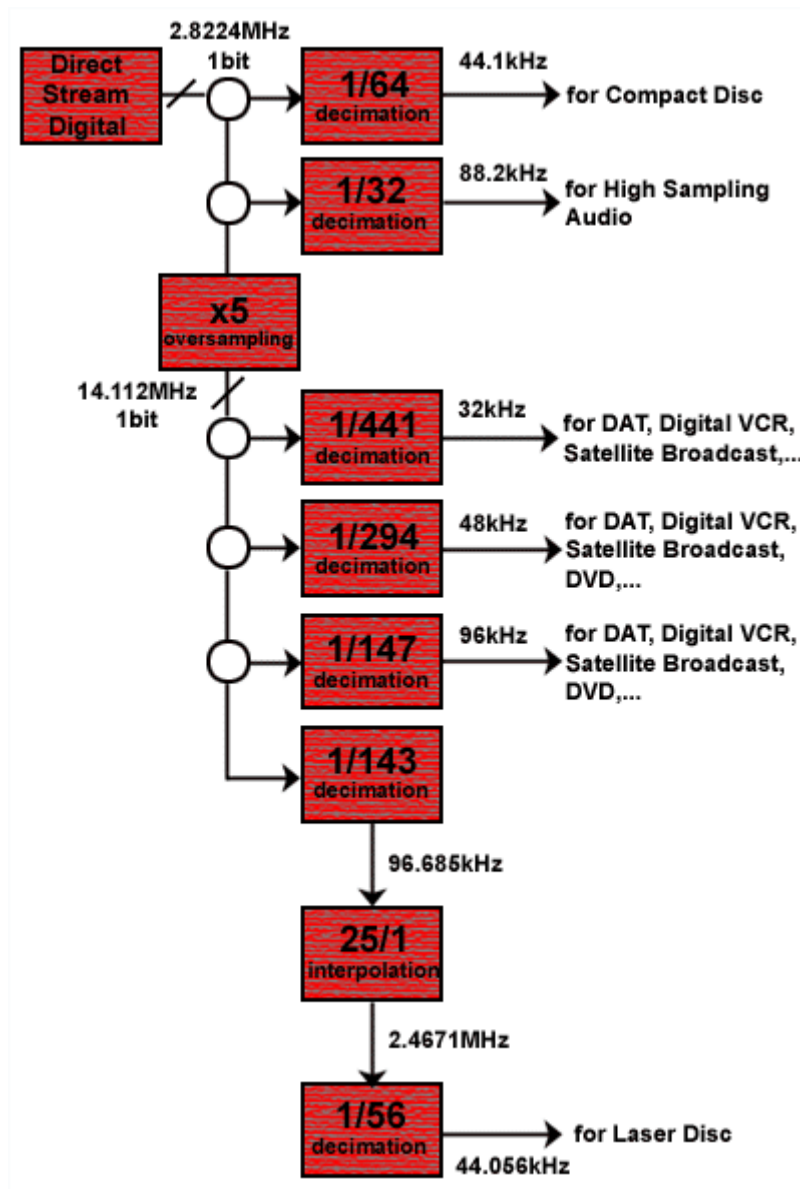
Είναι πλέον σαφές ότι το DSD δεν έχει καμία απολύτως σχέση με upsampling (βλέπε απλά upsampling DACs, DVD Video ή DVD Audio).

Κάπου ανέφερα ότι τα SACD παίζουν καλύτερα, ακόμη και σε κοινά CD Players από ότι τα απλά CD. Επειδή αυτό νομίζω ότι έχει ενδιαφέρον για πολλούς που δεν έχουν SACD Player ας το εξηγήσουμε.

Όπως είπαμε, το SACD δισκάκι έχει γραμμένη και πληροφορία 16/44,1 σε ξεχωριστό layer. Η πληροφορία αυτή είναι ένα απλό downsampling μεν, **από DSD σήμα όμως δε.**

Super Bit Mapping Direct λέγεται η τεχνολογία και ο επεξεργαστής που κάνει την δουλειά είναι από τα χεράκια της SONY. Η διαδικασία είναι απλούστατη και στην πραγματικότητα το παραγόμενο σήμα είναι μια version του αρχικού DSD σήματος που έχει συχνότητα 2,8224MHz αφού πρόκειται για μια απλή διαίρεση. Ο αριθμός 64 άλλωστε (τόσες φορές υπερδειγματίστηκε το απλό PCM σήμα 44,1kHz), δεν επιλέχτηκε τυχαία. Επιλέχτηκε για να βγάλει με μια απλή διαίρεση συχνότητες που χρησιμοποιούνται ήδη σε διάφορα μέσα.

Ρίξτε μια ματιά στον παρακάτω πίνακα:



Είναι προφανές ότι χρησιμοποιώντας DSD σήμα, ως το σήμα που θα επεξεργαστούμε για downsampling, μας γλιτώνει από το jitter που θα είχαμε χρησιμοποιώντας ασύγχρονη συχνότητα δειγματοληψίας για την μετατροπή του σήματος.

Με άλλα λόγια μάλλον είναι καλύτερο να αγοράζετε SACD ακόμη κι αν τα παίζετε σε απλά CD Players.

Μετά από όλα αυτά, θα αναρωτιέται κανείς πως χωράνε σε 4,7GB (κάτι σαν single layer DVD ένα πράμα ε?...), όλα αυτά τα δεδομένα ήτοι DSD δικάναλο, απλό PCM δικάναλο, 6 κánaλο surround κλπ.

Εδώ ήρθε να βάλει το χεράκι της η Philips δημιουργώντας το Direct Stream Transfer, χρησιμοποιώντας μη απωλεστικούς αλγόριθμους οι οποίοι προφανώς χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές για PC. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι με τον τρόπο αυτόν της συμπίεσης μπορούμε να έχουμε μέχρι και 50% εξοικονόμηση χώρου χωρίς πτώση στην ποιότητα του ήχου.

Σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα απλά CD έχουμε στην διόρθωση σφαλμάτων ανάγνωσης στα δισκάκια SACD.

CD Format		SACD Format (high-density layer)	
<u>Data Sector</u>		<u>Data Sector</u>	
User Data	2048 bytes	User Data	2048 bytes
Sync&Header	16 bytes	Identification Data	12 bytes
EDC+ECC	288 bytes	EDC	4 bytes
Total	2352 bytes	Total	2064 bytes
Efficiency	87%	Efficiency	99%
<u>Error correction</u>		<u>Error correction</u>	
CIRC	24 data + 8 parity	RSPC	2064 data + 302 parity
Efficiency	75%	Efficiency	87%
<u>Modulation</u>		<u>Modulation</u>	
EFM	32*8 data bits per frame	EFM+	91*8 data bits per frame
	588 EFM bits		1488 EFM bits
Efficiency	44%	Efficiency	49%
Total Efficiency 28.4%		Total Efficiency 42.4%	

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται η δομή των sector στα αντίστοιχα δισκάκια. Οι νέοι κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων, εφαρμόζονται σε πολύ περισσότερη πληροφορία από ότι στα απλά CD και τα αποτελέσματα είναι αναμενόμενα. **Εξάλλου δεν διαφημίζεται αδικώς το SACD ως πιο ανθεκτικό μέσο σε γρατζουνιές από το CD.**

Τελικά το SACD παίζει καλύτερα?

Προφανώς η απάντηση δεν είναι απλή. Και όπως βλέπετε δεν ρωτάω **σε σχέση με τι παίζει καλύτερα το SACD**.

Από την τεχνολογία η οποία εφαρμόστηκε στο μέσο, περιμένουμε τα καλύτερα. Με λίγα λόγια, ένα ψηφιακό format αναπαραγωγής ήχου με το συχνοτικό εύρος αναλογικών εγγραφέων (όχι αναλογικών μέσων αναπαραγωγής), με τεράστιο δυναμικό εύρος, με λιγότερο jitter, με τις ευκολίες του γνωστού CD και ακόμη περισσότερες και με ένα κάρο άλλα πλεονεκτήματα, **μάλλον παίζει καλά**.

Στην πράξη, για λόγους όχι τόσο περίεργους όσο νομίζουμε, το μέσο δεν έχει διαδοθεί όσο θα έπρεπε. Από την μια τα τεράστια συμφέροντα εταιρειών όπως η SONY και η PHILIPS, από την άλλη οι αυστηρές προδιαγραφές που το κάνουν πρακτικά μη αντιγράψιμο, δεν έχουν βοηθήσει στην διάδοσή του. Παρόλα αυτά, η λογική λέει ότι πρέπει να προσέξουμε και να ακολουθήσουμε την πορεία του μιας και αν μη τι άλλο υπόσχεται πολλά.