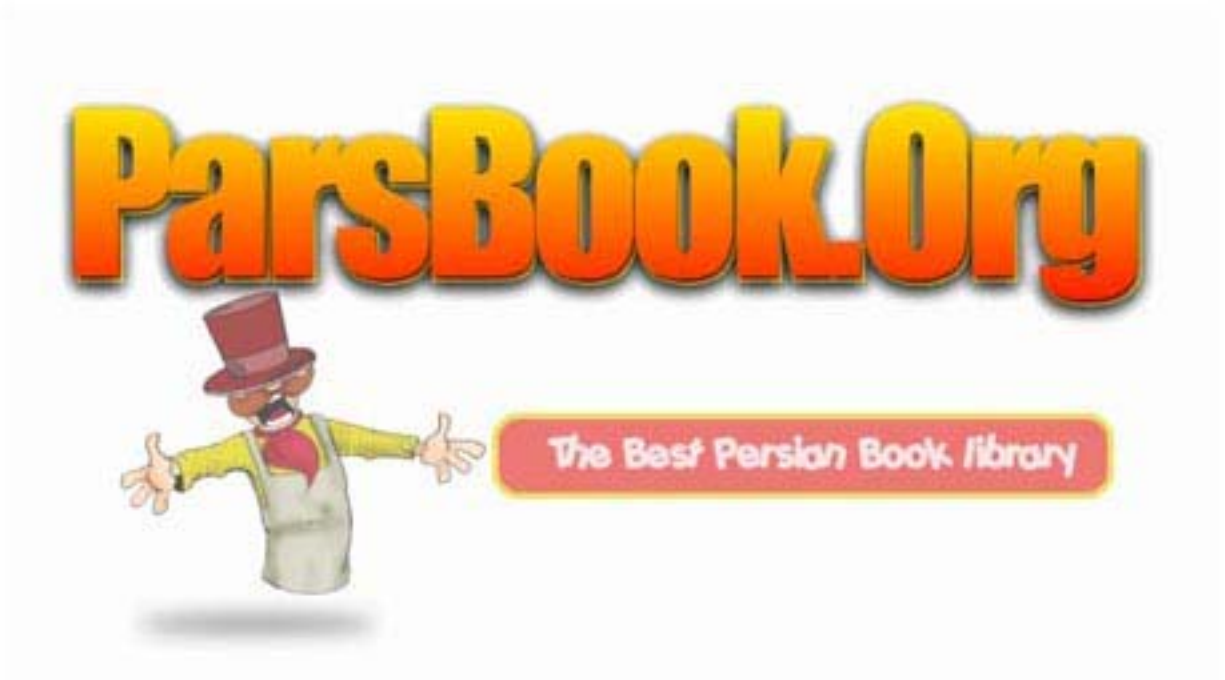
ParsBook.Org

پارس بوک، بزرگترین کتابخانه الکترونیکی فارسی زبان



این مقاله ترجمه ای است از متن انگلیسی تحت عنوان

DVB Basics

ترجمه : ***Godfather***

مبانی DVB

وقتی تصمیم گرفتم مطالعه DVB را شروع کنم با مشکلات زیادی روبرو شدم. نتوانستم سایتی حاوی اطلاعاتی که میخواستم را پیدا کنم و با وجود اینکه از قبل آگاهی مختصری داشتم، اولین بار که به قصد خرید رفتم کاملاً در اختیار فروشندگان بودم. در این مقاله سعی کرده ام اطلاعاتی را که به نظرم سودمند می آید و به شما کمک خواهد کرد تا مشتری آگاهی شوید مطرح کنم.

استاندارد DVB به سه شاخه عمده تقسیم می شود :

DVB-S
DVB-C
DVB-T

حرف آخر هر عبارت نشاندهنده نوع سیگنال ارسالی است. DVB-S بر اساس ماهواره، DVB-C براساس شبکه کابلی در خانه شما و DVB-T براساس ارسال امواج از ایستگاههای زمینی بنا شده اند.[S = satellite , C = cable , T = terrestrial]

هر سه تکنولوژی فوق، ارسال امواج تلویزیونی آنالوگ از طریق ماهواره ، کابل و آنتنهای زمینی را کنار گذاشته اند. اما بحث استاندارد DVB فراتر از S,C,T میباشد. DVB-H استانداردی است که در آینده نزدیک از آن برای پخش امواج تلویزیونی برای وسایل متحرک مثلPDA ها یا تلفنهای همراه استفاده خواهد شد . DVB-S2 نیز مکمل استاندارد DVB-S است که کاراتر از آن بوده و خدمات بیشتری ارائه خواهد داد. استاندارد اخیر به سمت ارسال برنامه های HDTV پیش می رود.

[HDTV = High-Definition television]

قبل از شروع بحث، بهتر است اطلاعات بیشتری درباره در یافت ماهواره ای، که در حال حاضر معمولترین روش برای استفاده از برنامه های DVB است، بدست آوریم. شما به یک دیش ماهواره نیاز دارید که در جهت ثابتی قرار می گیرد (مگر اینکه از یک سیستم موتور دار استفاده کنید که در این حالت دیش شما جهت دریافت امواج از یک ماهواره دیگر باید تغییر جهت دهد).

البته میتوان توسط تنها یک دیش، بیش از یک ماهواره را دریافت نمود. فقط باید جهت ماهواره ها اختلاف چندانی نداشته باشند (موقعیت ماهواره ها معمولاً توسط درجات شرقی/غربی مشخص می شود که متناسب با میل جغرافیایی ماهواره می باشد. فهرست ماهواره ها را میتوانید از آدرس www.lyngsat.com بدست آورید). همچنین به یک LNB (مخفف low noise blocker به معنی بازدارنده اغتشاش سطح پائین که بنام LNC یا مبدل اغتشاش سطح پائینlow noise converter نیز شناخته میشود) احتیاج دارید که سیگنال ماهواره را از دیش دریافت می کند (سیگنال از سطح دیش انعکاس می یابد. طرح ترسیمی این موضوع را در آدرس www.doom9.org/digitv/dbox-positioning.htm خواهید یافت). یک LNB دقیقاً از یک ماهواره میتواند دریافت داشته باشد بنابراین اگر دیش شما ثابت باشد برای هر ماهواره یک LNB لازم خواهد بود (اگر دیش متحرک داشته باشید یک LNB کافی می باشد). به خاطر داشته باشید که هرچند دیش متحرک در وهله اول فکر خوبی بنظر می رسد، اما نصب آن سختتر بوده و استفاده از آن معمولاً کمی مشکل سازتر است.

ماهواره ها میتوانند امواج را در دو باند ارسال کنند : باند پایین (10.6-11.6 GHz) و باند بالا (11.6-12.7 GHz) و با استفاده از پولاریزاسیون افقی و عمودی. سیگنال ارسال شده از ماهواره توسط LNB تا 950-2050 MHz پائین آورده میشود تا قابل انتقال بوسیله کابل گردد و همزمان فرکانس نیز تا سطح LOF (local oscillator frequency) کاهش می یابد که مقدار آن معمولاً 9.75 GHz برای باند پائین و 10.6 GHz برای باند بالا می باشد. یک کابل RF تنها میتواند یکی از۴ ترکیب سیگنال ممکن (پائین/عمودی ، پائین/افقی، بالا/عمودی ، بالا/افقی) را منتقل کند . این سیگنال توسط سطح ولتاژ ورودی به LNB که مقدار آن ۱۴ ولت برای پولاریزاسیون افقی و ۱۸ ولت برای عمودی است و یک فرکانس تعدیل شده ۲۲ کیلوهرتزی برای انتخاب باند بالا تعیین میشود. سه نوع LNB وجود دارد : اول LNB یک سوزنه که میتوان آنرا تنها به یک رسیور وصل کرد و دوم LNB چند سوزنه که خود بر دو نوع است : LNB با سوئیچر سر خود که دارای ۱ ، ۲ ، ۴ یا ۸ سوزن خروجی بوده و به همین تعداد رسیور را میتوان به آن متصل کرد. نوع دیگر این LNB ها یا ۴ ترکیب سیگنال ممکن را جداگانه از خود خارج می کنند (خروجی چهارگانه) و یا تنها باند پائین را در حالیکه بدو جهت افقی وعمودی تقسیم شده بیرون می دهند (خروجی دوگانه). نوع اخیر به یک مولتی سوئیچر نیاز دارد تا بتواند سیگنال مناسبی برای یک یا چند رسیور فراهم نماید.

اگر یک LNB یک سوزنه داشته باشید میتوانید یک رسیور DVB-S به آن متصل کنید. بسیاری از رسیورها سیگنال را از طریق یک خروجیRF دوباره بیرون میدهند(لوپ) و به این ترتیب شما میتوانید چند رسیور را به صورت سری به هم وصل کنید. ولی در این صورت همه رسیورها میتوانند تنها از یک ماهواره سیگنال دریافت کنند (البته انتخاب کانالهای متفاوت امکان پذیر است). اگر میخواهید که هر رسیور بتواند مستقلا ماهواره متفاوتی را دریافت کند به یک سویچ DiSEqC نیاز خواهید داشت که به هر رسیور امکان میدهد تا سیگنال ورودی مناسب را انتخاب نماید. رسیور، یک سیگنال ۱۲ کیلوهرتزی به سویچ می فرستد و به آن اطلاع می دهد که از کدام ورودی می خواهد سیگنال بگیرد. بسته به تعداد خروجیهای سویچ، شما میتوانید تعداد معینی از رسیورها را مستقلا متصل نمائید.

علاوه بر نحوه ارسال امواج، چه تفاوتهای عمده دیگری بین ۳ استاندارد DVB وجود دارد ؟ جواب اینست : پهنای باند کانال و تلفیق سیگنال (signal modulation) .

روی هر ماهواره، تعدادی به اصطلاح گیرنده- فرستنده خودکار (transponder) وجود دارد که مدارهایی هستند که سیگنال را از زمین دریافت کرده و پس از تلفیق و تقویت کردن، آنرا دوباره به سمت زمین می فرستند. حدود ۲۰ تا ۳۰ گیرنده-فرستنده خودکار روی هر ماهواره موجود است و هرکدام دارای پهنای باندی بین ۲۷ تا ۷۲ مگاهرتز می باشند (بیشتر آنها از مقدار ۳۶ مگاهرتز استفاده می کنند که تقریبا معادل 38 Mbit/s است). یک کانال تصویری تنها کسری از این پهنای باند (چه کسری ؟) و نرخ انتقال امواج را اشغال میکند (بسیاری از کانالهایDVB از نرخ انتقالی کمتر DVD استفاده میکنند بنابراین مقدار متوسط کمتر از 5 MBit/s می باشد) که در نتیجه میتوان بر روی هر گیرنده-فرستنده خودکار، تعدادی کانال تصویری قرار داد. بیشتر ماهواره ها، رادیوهای دیجیتال را هم انتقال می دهند که البته پهنای باند بسیار کمتری را اشغال میکنند. سیگنال، با استفاده از روش تلفیق QPSK بزمین برگردانده میشود. این بدان معنی است که یک واحد داده(symbol) ارسال شده شامل دو بیت بوده و هر واحد هم دامنه با واحد بعدی است و ۹۰ درجه با آن اختلاف دارد.

در یک شبکه کابلی، پهنای باند موجود کوچکتر می باشد (۸ مگاهرتز) و در این حالت از روش تلفیق 64QAM استفاده میشود. از آنجائیکه در استانداردDVB-C یک واحد داده میتواند ۶۴ مقدار داشته باشد (در حالیکه در DVB-S این مقدار برابر۴ است) اطلاعات بیشتری را در هر واحد داده میتوان ارسال کرد که در نتیجه، نرخ تبادل داده ها در هر کانال با حالت قبل یکسان میباشد (38 MBit/s) . روش 64QAM دارای رمزگشایی پیچیده تری بوده و احتمال بروز خطا در آن بیشتر است اما چون کیفیت سیگنال نسبت به دریافت ماهواره ای بهتر می باشد (بخاطر داشته باشید که فاصله ماهواره از دیش شما بسیار زیاد است) احتمالا سیگنالی با نسبت خرابی کمتر برای شما حاصل می گردد.

در جدیدترین استاندارد DVB یعنی DVB-T ، از آنتهای معمولی تلویزیون استفاده میشود. پهنای باند دقیقا معادل DVB-C و برابر ۸ مگاهرتز بوده و روش تلفیق مورد استفاده در آن COFMD میباشد که در سیستمهای زمینی پخش صدای دیجیتال (DAB = digital audio broadcast) هم کاربرد دارد.

در استاندارد DVB ، علاوه بر تبدیل سیگنال تلفیقی، از تبدیل حلقوی (convolutional coding) و تصحیح خطای پیشرو (اضافه کردن اطلاعات بیشتر به سیگنال ارسالی که در صورت گم شدن یا خراب شدن، باعث بازسازی آن میگردد) استفاده میشود اما فهم کامل این مطالب نیاز به درجات دانشگاهی دارد و عده کمی به بحث پردازش سیگنال علاقه دارند (من این دوره را گذرانده ام و چندان از آن لذت نبردم).

بنابراین اکنون میدانیم که چرا یک گیرنده DVB-S نمیتواند برنامه های DVB-C/-T را دریافت کند و برعکس.

درک این نکته مهم است که تا اینجای متن منظور از واژه "کانال" صرفا یک شبکه تلویزیونی نیست بلکه یک کانال ارسال میباشد که میتواند شامل چند شبکه رادیویی و تلویزیونی باشد. بکار بردن این واژه دور از ذهن نمی باشد زیرا آنچه که ارسال میشود در اصل یک کانال یا بعبارت فنی آن یک " جریان چند جزئی " (transport stream) است.

در استاندارد DVB برای تصویر از فشرده سازی MPEG-2 و برای صدا از MP2 (MPEG-1 audio layer 2) یا AC3 (Dolbi Digital 2.0 or 5.1) استفاده می شود. نرخ بیتی مورد استفاده برای صدا در محدوده 192-256 kbit/s برای MP2 و 192-448 kbit/s برای AC3 میباشد. اگر تابحال از یک نرم افزار فشرده ساز MPEG-2 استفاده کرده باشید احتمالا متوجه شده اید که دو گزینه برای ایجاد فایل خروجی وجود دارد : جریانهای مجزا و جریانهای مرکب. گزینه اول یک فایل صدای (.mp2) و یک فایل تصویری (.m2v یا .mpv) به شما خواهد داد در حالیکه با انتخاب گزینه دوم تنها یک فایل شامل صدا و تصویر (معمولاً فایلی با پسوند .mpg) حاصل می گردد. با انتخاب گزینه دوم، صدا وتصویر بوسیله نرم افزار فشرده ساز به قطعاتی با اندازه متعارف تقسیم می گردد (اندازه این قطعات ممکن است متفاوت باشد). هر قطعه از چنین جریانی (که بنام PES = packetized elementary stream نامیده میشود) دارای یک سرخط (header) ۸ بایتی است. این سرخط از یک کد شروع ۳ بایتی ، ۱ بایت برای شاخص جریان، ۲ بایت برای مشخص کردن طول قطعه و ۲ شاخص زمان یک بایتی بنامهای DTS (شاخص بازگشائی) و PTS (شاخص اجرا) تشکیل شده است. اولین شاخص مشخص می کند که یک قطعه فشرده شده چه وقت باید باز گردد و دومی زمان ارسال قطعه مذکور به خروجی برنامه را معین می کند. اما چرا دو شاخص زمان وجود دارد ؟ جواب اینست که در استاندارد MPEG-2 از تبدیل دو جهته استفاده می شود (b-frames) که در آن لازم است تا بعضی فریمها خارج از

نوبت باز شوند (بعنوان مثال فریمهای b به فریمهای قبل و بعد از خود مراجعه می کنند و برای پخش کننده باید هر دو فریم مذکور در دسترس باشند. پس اگر فریم N یک فریم b بوده و به فریمهای N-1 و N+1 مراجعه کند، برنامه پخش کننده باید فریمها را به این ترتیب باز کند (از چپ براست) : N-1 , N+1 , N

و به این ترتیب به خروجی بفرستد : N-1 , N , N+1

بر روی یک DVD ، یک جریان مرکب وجود دارد که مجموعه ای از قطعات PES می باشد. این قطعات همگی بر اساس ساعت مرجع یکسانی فشرده شده اند. جریان تصویر به واحدهای دستیابی تقسیم شده که هرکدام شامل یک فریم و یک عدد مشخصه هستند که این عدد بیانگر زمانی است که آن فریم باید به نمایش در آید. صدا نیز به قطعات هم اندازه ای گروه بندی میشود (همه فریمهای صدا اندازه یکسانی دارند). جریانهای صدا و تصویر، ساعت مرجع مخصوص به خود را دارند و بنابراین میتوانند همزمان شوند.

برای ارسال تصاویر دیجیتال از ساختار دیگری بنام جریانهای چندجزئی استفاده می گردد (TS). یک جریان چندجزئی در واقع میتواند در برگیرنده چندین کانال تصویری و صوتی باشد (برخلاف جریان مرکب که تنها شامل یک جریان تصویری است) بنابراین میتواند چند زنجیره تلویزیونی که هرکدام نرخ بیت در ثانیه و شاخص زمان متفاوت دارند را در برگیرد. جریان TS نیز براساس قطعات PES بنا شده است ولی برای مشخص کردن اینکه هر قطعه به کدام ایستگاه تعلق دارد ، اطلاعات بیشتری مورد نیاز است. بدین منظور از PSI (اطلاعات خاص برنامه) استفاده می گردد که به برنامه پخش کننده میگوید کدام قطعات با هم مرتبط هستند (تصویر، صدا و داده های اضافی مانند زیرنویس ، تله تکست و غیره).

بزرگی همه قطعات PES موجود در یک جریان TS برابر ۱۸۸ بایت است. ۴ بایت اول آن مربوط به سرخط است که شامل موارد زیر می باشد : یک شاخص خطای انتقال، یک شناسه قطعه (که درباره آن بیشتر خواهیم گفت) ، برخی اطلاعات مربوط به رمزگذاری (برای کانالهای تلویزیونی پولی)، یک شمارنده پیوستگی (که به برنامه پخش کننده اجازه میدهد تا قطعات حذف شده، تکراری یا خارج از نوبت ارسال شده را مشخص کند) و برخی موارد دیگر که تنها در صورتی که بخواهید برنامه ای برای کار با جریانهای TS بنویسید اهمیت پیدا می کنند. برای داشتن یک ساعت مشترک (که فرکانس آن ۲۷ مگاهرتز است) به تناوب از بخش تطابق استفاده می گردد که شاخصهای زمان عمومی را در جاهای مناسب قرار می دهد.

(PCR = program clock reference)

هنگامیکه شما کانال تلویزیونی خاصی را تماشا می کنید، برنامه پخش کننده براساس اطلاعات PSI میتواند شناسه قطعات(PIDs) را که به آن کانال خاص تعلق دارند، استخراج کند. اگر قبلا با برنامه ای که میتواند چند جریان صدا یا حتی چند کانال تصویری را همزمان ضبط کند کار کرده باشید، متوجه شده اید که برای اینکار باید PID های منتناسب صدا و تصویر را مشخص کنید تا برنامه پخش کننده در هنگام پخش بتواند داده های متناسب را استخراج نماید. راه دیگر اینست که تمامی جریان TS را با همه کانالهایی که شامل می گردد ضبط کرده و سپس هنگام پخش، هرکدام را که می خواهید انتخاب کنید. البته این روش تنها در مورد کانالهای تلویزیونی که روی یک کانال ارسال قرار دارند ممکن است، مگر اینکه دستگاه شما توانائی تطابق همزمان با کانالهای متفاوت را داشته باشد.

اکنون می دانید یک سیگنال چگونه ارسال می گردد و دستگاه شما چه چیزی را دریافت می کند، اما ممکن است در مورد فرمتهای ممکن برای ضبط مردد باشید. به نظر میرسد که فرمت TS انتخاب مناسبی باشد چون تنها فرمتی است که هرچه را که بخواهید در بر می گیرد (چند کانال صدا در صورت وجود و همه اطلاعات زمان بندی که امکان ساخت دوباره یک جریان مرکب مناسب را به برنامه پخش می دهد). اما بیشتر نرم افزارهای DVB تنها میتوانند برنامه ها را با فرمت PVA یا MPG (جریان مرکب) ضبط کنند. پس کدامیک از این فرمتها را باید انتخاب کنید ؟

فرمت PVA مختص کارتهای شرکت تکنوترند (سازگار با اسکای استار ۱) مانند نکزوس می باشد. مزیت اصلی آن اینست که ضبط چند برنامه با انواع مختلف را ممکن می سازد که اینکار در فرمت MPG (البته بسته به نوع برنامه ها) امکان ندارد. اما اگر از کارتهای دیگر استفاده کنید، پردازش اضافی که برای تبدیل داده ها به فرمت PVA مورد نیاز است باعث بروز خطاهایی میگردد که کارائی آن را کم میکند. بنابراین اگر به زیرنویس یا جریانهای صدا با فرمت PCM نیاز دارید، PVA انتخاب خوبی خواهد بود اما در غیر اینصورت، میتوانید با اطمینان از فرمت MPG استفاده کنید. البته TS هنوز بهترین انتخاب شماست زیرا یک روش جداسازی با بهترین تصحیح خطای ممکن را ارائه میدهد. همچنین تنها فرمتی است که امکان ضبط هر نوع برنامه ارسالی را فراهم میکند و هنگام ضبط همزمان چند کانال صوتی و تصویری، محدودیتی برای شما ایجاد نمی نماید.

وضوح تصویر ، نسبت طول به ارتفاع و نرخ قاب در ثانیه

هرچند که از استاندارد DVB، بیشتر برای پخش برنامه های تلویزیونی استاندارد (SDTV) با وضوح تصویر DVD (۷۲۰×۴۸۰ با نرخ ۳۰ قاب در ثانیه همراه با شاخص کم شدن قاب که نتیجه آن پخش ۲۹/۹ قاب در ثانیه برای سیستم NTSC و وضوح تصویری برابر ۷۲۰×۵۷۶ و نرخ ۲۵ قاب در ثانیه برای PAL میباشد) استفاده می گردد اما این استاندارد از HDTV نیز پشتیبانی می کند. تصاویر HDTV تابحال تنها در برنامه های ارسالی از ایستگاههای DVB-T کشور استرالیا به دفعات مورد استفاده قرار گرفته اند. برای برنامه های تلویزیونی SD ، استاندارد DVB از وضوح تصاویر گوناگون زیر پشتیبانی می کند :

NTSC	PAL
۷۲۰/۵۴۴/۴۸۰/۳۵۲×۵۷۶	۷۲۰/۵۴۴/۴۸۰/۳۵۲×۵۷۶
۷۲۰/۵۴۴/۴۸۰/۳۵۲×۴۸۰	۳۵۲×۲۸۸
۶۴۰×۴۸۰	
۳۵۲×۲۴۰	

جالب است بدانید که در استاندارد DVB ، وضوح تصاویری مانند ۵۷۶×۷۰۴ یا ۵۷۶×۵۲۸ که جزئی از سیستم استاندارد فراگیر (ETS TR 101 154) نیستند، نیز وجود دارند. در مورد استاندارد PAL تمامی موارد فوق با ۲۵ قاب در ثانیه نمایش داده میشوند بجز۵۷۶×۷۲۰ که در آن از نرخ ۵۰ قاب در ثانیه هم پشتیبانی میشود. همه قابها میتوانند دارای پویش متوالی خطوط قاب (progresive scan) یا پویش دو مرحله ای (interlaced) باشند بجز نرخ ۵۰ قاب در ثانیه که باید با پویش متوالی همراه باشد.
در مورد NTSC همواره از نرخهای ۲۳/۹۷۶ و ۲۹/۹۷ قاب در ثانیه استفاده می گردد. بعلاوه برای وضوح تصویر ۴۸۰×۶۴۰ امکان پخش با نرخ ۲۴ و ۳۰ قاب در ثانیه و برای ۴۸۰×۷۲۰ امکان پخش با نرخهای ۲۴ ،۳۰ ، ۵۹/۹۴ و ۶۰ قاب در ثانیه (هم بصورت پویش متوالی هم دو مرحله ای) وجود دارد.
از تمام وضوحها میتوان برای پخش برنامه با نسبت طول به ارتفاع ۳ : ۴ یا ۹ : ۱۶ استفاده کرد (بجز وضوح ۴۸۰×۶۴۰ که تنها پخش با نسبت ۳ :۴ را ممکن می سازد).
برای HDTV وضوح تصاویر زیر در استاندارد DVB پشتیبانی میشود :

وضوح	قاب در ثانیه	نوع پویش قاب
۱۹۲۰×۱۰۸۰	۲۹/۹۷ ، ۲۵ ، ۲۴ ، ۲۳/۹۷۶	متوالی
	۳۰ ، ۲۹/۹۷	دو مرحله ای
۱۹۲۰×۱۰۳۵	۳۰ ، ۲۹/۹۷ ، ۲۵	دو مرحله ای
۱۴۴۰×۱۱۵۲	۲۵	دو مرحله ای
۱۲۸۰×۷۲۰	۶۰ ، ۵۹/۹۴ ، ۳۰ ، ۲۹/۹۷ ، ۲۵ ، ۲۴ ، ۲۳/۹۷۶	متوالی

همه موارد فوق تنها امکان پخش برنامه هائی با نسبت تصویر ۹ : ۱۶ را دارند.
گرچه به نظر میرسد که وضوح تصویر، نرخ قاب در ثانیه، بیت در ثانیه و صدای برنامه های SDTV سازگار با استاندارد DVD است، اما لزومی ندارد که جریانهای تصویری DVB چنین باشند. نرخ بیت در ثانیه معمولاً به هنگام پخش مشکل ساز نبوده و گروههای تصویر(GOPs = group of pictures) میتوانند نسبت به DVD طول بیشتری داشته باشند. هرچند بیشتر نرم افزارهای مربوطه میتوانند چنین فایلهایی را پخش کنند (اگر بتوان آنها را به برنامه رایت CD یا DVD وارد کرد) اما این امر ممکن است مشکلاتی مانند گیر کردن یا ثابت شدن تصویر را ایجاد نماید.
و بالاخره این که استاندارد DVB خدمات بیشتری از آنچه ذکر شد ارائه میدهد. این استاندارد دسترسی به اینترنت را ممکن میکند (معمولاً از طریق ماهواره، اما ظاهراً دو استاندارد دیگر یعنی شبکه کابلی و ایستگاههای زمینی هم این توانایی را دارند) و رمزگذاری بر روی کانالها را امکان پذیر می سازد (برای شبکه های پولی). برنامه های DVB را میتوان در سطح PES یا TS رمزگذاری کرد. استاندارد DVB-CA نحوه پخش کانالهای رمزگذاری شده را مشخص می کند. DVB از استانداردهای رمزگذاری

گوناگونی پشتیبانی میکند مانند : ناگرا ، ایردتو و وایااکسس. جهت باز کردن کانالهای رمزگذاری شده از یک CI (مدار مشترک) استفاده میشود که سازگار با یک شیار استاندارد PCMCIA که در رسیور تعبیه شده می باشد. یک کارت PCMCIA که یک کارت رمزگشا کاملاً شبیه کارتهای بانکی را در خود دارد، در شیار قرار می گیرد. هر استاندارد رمزگذاری، نمونه CI مخصوص به خود را دارد. بعضی رسیورها نیز میتوانند کارتهای رمزگشای خاصی را که در آنها تعبیه شده بخوانند و شما را از خرید نمونه های CI بی نیاز کنند.

ParsBook.Org

پارس بوک، بزرگترین کتابخانه الکترونیکی فارسی زبان