

آشنایی با سیستم تلویزیون رنگی به روش NTSC

هدف کلی

بررسی بلوک دیاگرام کدکننده‌ی رنگ در فرستنده و بلوک دیاگرام گیرنده‌ی تلویزیون رنگی به روش NTSC

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود :

- ۱- سیگنال نوع رنگ در سیستم NTSC را شرح دهد.
- ۲- علت حذف حامل رنگ را توضیح دهد.
- ۳- سیگنال کاسته شده تفاضلی رنگ را رسم کند و مقادیر آن را بنویسد.
- ۴- مقدار فرکانس حامل رنگ NTSC را محاسبه کند.
- ۵- سیگنال سنگرون رنگ (برست) را شرح دهد.
- ۶- دیاگرام برداری سیگنال نوع رنگ را رسم کند.
- ۷- رابطه سیگنال‌های I و Q را در روش NTSC بنویسد.
- ۸- حدود طیف فرکانس در روش NTSC را بیان کند و نمودار آن را ترسیم نماید.
- ۹- بلوک دیاگرام کدکننده رنگ NTSC را رسم کند و به‌طور مختصر شرح دهد.
- ۱۰- بلوک دیاگرام کلی گیرنده تلویزیون رنگی NTSC را رسم کند و به‌طور مختصر شرح دهد.

میزان ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۶	-	۶

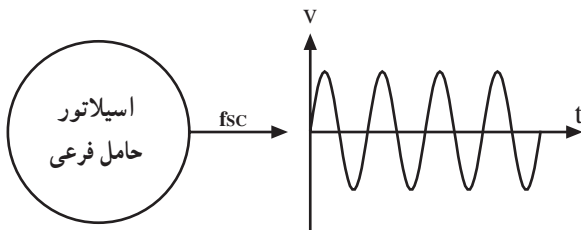
پیش‌آزمون (۳)

- ۱- فرکانس حامل فرعی رنگ در سیستم NTSC چند مگاهرتز است؟
 - ۲- در سیستم NTSC رنگ روی حامل فرعی به صورت مدوله می‌شود.
 - ۳- سیگنال سنکرون رنگ یا برست چیست؟
 - ۴- حامل فرعی رنگ در سیستم NTSC مگاهرتز و IF دوم صدا مگاهرتز است.
 - ۵- چگونه در سیستم NTSC از تداخل حامل فرعی رنگ و IF دوم صدا جلوگیری به عمل می‌آورند؟
 - ۶- مؤلفه‌های حامل فرعی برای رنگ R-Y و B-Y با هم چند درجه اختلاف فاز دارند؟
- الف) 45° ب) 9° ج) $^\circ$ د) 18°

۳- آشنایی با سیستم تلویزیون رنگی به روش NTSC^۱

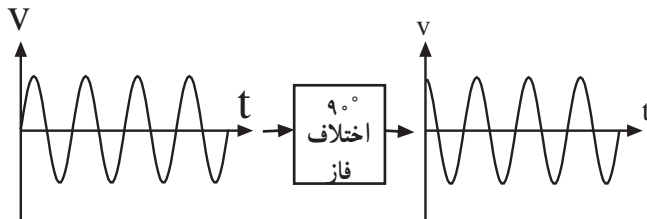
۳-۱- سیگنال نوع رنگ در سیستم NTSC

در سیستم NTSC سیگنال حامل فرعی رنگ که فرکانس آن ۳/۵۸ مگاهرتز است توسط اسیلاتور مولد حامل فرعی رنگ ساخته می‌شود (شکل ۳-۱).

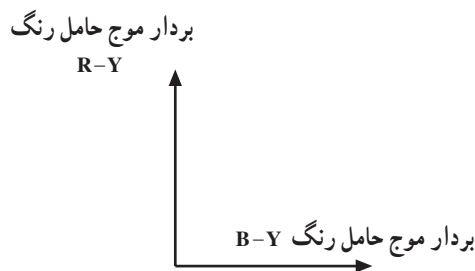


شکل ۳-۱

حامل فرعی رنگ را با F_{sc} ^۲ نشان می‌دهند. حامل فرعی رنگ تولید شده توسط اسیلاتور به دو انشعاب تقسیم می‌شود. یک انشعاب پس از عبور از مداری اختلاف فازدهنده نسبت به انشعاب اول به اندازه 90° درجه اختلاف فاز پیدا می‌کند (شکل ۳-۲).

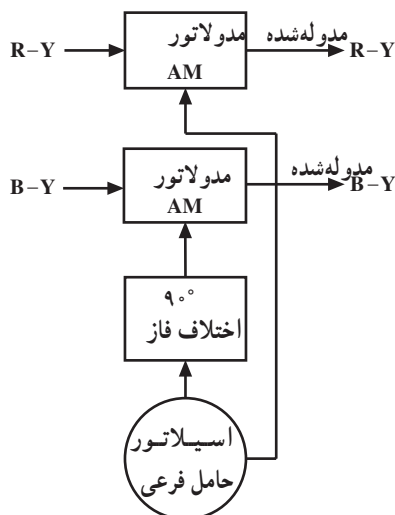


شکل ۳-۲



شکل ۳-۳

این دو حامل فرعی را که دارای فرکانس و دامنه یکسان ولی با 90° درجه اختلاف فاز هستند از نظر برداری می‌توان به صورت شکل ۳-۳ نشان داد.



شکل ۳-۴

سیگنال R-Y روی یک حامل فرعی و سیگنال B-Y روی مؤلفه‌ی دیگر حامل فرعی که 90° اختلاف فاز دارد به صورت AM مدوله می‌شود. این نوع مدولاسیون را مدولاسیون عمود بر هم یا کوآدراچر^۳ گویند.

سیگنال‌های مدوله شده را سیگنال نوع رنگ می‌نامند. شکل ۳-۴ نقشه‌ی بلوکی مدار مدولاتور رنگ را در سیستم NTSC نشان می‌دهد.

۱- NTSC = National television system Committee

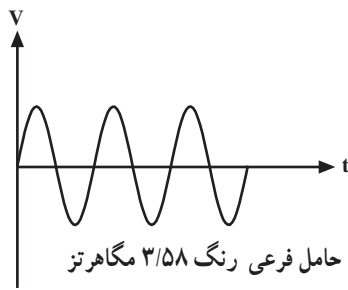
۲- SC = Sub Carrier

حامل فرعی

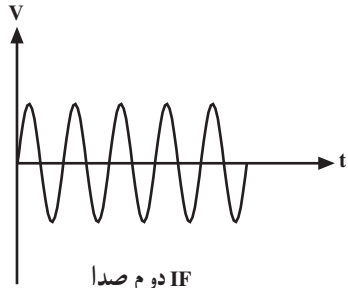
۳- quadrature عمود بر هم

۳-۲ حذف حامل رنگ

پس از مدوله کردن رنگ‌ها روی حامل فرعی باید حامل فرعی حذف شود زیرا وجود حامل فرعی با فرکانس $3/58$ مگاهرتز می‌تواند یک منبع مهم تداخل با حامل صدا باشد. برای این منظور باید در سیگنال‌های مدوله شده رنگ موج حامل رنگ حذف شود (شکل ۳-۵) حامل فرعی رنگ و (شکل ۳-۶) IF دوم صدا را نشان می‌دهد.

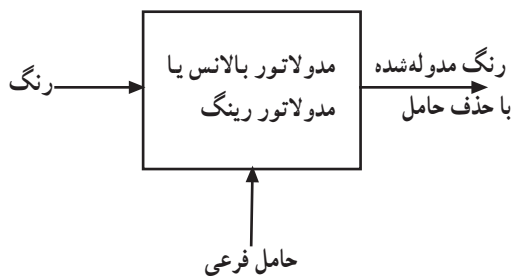


شکل ۳-۵



IF دوم صدا
۵/۵ مگاهرتز

شکل ۳-۶



شکل ۳-۷

حذف حامل در مدولاسیون دامنه به وسیله مداری که مدولاتور بالانس یا موازنه شده و یا مدار مدولاتور حلقه‌ای (رینگ) نام دارد انجام می‌شود. از بررسی مدار این مدولاتورها صرف نظر می‌شود. مدولاسیون دامنه با حذف حامل را مدولاسیون $DSB-SC^1$ می‌نامند (شکل ۳-۷). نقشه‌ی بلوکی مدولاتور بالانس یا رینگ را نشان می‌دهد.

۳-۳ سیگنال کاسته شده تفاضلی رنگ

۳-۳-۱ سیگنال روشنایی نوارهای رنگی^۲: در یک

الگوی تصویر آزمایشی از نوارهای رنگ علاوه بر رنگ‌های اصلی قرمز، سبز و آبی رنگ‌های زرد، نیلی و ارغوانی نیز وجود دارد (شکل ۳-۸).

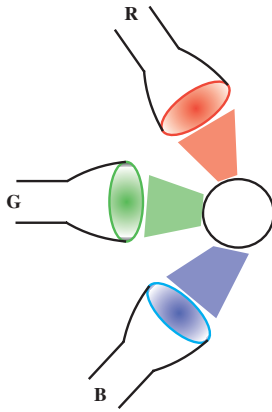


شکل ۳-۸

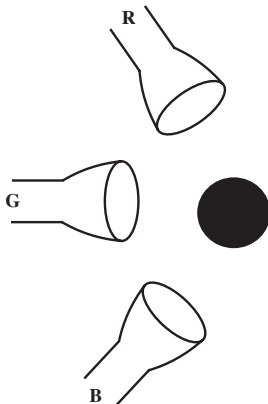
^۱ DSB-SC = double side band suppressed carrier = حذف حامل

^۲ Color Bar نوار رنگی

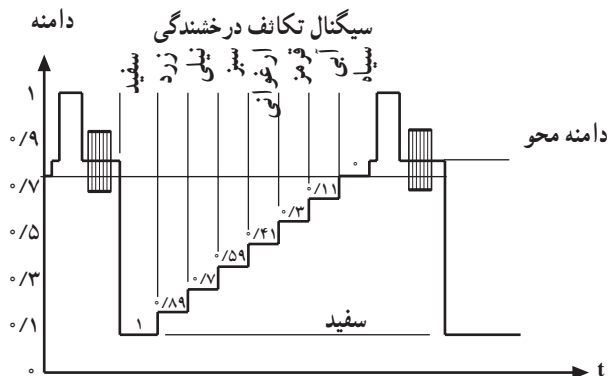
نوار سفید از روشن شدن همزمان سه منبع نور اصلی ایجاد می‌شود. وقتی که هیچ منبع نور اصلی روشن نباشند نوار سیاه به وجود می‌آید (شکل‌های ۳-۹ و ۳-۱۰). ترتیب نوارها طوری است که روشنایی از چپ به راست کاهش می‌یابد.



شکل ۳-۹



شکل ۳-۱۰



شکل ۳-۱۱

اگر سیگنال روشنایی را برای یک خط از این نوار محاسبه کنیم و سپس سیگنال روشنایی این خط را رسم کنیم به شکل یک پله درمی‌آید (شکل ۳-۱۱).

۳-۳-۲ محاسبه دامنه‌ی روشنایی نوار رنگی: در نوار سفید رنگ‌های قرمز، سبز و آبی وجود دارد. چون ولتاژ دوربین برای نوار سفید برابر با $R = G = B = 1V$ است لذا برای سیگنال روشنایی خواهیم داشت:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

$$Y = 0.30(1) + 0.59(1) + 0.11(1) = 1 \text{ ولت}$$

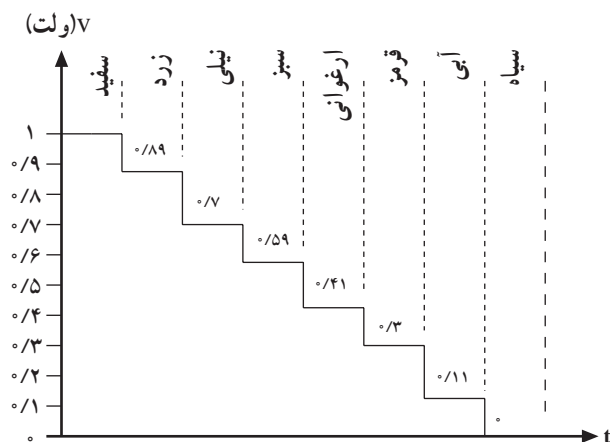
برای نور زرد رنگ‌های قرمز و سبز وجود دارد ولی آبی موجود نیست لذا خواهیم داشت:

$$Y = 0.30(1) + 0.59(1) + 0.11(0) = 0.89 \text{ ولت}$$

چنانچه برای سایر رنگ‌های نوار نورانی دامنه‌ی روشنایی را محاسبه کنیم جدول ۳-۱ به دست می‌آید.

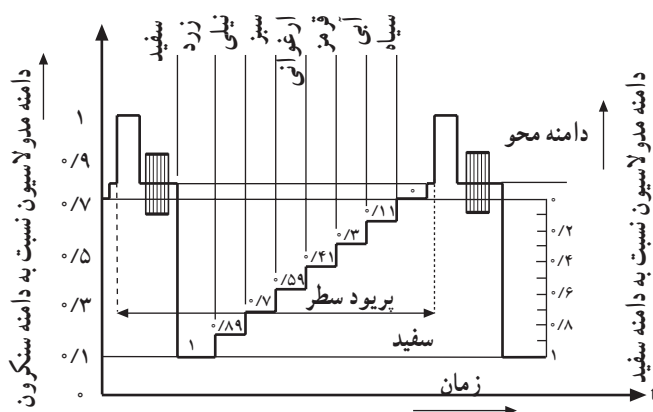
جدول ۳-۱

سیاه	آبی	قرمز	ارغوانی	سبز	فیروزه‌ای	زرد	سفید	نوار رنگ
۰	۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۵۹	۰/۷	۰/۸۹	۱	مقدار Y



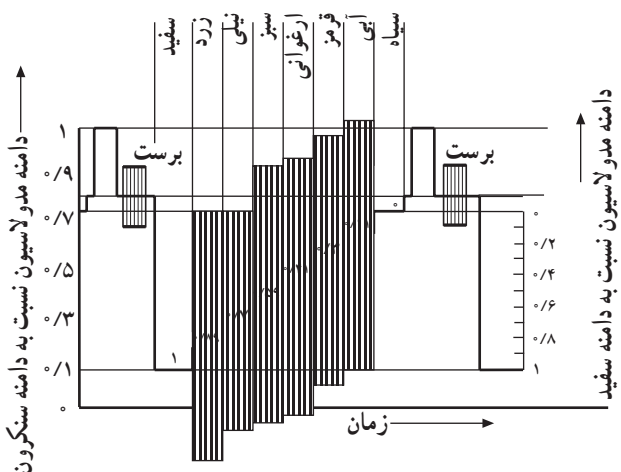
شکل ۱۲-۳

با توجه به جدول درمی یابیم دامنه‌ی روشنایی در نوار سفید ۱ ولت است. این روشنایی به تدریج کاهش می یابد تا در نوار سیاه مقدار آن به صفر ولت می رسد. اگر برای یک خط نوار، سیگنال Y را رسم کنیم شکل ۱۲-۳ حاصل می شود.



شکل ۱۳-۳

۳-۳-۳- سیگنال ویدئو برای یک خط از نوار رنگی: اگر سیگنال روشنایی به دست آمده از این نوارها را با پالس محو و پالس همزمانی ادغام کنیم، سیگنال ویدئو برای یک خط به دست می آید. توجه داشته باشید که در مدولاسیون منفی سیگنال سیاه بیشترین دامنه و سیگنال سفید کمترین دامنه را دارد (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۴-۳

۳-۳-۴- دامنه‌ی سیگنال نوع رنگ برای نوار رنگی: برای ایجاد تصاویر رنگی علاوه بر سیگنال روشنایی (Y) به سیگنال نوع رنگ نیز نیاز داریم. این سیگنال به سیگنال روشنایی مربوط به هر نقطه اضافه می شود. بنابراین ولتاژ متناسب با فرکانس حامل رنگ نیز باید به مقادیر پله های سیگنال روشنایی افزوده شود (شکل ۱۴-۳).

دامنه‌ی مربوط به هر یک از نوارهای رنگی در جدول

۳-۲ آمده است. در این جدول :

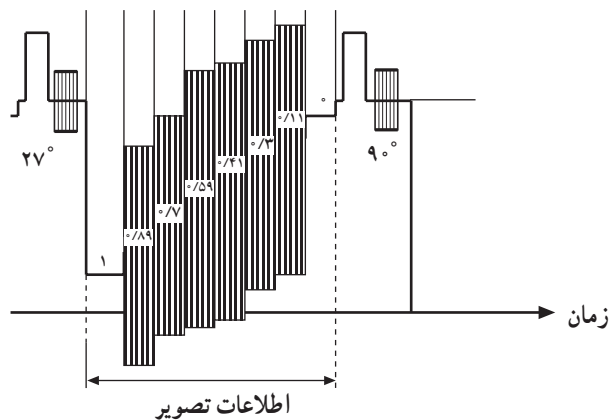
(۱) معرف وجود داشتن رنگ موردنظر است.

(۰) معرف وجود نداشتن رنگ موردنظر است.

(Y) مشخص کننده‌ی دامنه‌ی روشنایی است.

(pn) مشخص کننده‌ی دامنه‌ی رنگ است.

نوار رنگ	R	G	B	Y	Pn
سفید	۱	۱	۱	۱	۰
زرد	۱	۱	۰	۰/۸۹	۰/۸۹
نیلی	۰	۱	۱	۰/۷	۰/۷۶
سبز	۰	۱	۰	۰/۵۹	۰/۸۳
ارغوانی	۱	۰	۱	۰/۴۱	۰/۸۳
قرمز	۱	۰	۰	۰/۳	۰/۷۶
آبی	۰	۰	۱	۰/۱۱	۰/۸۹
سیاه	۰	۰	۰	۰	۰



شکل ۳-۱۵

۳-۳-۵ سیگنال کاسته شده‌ی تفاضلی رنگ:

همان طوری که از شکل ۳-۱۴ پیداست دامنه‌ی سیگنال نوع رنگ

در بعضی موارد از دامنه‌ی سیگنال روشنایی به میزان

قابل ملاحظه‌ای زیاده‌تر می‌شود. در این شرایط باید دامنه‌ی سیگنال

نوع رنگ را کاهش داد. برای کاهش دادن دامنه‌ی سیگنال نوع

رنگ طراحان از ضریب ثابت ۰/۸۸ برای (R-Y) و ۰/۴۹ برای

(B-Y) استفاده می‌کنند. بدیهی است این مقدار تضعیف باید در

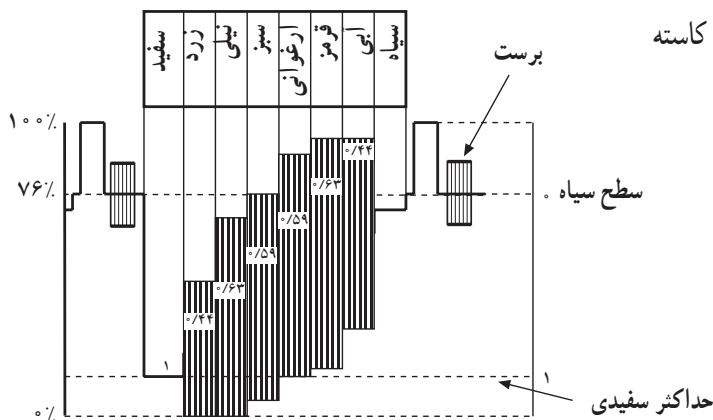
گیرنده، از طریق تقویت سیگنال جبران شود (شکل ۳-۱۵).

در جدول ۳-۳ مقادیر کاسته شده R-Y و B-Y و قدرمطلق

جدول ۳-۳

نوار رنگ	$\frac{R-Y}{1/14}$	$\frac{B-Y}{2/03}$	(Pn)
سفید	۰	۱	۰
زرد	۰/۹۶	- ۰/۴۴	- ۰/۴۴
نیلی	- ۰/۶۱	+ ۰/۱۵	- ۰/۶۳
سبز	- ۰/۵۲	- ۰/۲۹	+ ۰/۵۹
ارغوانی	+ ۰/۵۲	+ ۰/۲۹	+ ۰/۵۹
قرمز	۰/۶۱	- ۰/۱۵	+ ۰/۶۳
آبی	- ۰/۹۶	+ ۰/۴۴	+ ۰/۴۴
سیاه	۰	۰	۰

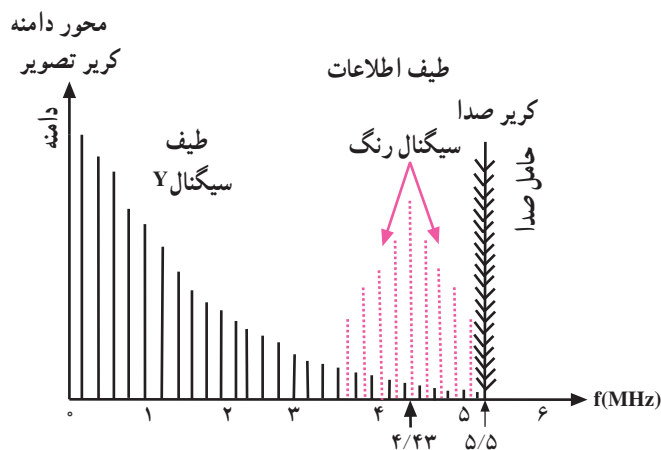
(Pn) و در شکل ۳-۱۶ سیگنال ویدئو و سیگنال نوع رنگ کاسته شده را ملاحظه می کنید.



شکل ۳-۱۶

۳-۴ فرکانس حامل رنگ NTSC

با توجه به اصل سازش و هماهنگی بین تلویزیون رنگی و سیاه و سفید، برای این که طیف سیگنال نوع رنگ در جای خالی طیف سیگنال روشنایی قرار گیرد، باید از روش لایه لایه شانه ای فرکانس ها استفاده شود (شکل ۳-۱۷).



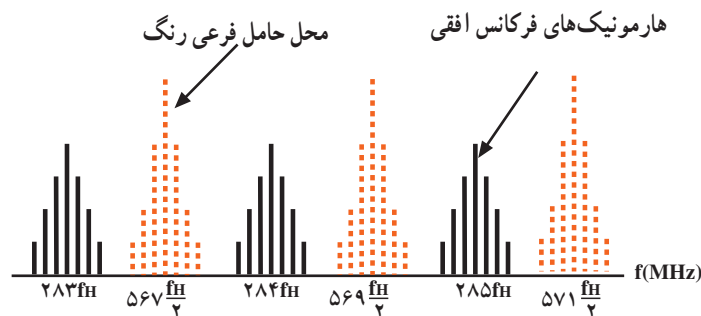
شکل ۳-۱۷

در این روش فرکانس حامل رنگ را مضرب فردی از نصف فرکانس سطر (فرکانس افقی) در نظر می گیرند (شکل ۳-۱۸).

$$F_{sc} = 567 \times \frac{15625}{2} = 4 / 4296875 \text{ MHz}$$

$$F_{sc} = 4 / 43 \text{ MHz}$$

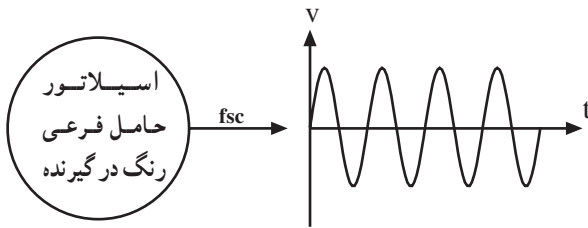
در سیستم NTSC آمریکایی $F_{sc} = 3 / 58 \text{ MHz}$ در نظر گرفته می شود.



شکل ۳-۱۸

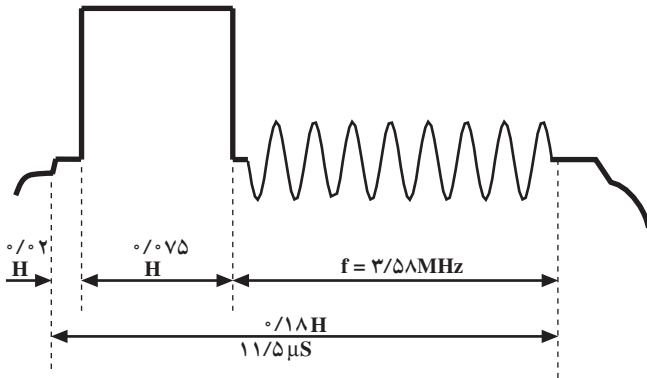
۳-۵- سیگنال سنکرون رنگ (برست)

چون حامل فرعی رنگ از فرستنده ارسال نمی شود در گیرنده برای آشکارسازی سیگنال نوع رنگ احتیاج به حامل فرعی رنگ داریم. باید در گیرنده، اسیلاتوری وجود داشته باشد تا حامل فرعی رنگ را بسازد (شکل ۳-۱۹).



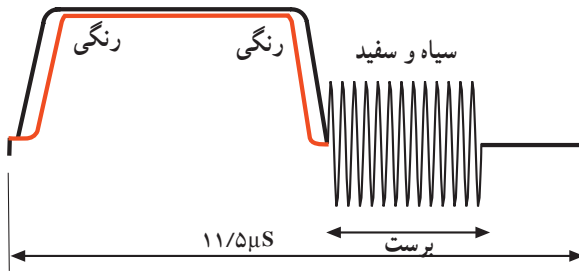
شکل ۳-۱۹

در این شرایط باید فرکانس و فاز حامل فرعی رنگ ایجاد شده در گیرنده با حامل فرعی فرستنده برابر باشد. برای تنظیم دقیق فرکانس و فاز حامل فرعی رنگ معمولاً در فرستنده تعداد ۸ تا ۱۱ سیکل از حامل فرعی رنگ را روی شانه‌ی عقبی پالس محو افقی سوار می کنند. این سیگنال‌ها را سیگنال سنکرون رنگ یا برست می نامند (شکل ۳-۲۰).



شکل ۳-۲۰

برای جا دادن این تعداد پریود حامل رنگ، باید پهنای شانه‌ی عقبی پالس محو را طولانی تر کرد. از طرفی به خاطر اصل سازش نمی توان پهنای شانه‌های پالس محو را تغییر داد. لذا از پهنای پالس همزمانی افقی اندکی کم می کنند تا جای بیشتری روی شانه‌ی عقبی پالس محو برای قرار گرفتن سیگنال برست ایجاد شود. شکل ۳-۲۱ جای سیگنال برست را نشان می دهد.

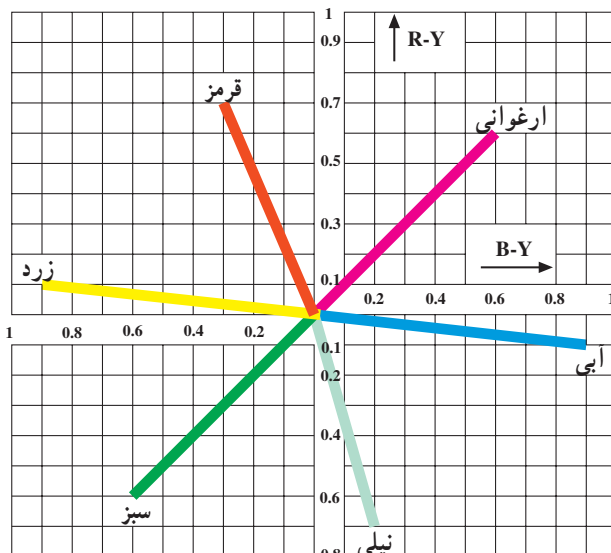


شکل ۳-۲۱

۳-۶- دیگرام برداری سیگنال نوع رنگ

می توان هر رنگ را توسط برداری مشخص کرد. طول بردار معرف درجه‌ی اشباع رنگ و زاویه‌ی بردار معرف تمایل رنگ است. بردار رنگ‌های اصلی قرمز و سبز و آبی و چند رنگ دیگر در شکل ۳-۲۲ رسم شده است.

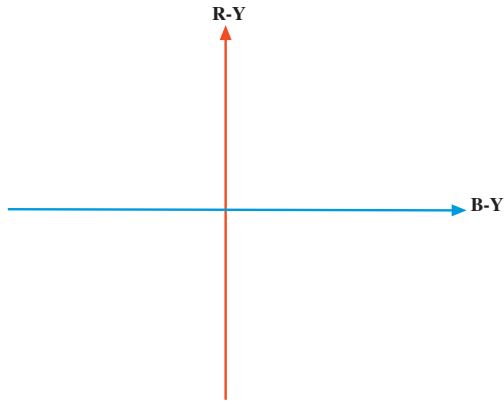
در ضمیمه‌ی ۱ در مورد طول و محل بردار رنگ‌ها توضیح بیشتری داده شده است.



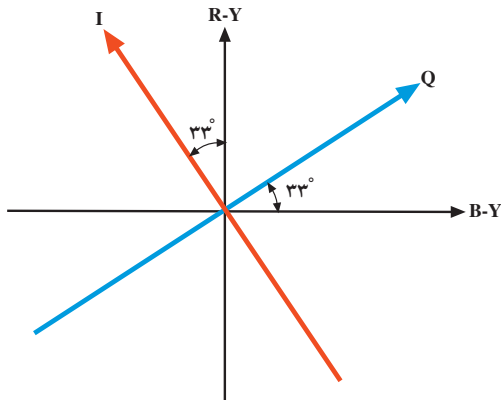
شکل ۳-۲۲

۳-۷- سیگنال I و Q در روش NTSC

طراحان سیستم NTSC پی برده‌اند که اگر محورهای مختصات R-Y و B-Y را به اندازه 33° در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت دوران دهند کیفیت رنگ سیستم بهبود می‌یابد. محورهای مختصات جدید را I و Q می‌نامند (شکل‌های ۳-۲۳ و ۳-۲۴).
در مختصات جدید I و Q ضرایب سیگنال‌های تفاضلی رنگ تغییر می‌کنند.



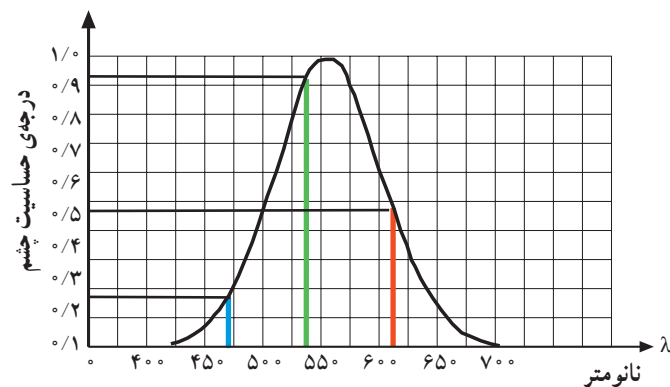
شکل ۳-۲۳



شکل ۳-۲۴

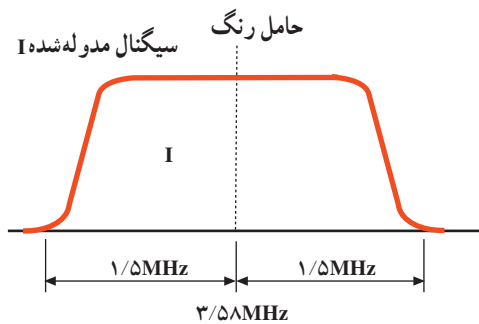
۳-۸- حدود طیف فرکانس در روش NTSC

با توجه به این که از نظر حس بینایی جزئیات تمام رنگ‌ها به یک اندازه درک نمی‌شوند، (شکل ۳-۲۵) از این رو به سیگنال I پهنای باندی بین صفر تا $1/5$ مگاهرتز و به سیگنال Q پهنای باندی بین صفر تا $0/5$ مگاهرتز اختصاص داده شده است.



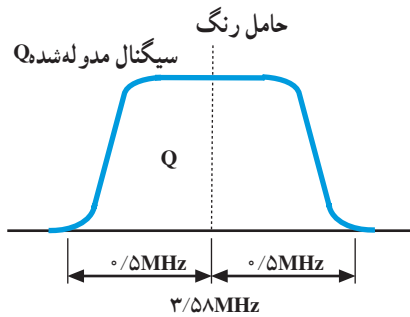
شکل ۳-۲۵

سیگنال I بعد از مدوله شدن روی حامل فرعی پهنای باندی در محدوده $3/58 - 1/5$ تا $3/58 + 1/5$ مگاهرتز را اشغال می کند (شکل ۳-۲۶).



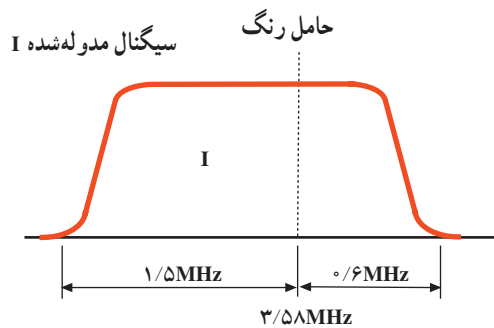
شکل ۳-۲۶

سیگنال Q بعد از مدوله شدن روی حامل فرعی پهنای باندی بین $3/58 - 0/5$ تا $3/58 + 0/5$ مگاهرتز را اشغال می کند (شکل ۳-۲۷).



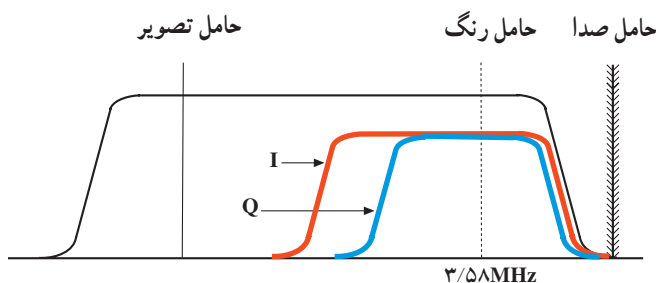
شکل ۳-۲۷

چون قسمتی از باند کناری بالای سیگنال مدوله شده I یعنی $3/58 + 1/5$ مگاهرتز خارج از باند سیگنال ویدئو قرار می گیرد برای برقراری اصل سازگاری حدود $0/9$ مگاهرتز از باند کناری بالا را حذف می کنند. (مدولاسیون به روش VSB) (شکل ۳-۲۸).



شکل ۳-۲۸

بنابراین باند سیگنال مدوله شده I نسبت به موج حامل فرعی رنگ قرینه نیست؛ یعنی باند کناری پایین $1/5$ مگاهرتز و باند کناری بالای $0/6$ مگاهرتز است (شکل ۳-۲۹).

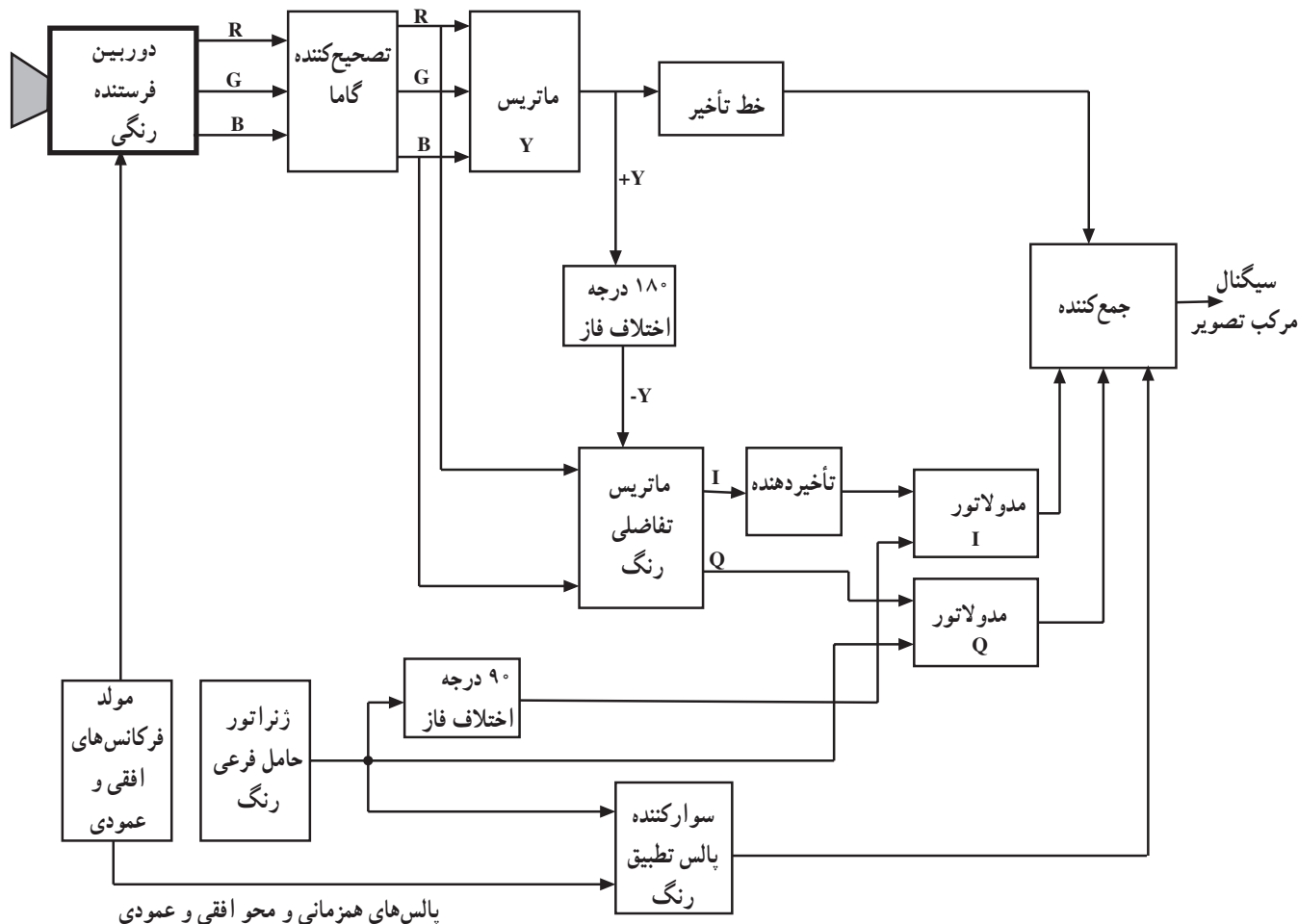


شکل ۳-۲۹

۳-۹- بلوک دیاگرام کدکنده‌ی رنگ NTSC

در شکل ۳-۳۰ بلوک دیاگرام کدکنده‌ی رنگ NTSC

رسم شده است.

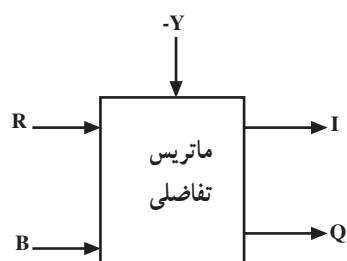


شکل ۳-۳۰

در مبحث قبلی کار بلوک‌های دوربین رنگی، تصحیح کننده‌ی گاما و مدار ماتریس، خط تأخیر و ماتریس تفاضلی شرح داده شده است. در این قسمت به شرح مختصری در مورد سایر بلوک‌ها می‌پردازیم.

۳-۹-۱- ماتریس تفاضلی I و Q

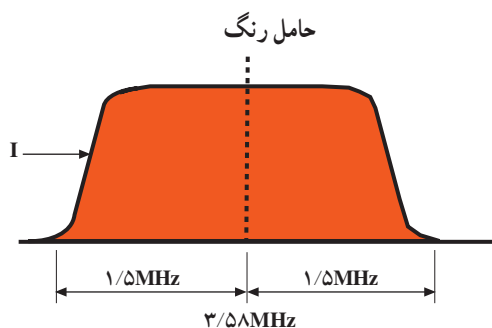
سیگنال‌های رنگ‌های اولیه R و B و سیگنال روشنایی اختلاف فاز یافته $(-Y)$ وارد مدار ماتریس شده و با انتخاب نسبت معینی از R و B و ترکیب آن‌ها با سیگنال $(-Y)$ ، سیگنال‌های I و Q ساخته می‌شوند (شکل ۳-۳۱).



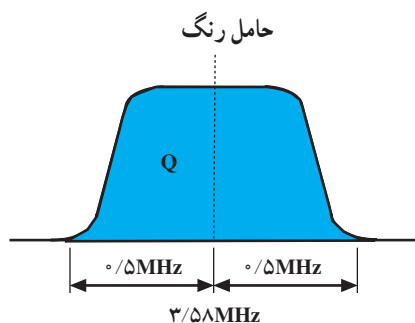
شکل ۳-۳۱

۳-۹-۲ خط تأخیر برای سیگنال I

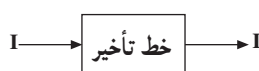
چون پهنای باند سیگنال I نسبت به سیگنال Q بیشتر است لذا سیگنال I زودتر به مدولاتور I می‌رسد (شکل‌های ۳-۳۲ و ۳-۳۳).



شکل ۳-۳۲



شکل ۳-۳۳

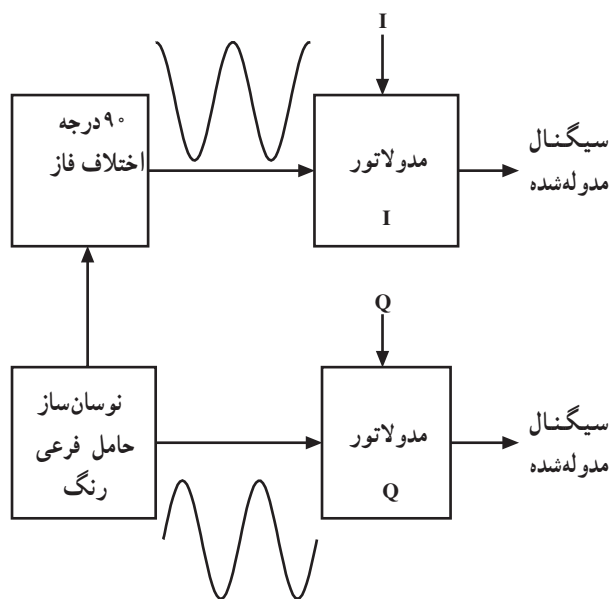


شکل ۳-۳۴

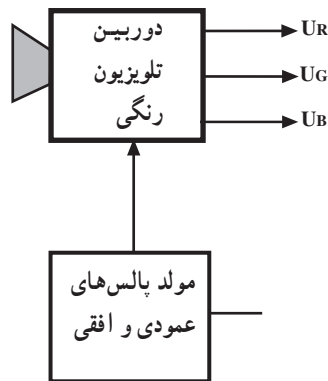
برای این که دو سیگنال I و Q به طور همزمان به مدولاتورهای مربوطه برسند سیگنال I را از خط تأخیر عبور می‌دهند (شکل ۳-۳۴).

۳-۹-۳ مدولاتورهای I و Q

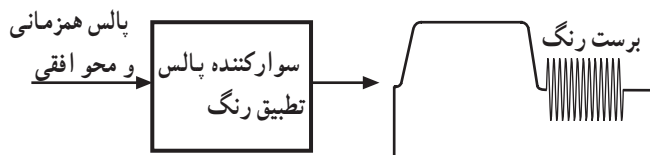
در این مدار مولدی حامل فرعی را می‌سازد. حامل فرعی را 90° اختلاف فاز می‌دهند دو حامل فرعی را که از نظر مقدار با هم برابر ولی 90° اختلاف فاز دارند به مدولاتورهای I و Q اعمال می‌کنند تا سیگنال‌های I و Q روی آن‌ها به صورت AM مدوله شود. شکل ۳-۳۵ نقشه‌ی بلوکی این بخش را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۵



شکل ۳-۳۶

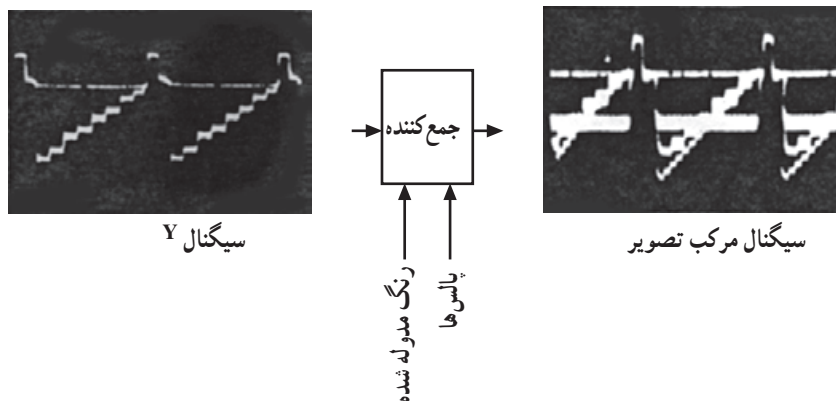


شکل ۳-۳۷

۴-۹-۳- مدار مولد پالس‌ها: در این مدار، مولدی پالس‌های همزمانی افقی و عمودی را می‌سازد. از خروجی مولد پالس‌ها دو انشعاب دریافت می‌شود. یک انشعاب برای همزمانی انحراف اشعه به لامپ دوربین اعمال می‌شود (شکل ۳-۳۶).

انشعاب دیگر به مدار سوارکننده‌ی پالس تطبیق رنگ یا برست می‌رود و نمونه‌هایی از موج حامل رنگ که همان سیگنال برست است روی شانه‌ی عقبی پالس محو سوار می‌شود (شکل ۳-۳۷).

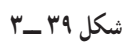
۵-۹-۳- مدار ترکیب‌کننده (جمع‌کننده): سیگنال‌های روشنایی (Y) و علائم رنگ مدوله شده و پالس‌های همزمانی و محو افقی و عمودی به مدار ترکیب‌کننده وارد شده و سیگنال مرکب تصویر را می‌سازند (شکل ۳-۳۸).

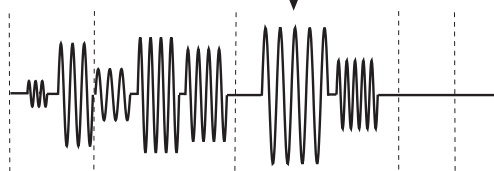
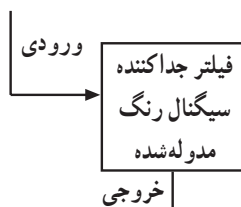
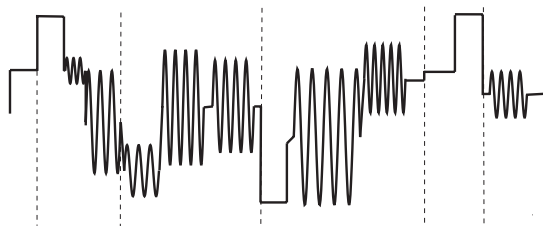


شکل ۳-۳۸

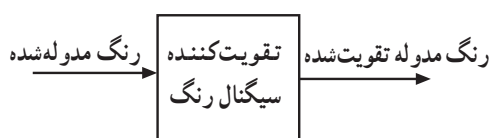
۱-۳- بلوک دیاگرام کلی گیرنده‌ی تلویزیون رنگی NTSC

گیرنده پس از دریافت امواج از فضا و جداسازی کانال موردنظر از سایر کانال‌ها اطلاعات تصویر و صوت را از روی حامل جدا و سپس آن را آشکار می‌کند. شکل ۳-۳۹ بلوک دیاگرام کلی گیرنده‌ی رنگی به روش NTSC را نشان می‌دهد.

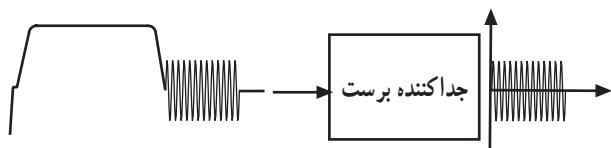




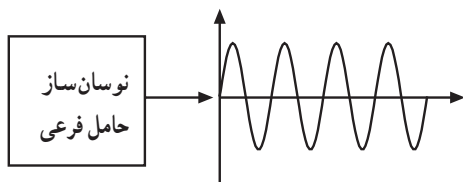
شکل ۳-۴۰



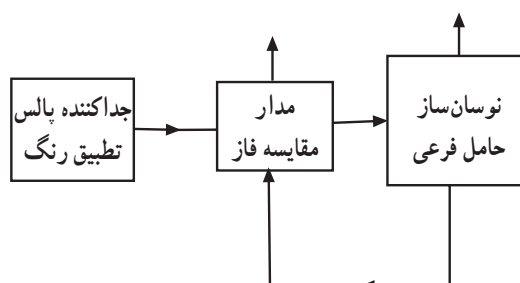
شکل ۳-۴۱



شکل ۳-۴۲



شکل ۳-۴۳



شکل ۳-۴۴

با توجه به مشترک بودن بسیاری از بخش‌های بلوک دیاگرام با بلوک دیاگرام تلویزیون سیاه و سفید فقط به توضیح مختصری در مورد بخش آشکارسازی رنگ می‌پردازیم.

۱-۱-۳- جداکننده سیگنال رنگ مدوله شده:

سیگنال Y آشکار شده به دو انشعاب تقسیم می‌گردد یکی از دو انشعاب وارد مدار جداکننده سیگنال اطلاعات رنگ می‌شود. در این طبقه یک فیلتر مخصوص، اطلاعات رنگینی را از سایر علائم جدا می‌کند (شکل ۳-۴۰).

۲-۱-۳- تقویت کننده سیگنال نوع رنگ:

اطلاعات رنگ مدوله شده به تقویت کننده کروما یا تقویت کننده سیگنال نوع رنگ اعمال می‌شود. خروجی این طبقه سیگنال‌های تفاضلی رنگ تقویت شده است (شکل ۳-۴۱).

۳-۱-۳- جداکننده پالس‌های تطبیق رنگ: انشعاب

دیگری از Y به مدار جداکننده پالس‌های تطبیق رنگ (برست) اعمال می‌شود. این مدار نمونه‌ای از موج حامل فرعی رنگ را از روی شانه‌ی عقبی پالس محو جدا می‌کند (شکل ۳-۴۲).

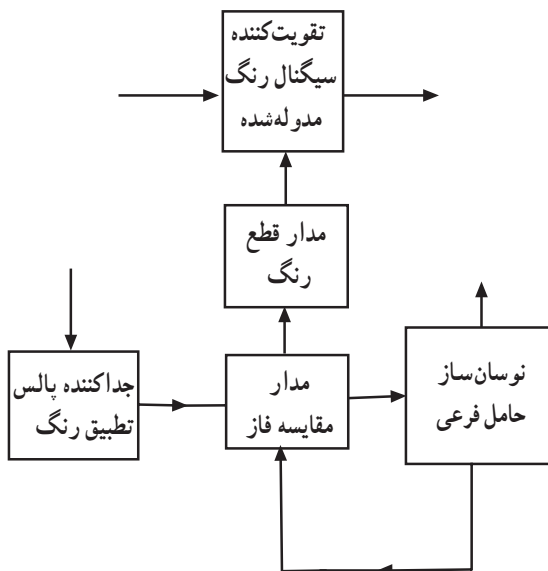
۴-۱-۳- نوسان ساز حامل فرعی رنگ و آشکارساز

فاز: برای آشکارسازی رنگ به موج حامل فرعی رنگ نیاز است. لذا یک مدار نوسان ساز، موج حامل فرعی رنگ را در گیرنده می‌سازد (شکل ۳-۴۳).

برای آن که فاز و فرکانس نوسان‌های ایجاد شده در گیرنده با حامل فرعی نوسان از طرف فرستنده هماهنگ باشد. موج تولید شده‌ی توسط نوسان ساز و موج حامل فرعی رنگ (برست) در یک مدار مقایسه کننده فاز با هم مقایسه می‌شوند (شکل ۳-۴۴).

اگر دو موج با هم هم فاز و هم فرکانس نباشند ولتاژ خروجی مدار مقایسه کننده فاز به مدار نوسان ساز اعمال می‌شود و فرکانس و فاز نوسان‌های ایجاد شده تصحیح می‌شود. اگر فاز و فرکانس حامل فرعی ایجاد شده در گیرنده با فرستنده برابر نباشد سیگنال رنگ آشکار نمی‌شود.

پالس‌های تطبیق رنگ (پرست) وجود ندارد. همچنین اگر نوسان‌ساز حامل فرعی رنگ خراب شود باید مدار تقویت‌کننده سیگنال نوع رنگ از کار بیفتد و تصویر به صورت سیاه و سفید درآید. در این شرایط نقطه‌های رنگی روی تصویر ایجاد نمی‌شود. برای این منظور از خروجی مدار مقایسه فاز و لتاژی به مدار قطع رنگ اعمال می‌شود و مدار قطع رنگ، تقویت‌کننده‌ی سیگنال نوع رنگ را از کار می‌اندازد (شکل ۳-۴۵).



```

graph LR
    Input1[سیگنال رنگ مدوله شده تقویت کننده] --> I[آشکارساز همزمان I]
    Input2[حامل فرعی رنگ 90 درجه اختلاف فاز] --> Q[آشکارساز همزمان Q]
    I --> Output1[رنگ قرمز آشکار شده]
    Q --> Output2[رنگ آبی آشکار شده]

```

سیگنال تفاضلی R-Y

سیگنال تفاضلی B-Y

سیگنال تفاضلی G-Y

ماتریس تفاضلی رنگ

سیگنال R-Y

سیگنال G-Y

سیگنال B-Y

شکل ۴۷-۳

آشکارسازهای سیگنال رنگ مدوله شده از نوع آشکارساز همزمان می‌باشند. به این آشکارسازها سیگنال رنگ مدوله شده و موج حامل فرعی رنگ اعمال می‌شود و سیگنال تفاضلی رنگ آشکار شده به دست می‌آید. چون موج حامل‌های فرعی برای I و Q با هم 90° اختلاف فاز دارند لذا در خروجی نوسان‌ساز حامل فرعی دو انشعاب دریافت می‌شود. یک شاخه مستقیماً به آشکارساز Q می‌رود. انشعاب دیگر پس از عبور از مدار اختلاف فازدهنده به اندازه 90° درجه اختلاف فاز پیدا می‌کند و به آشکارساز I هدایت می‌شود. شکل ۳-۴۶ نقشه‌ی بلوکی این بخش را نشان می‌دهد.

R-Y و B-Y وارد مدار ماتریس می‌شوند و از ترکیب آن‌ها با نسبت‌های معین، سیگنال تفاضلی سبز یعنی G-Y به دست می‌آید. سه سیگنال تفاضلی بعد از تقویت به لامپ تصویر اعمال می‌شوند (شکل ۳-۴۷).

آزمون پایانی (۳)

- ۱- مدار بلوکی مدولاتور رنگ در سیستم NTSC را رسم کنید
- ۲- چرا در فرستنده حامل فرعی رنگ را حذف می‌کنند؟
- ۳- با استفاده از جدول‌های داده شده، دامنه روشنایی را برای یک نوار رنگی با ۸ رنگ محاسبه کنید.
- ۴- سیگنال ویدئو را برای یک خط از نوار ۸ رنگ رسم کنید.
- ۵- ضرایب مورد استفاده برای کاهش سیگنال‌های تفاضلی R-Y و B-Y چقدر است؟
- ۶- فرکانس حامل رنگ در سیستم NTSC چقدر است؟
- ۷- وظیفه سیگنال سنکرون (برست) در سیستم NTSC چیست؟
- ۸- سیگنال‌های I و Q در سیستم NTSC چیست؟ شرح دهید.
- ۹- پهنای باند حامل رنگ برای سیگنال‌های I و Q چقدر است؟
- ۱۰- بلوک دیاگرام بخش دکدر رنگ در سیستم NTSC را رسم کنید.
- ۱۱- در سیستم NTSC محورهای I و Q نسبت به هم درجه اختلاف فاز دارند.
- الف) ۳۳ (ب) ۹۰ (ج) ۱۰۳ (د) ۱۸۰
- ۱۲- فاصله‌ی بین حامل رنگ و حامل تصویر در سیستم NTSC آمریکایی چند مگاهرتز است؟
- الف) ۳/۵۸ (ب) ۴/۴۳ (ج) ۷ (د) ۵/۵
- ۱۳- نوع مدولاسیون رنگ در سیستم NTSC چیست؟
- الف) DSB (ب) SSB (ج) VSB (د) DSB-SC
- ۱۴- در سیستم NTSC امواج ارسالی از فرستنده در طی مسیر ممکن است تغییر کند.
- ۱۵- محل قرار گرفتن سیگنال برست بر روی شانه پالس می‌باشد.

آشنایی با سیستم تلویزیون رنگی به روش PAL

هدف کلی

بررسی بلوک دیاگرام کدکننده‌ی رنگ در فرستنده و بلوک دیاگرام گیرنده‌ی تلویزیون رنگی به روش پال

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود :

- ۱- ایده‌ی اصلی به روش پال را شرح دهد.
- ۲- نحوه‌ی تشکیل مجموع و تفاضل سیگنال نوع رنگ در روش پال را تشریح کند.
- ۳- حذف اثر اشتباه فاز را شرح دهد.
- ۴- فرکانس حامل رنگ پال را محاسبه کند.
- ۵- سیگنال سنکرون رنگ را شرح دهد.
- ۶- علت ذخیره‌ی سیگنال نوع رنگ پال را توضیح دهد.
- ۷- بلوک دیاگرام کدکننده‌ی رنگ پال را رسم کند و به‌طور مختصر شرح دهد.
- ۸- حدود طیف سیگنال‌های پال را بیان و نمودار آن را ترسیم کند.
- ۹- بلوک دیاگرام کلی گیرنده تلویزیون رنگی پال را رسم کند و به‌طور مختصر شرح دهد.

میزان ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۶	—	۶

پیش‌آزمون (۴)

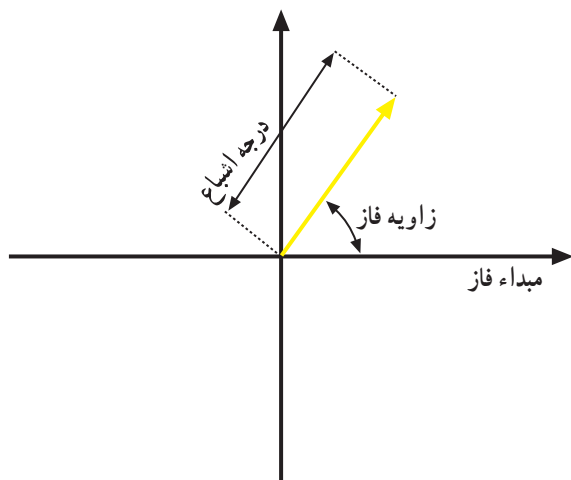
- ۱- در سیستم پال رنگ روی حامل فرعی به صورت مدوله می‌شود.
- ۲- برخورد امواج فرستنده با موانع بلند و انعکاس آن روی گیرنده می‌تواند عامل تغییر سیگنال نوع رنگ گردد.
- ۳- در سیستم پال حامل فرعی رنگ قرمز از سطری به سطری دیگر چند درجه اختلاف فاز می‌یابد؟
الف) 45° (ب) 9° (ج) 180° (د) 270°
- ۴- وظیفه‌ی کلید پال در فرستنده را شرح دهید.
- ۵- وظیفه‌ی کلید پال در گیرنده را شرح دهید.



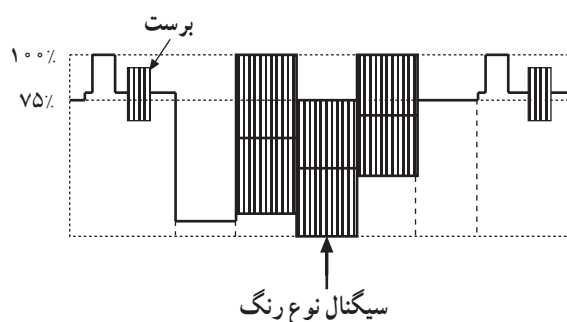
۴- آشنایی با سیستم تلویزیون رنگی به روش PAL

۴-۱- ایده اصلی روش پال

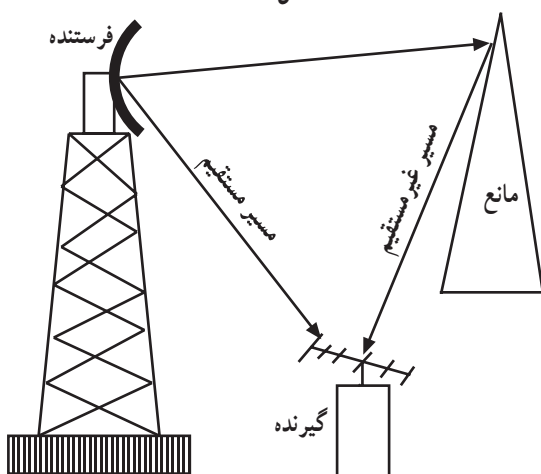
در روش NTSC تمایل رنگ توسط زاویه‌ی فاز و درجه‌ی اشباع رنگ توسط طول بردار سیگنال نوع رنگ مشخص می‌شود (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱



شکل ۴-۲



شکل ۴-۳

در گیرنده زاویه‌ی فاز توسط سیگنال برست معین می‌شود. سیگنال برست روی شانه‌ی عقبی محو که یک دامنه‌ی ثابت است سوار شده و انتقال داده می‌شود درحالی که سیگنال نوع رنگ روی سیگنالی که دائماً در حال تغییر است انتقال می‌یابد (شکل ۴-۲). لذا اختلاف فاز سیگنال نوع رنگ نسبت به برست می‌تواند در بین راه از کدکننده‌ی رنگ در فرستنده تا دی‌کدکننده رنگ در گیرنده تغییر کند.

عامل دیگر تغییر زاویه فاز برخورد امواج فرستنده با موانع بلند و انعکاس آن روی گیرنده می‌باشد (شکل ۴-۳). هر نوع تغییر فاز باعث عوض شدن تمایل رنگ در گیرنده می‌شود. هر نوع انحراف فاز از مقدار داده شده اشتباه فاز نام دارد. خاصیت مهم روش پال جلوگیری از تغییر تمایل رنگ در اثر اشتباه فاز می‌باشد.

۴-۲- سیگنال‌های تفاضلی رنگ U و V

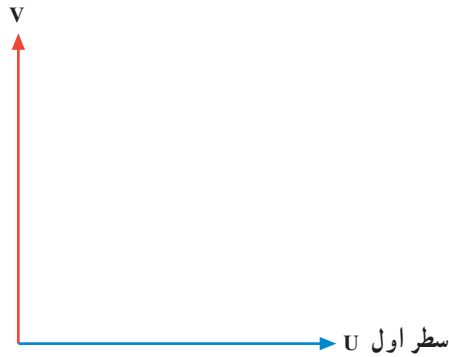
در سیستم پال سیگنال‌های تفاضلی رنگ را به جای I و Q با U و V نشان می‌دهند و معادله آن‌ها را می‌توان به صورت زیر نمایش داد.

$$V = 0.493(R - Y)$$

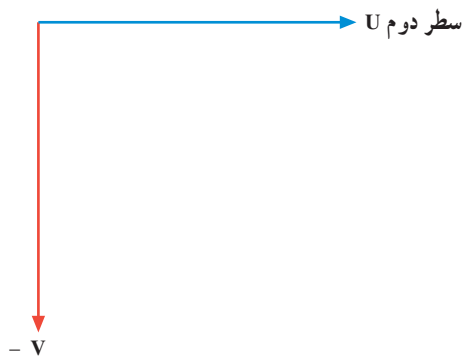
$$U = 0.147(B - Y)$$

سیگنال‌های U و V برای هر سطر به طور همزمان ارسال

می‌شوند.



شکل ۴-۴

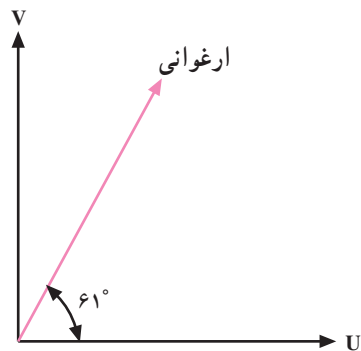


شکل ۴-۵

۴-۳- نحوه مدولاسیون سیگنال‌های تفاضلی رنگ

در سیستم پال

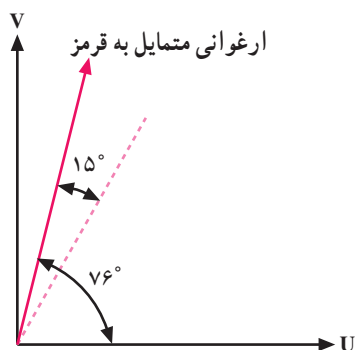
نوع مدولاسیون در سیستم پال به صورت AM عمود بر هم (کوآدرچر) است فقط حامل فرعی رنگ V از سطری به سطر دیگر 180° اختلاف فاز پیدا می‌کند (شکل‌های ۴-۴ و ۴-۵).



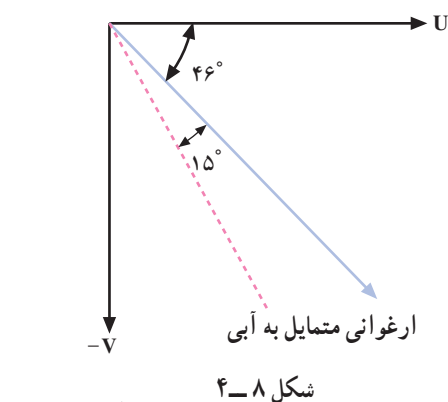
شکل ۴-۶

۴-۳-۱- اصلاح اشتباه فاز: فرض کنیم در یک لحظه

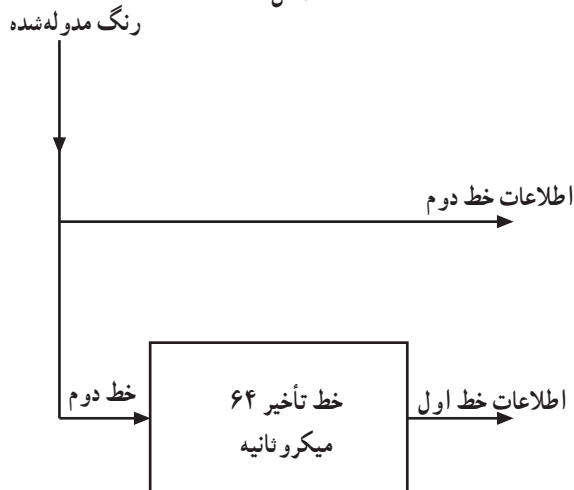
رنگ ارغوانی از فرستنده ارسال شود. می‌دانیم زاویه‌ی فاز رنگ ارغوانی 61° درجه است (شکل ۴-۶). اگر به هر دلیلی مثلاً 15° درجه در فاز رنگ اشتباه ایجاد شود و فاز رنگ 15° درجه جلو بیفتد رنگ ارغوانی به قرمز متمایل می‌شود (شکل ۴-۷).



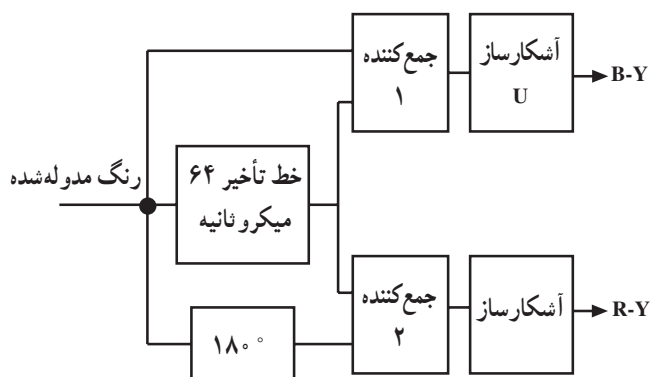
شکل ۴-۷



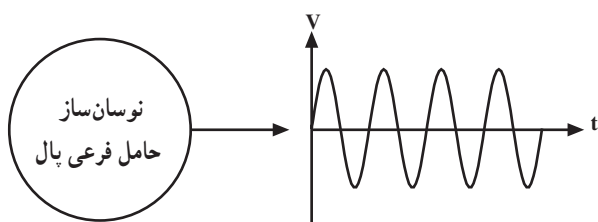
شکل ۴-۸



شکل ۴-۹



شکل ۴-۱۰



شکل ۴-۱۱

اگر به هر دلیلی برای یک سطر اشتباه فاز رخ دهد برای سطر بعدی نیز $+15^\circ$ درجه اختلاف فاز وجود خواهد داشت (شکل ۴-۸) اثر اختلاف فاز را در سطر بعدی نشان می دهد. مشاهده می شود رنگ ارغوانی متمایل به رنگ آبی می شود. لذا در یک سطر رنگ ارغوانی متمایل به قرمز و در سطر دیگر رنگ ارغوانی متمایل به آبی به وجود می آید. برآیند رنگ در دو سطر متوالی همان رنگ اصلی خواهد بود که اثر اشتباه فاز در آن برطرف شده است.

۴-۴- تشکیل مجموع و تفاضل سیگنال نوع رنگ دو سطر پی در پی در روش PAL

در سیستم پال برای آشکارسازی سیگنال تفاضلی رنگ از یک مدار تأخیردهنده استفاده می کنند و علائم مدوله شده R-Y خط اول را ۶۴ میکروثانیه نگه می دارند تا با علائم مدوله شده R-Y خط دوم که قرینه آن است هم زمان شود سپس دو سیگنال را با هم جمع برداری می کنند (شکل ۴-۹).

برای آن که بی بیریم خروجی جمع کننده ها در شکل ۴-۱۰ چه سیگنال هایی دارند از جمع و تفاضل بردارها استفاده می کنیم.

۴-۵- حذف اثر اشتباه فاز

به کمک بردار و جمع برداری می توان نشان داد چگونه اثر اشتباه فاز در سیستم پال حذف می شود. برای مطالعه به ضمیمه ی شماره ۲ مراجعه نمایید.

۴-۶- فرکانس حامل رنگ پال

با آزمایش های متعدد پی بردند برای این که برنامه فرستنده رنگی پال که توسط تلویزیون سیاه و سفید دریافت می شود با حداقل پارازیت همراه باشد باید حامل فرعی در سیستم پال اندکی با حامل فرعی در سیستم NTSC تفاوت داشته باشد. شکل ۴-۱۱ نقشه ی بلوکی مولد حامل فرعی را نشان می دهد.

چون مؤلفه‌ی رنگ قرمز سطر به سطر 18° اختلاف فاز پیدا می‌کند (شکل‌های ۴-۱۲ و ۴-۱۳) سبب می‌شود در طیف سیگنال رنگ مدوله شده فرکانس‌هایی ظاهر شود که روی خطوط طیف سیگنال روشنایی قرار گرفته و اثر نامطلوب ایجاد می‌کند. لذا حامل فرعی در پال را برابر با $F_{sc} = 4/43$ مگاهرتز در نظر می‌گیرند.

۴-۷- سیگنال سنکرون پال (برست)

در سیستم پال، سیگنال سنکرون رنگ (برست) دو وظیفه زیر را به عهده دارد:

الف) در گیرنده حامل فرعی رنگ، فاز و فرکانس خود را تصحیح می‌کند تا با حامل فرعی فرستنده سنکرون شود.

ب) سیگنال برست تغییر جهت فاز مؤلفه $(R-Y)$ را در گیرنده با فرستنده سنکرون می‌کند. شکل ۴-۱۴ محل سیگنال برست را روی شانه‌ی عقبی پالس محو نشان می‌دهد.

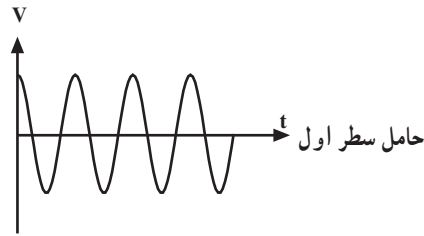
مشابه حامل فرعی رنگ سیگنال سنکرون رنگ (برست)

در سیستم پال نیز به دو مؤلفه تقسیم می‌شود:

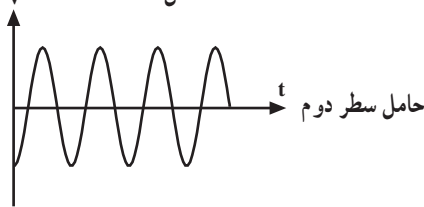
یکی از مؤلفه‌های برست که جهت آن عکس جهت مثبت

$(B-Y)$ است مؤلفه آبی برست و دیگری که با مؤلفه‌ی آبی 90°

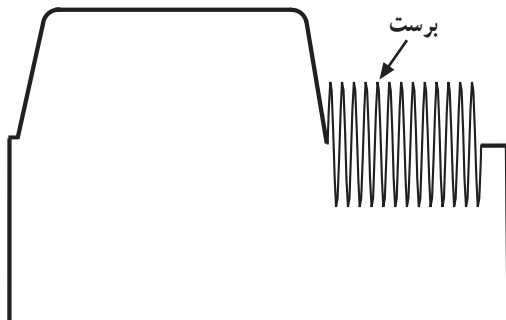
اختلاف فاز دارد مؤلفه‌ی قرمز برست است (شکل ۴-۱۵).



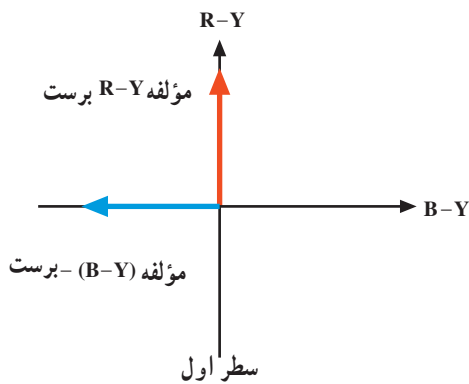
شکل ۴-۱۲



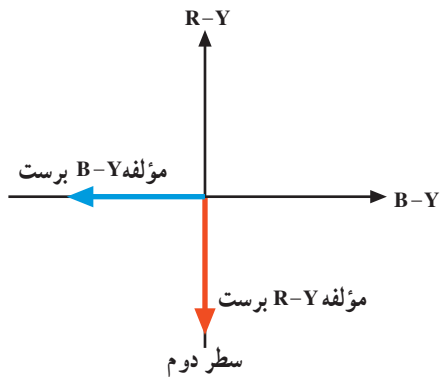
شکل ۴-۱۳



شکل ۴-۱۴



شکل ۴-۱۵



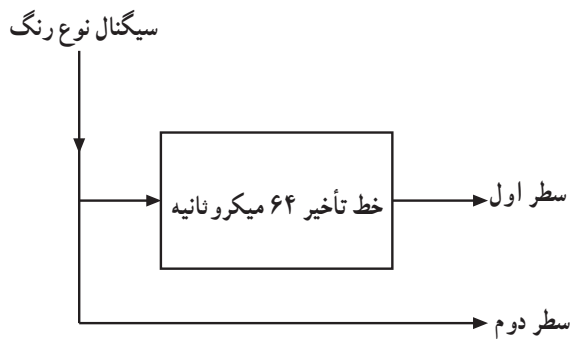
شکل ۴-۱۶

برای رنگ قرمز نیز سیگنال برست از یک سطر به سطر

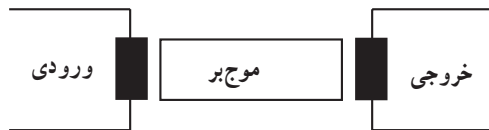
دیگر 18° اختلاف فاز پیدا می‌کند (شکل ۴-۱۶).

۴-۸- ذخیره‌ی سیگنال نوع رنگ پال

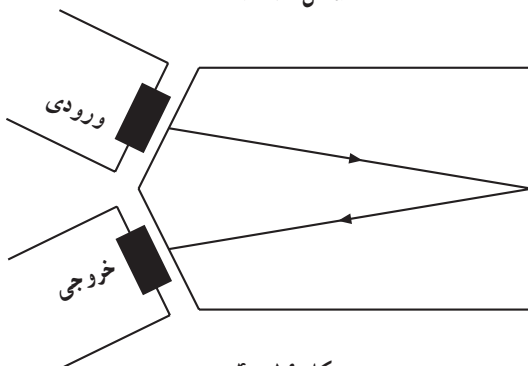
همان‌طوری که توضیح داده شد سیگنال نوع رنگ هر سطر به اندازه ۶۴ میکروثانیه باید تأخیر پیدا کند تا با سیگنال نوع رنگ سطر بعدی همزمان شود (شکل ۴-۱۷).



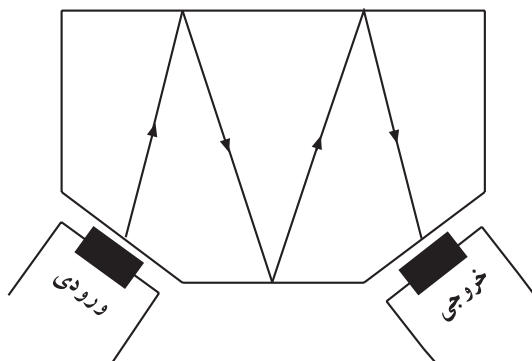
شکل ۴-۱۷



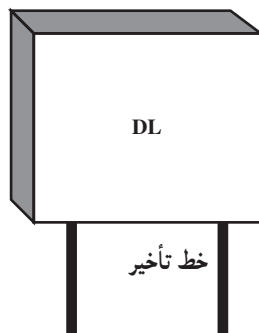
شکل ۴-۱۸



شکل ۴-۱۹



شکل ۴-۲۰



شکل ۴-۲۱

۴-۸-۱- خط تأخیر^۱ (DL): سرعت امواج الکترومغناطیس

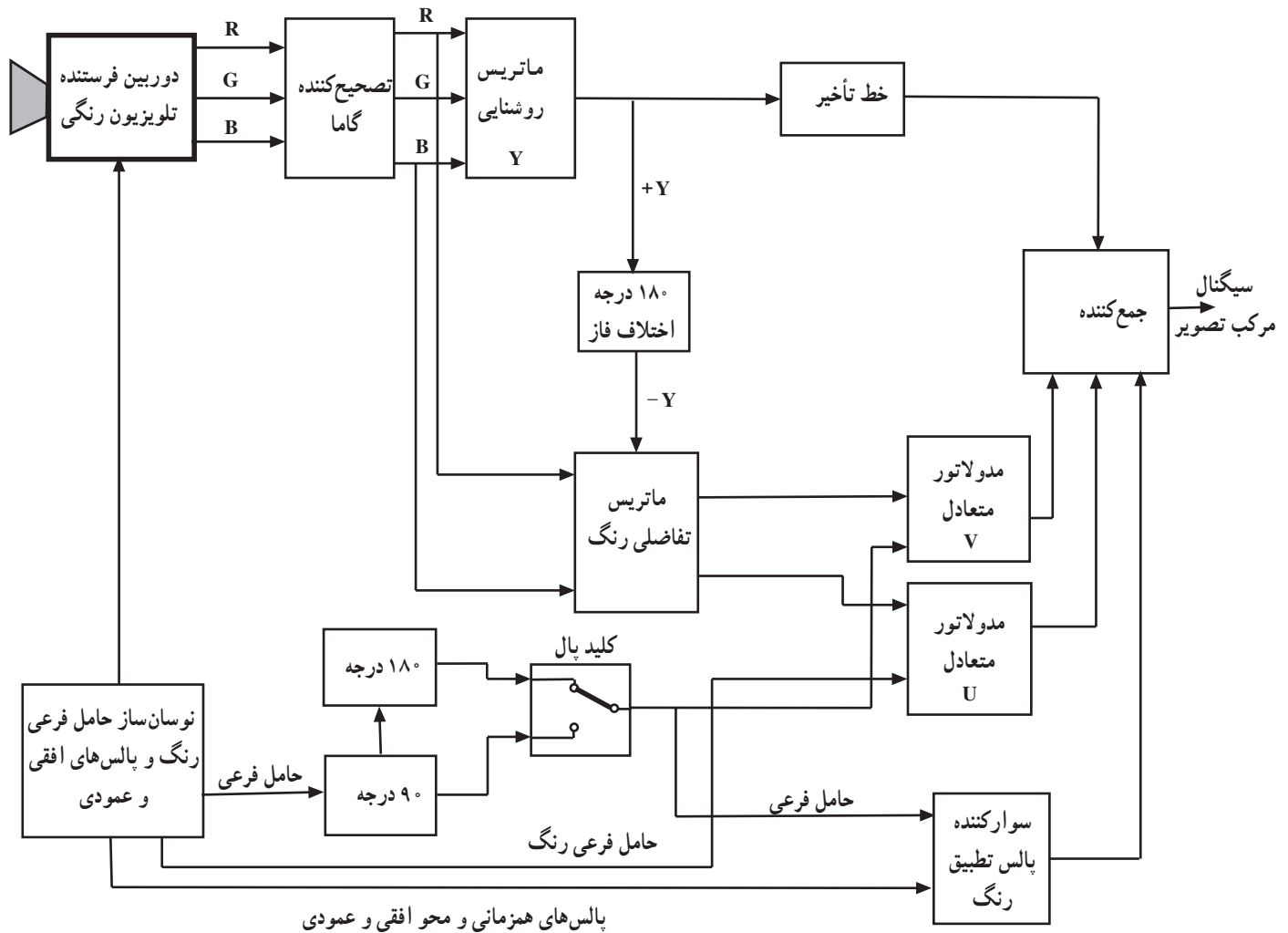
در بعضی اجسام به مراتب از مقدار سرعت امواج در فضای آزاد کمتر است. برای ایجاد تأخیر ۶۴ میکروثانیه، از خط تأخیر اولتراسونیک یا ماوراء صوت استفاده می‌شود. خط تأخیر اولتراسونیک مطابق شکل ۴-۱۸ از سه بخش شامل مبدل ورودی، موج‌بر و مبدل خروجی تشکیل می‌شود.

مبدل‌های ورودی و خروجی معمولاً از کریستال پیزوالکتریک هستند. سیگنال الکتریکی در محل ورود توسط مبدل ورودی به امواج ماوراء صوت تبدیل می‌شود و نیز طی حرکت در مسیر موج‌بر در اثر شکست‌های متوالی، امواج ماوراء صوت تأخیر یافته و سرانجام در خروجی، توسط مبدل خروجی به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود (شکل‌های ۴-۱۹ و ۴-۲۰). خط تأخیر V شکل و M و شکل ۴-۲۱ شکل ظاهری خط تأخیر را نشان می‌دهد.

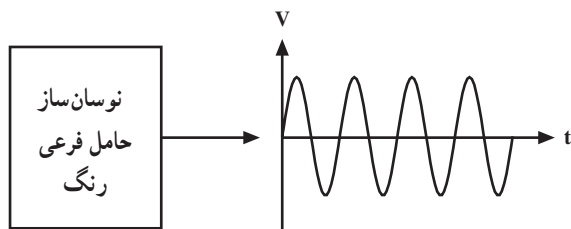
خط تأخیر ۱- DL = Delay line

۹-۴- بلوک دیاگرام کدکننده‌ی رنگ پال

نقشه‌ی بلوکی فرستنده پال (کدکننده‌ی رنگ پال) را در شکل ۲۲-۴ مشاهده می‌کنید. این نقشه‌ی بلوکی تفاوت چندانی با کدکننده‌ی رنگ در سیستم NTSC ندارد. بخشی از نقشه‌ی بلوکی کاملاً شبیه سیستم NTSC است. در این قسمت به تشریح سایر بخش‌های بلوک دیاگرام که با سیستم NTSC متفاوت است می‌پردازیم.

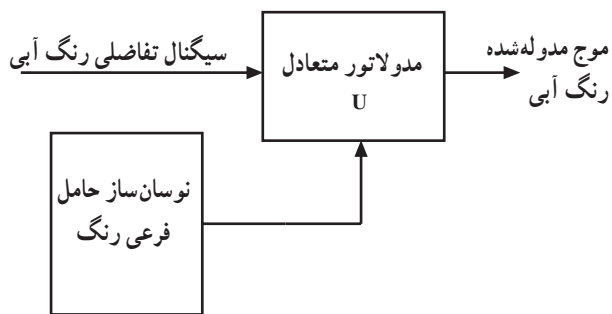


شکل ۲۲-۴

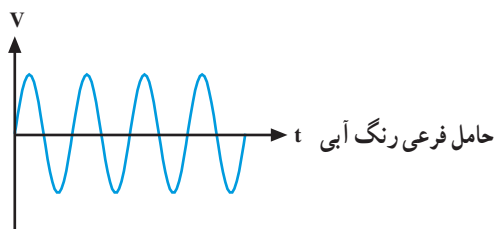


شکل ۲۳-۴

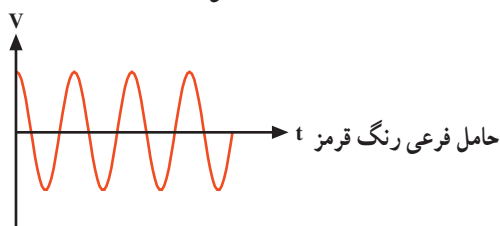
۱-۹-۴- نوسان‌ساز حامل فرعی رنگ: این نوسان‌ساز، حامل فرعی رنگ را با فرکانس $4/43$ مگاهرتز می‌سازد (شکل ۲۳-۴).



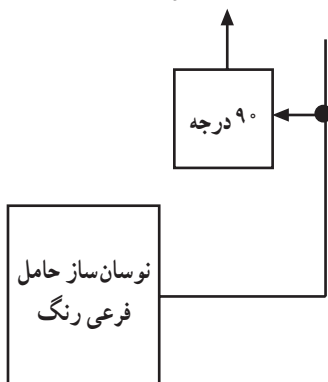
شکل ۴-۲۴



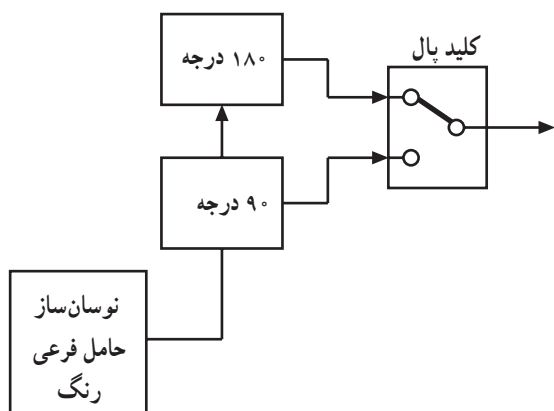
شکل ۴-۲۵



شکل ۴-۲۶



شکل ۴-۲۷



شکل ۴-۲۸

۴-۹-۲- مدولاتور متعادل U: نوسان ایجاد شده

توسط نوسان ساز به دو انشعاب تقسیم می شود. یک انشعاب مستقیماً به مدولاتور متعادل U اعمال می شود تا سیگنال تفاضلی رنگ آبی را روی آن به صورت AM مدوله کند (شکل ۴-۲۴).

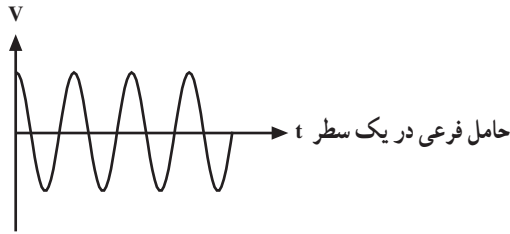
۴-۹-۳- مدولاتور متعادل V: چون حامل فرعی

رنگ قرمز با رنگ آبی 90° درجه اختلاف فاز دارد (شکل های ۴-۲۵ و ۴-۲۶) انشعاب دیگری از خروجی اسپلاتور حامل فرعی به مداری می رود تا 90° درجه اختلاف فاز پیدا کند. شکل ۴-۲۷ نقشه ی بلوکی این بخش را نشان می دهد.

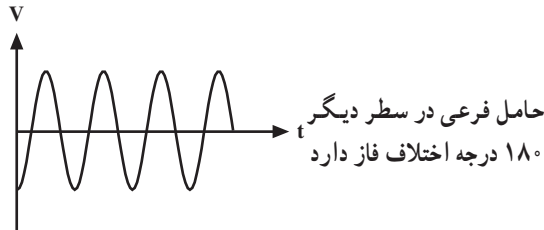
۴-۹-۴- کلید پال: حامل فرعی رنگ قرمز در یک

سطر به طور مستقیم و در سطر بعدی 180° اختلاف فاز پیدا می کند. یعنی حامل فرعی که به مدولاتور V می رود در یک سطر 90° درجه و در سطر بعدی باید $90^\circ + 180^\circ = 270^\circ$ درجه نسبت به حامل فرعی مدولاتور U اختلاف فاز داشته باشد. برای این منظور با استفاده از کلید پال در فرستنده این اختلاف فاز را ایجاد می کنند. برای این که کلید درست عمل کند از مولد فرکانس های افقی پالس هایی با نصف فرکانس سطر به کلید اعمال می شود. شکل ۴-۲۸ نقشه ی بلوکی این بخش را نشان می دهد.

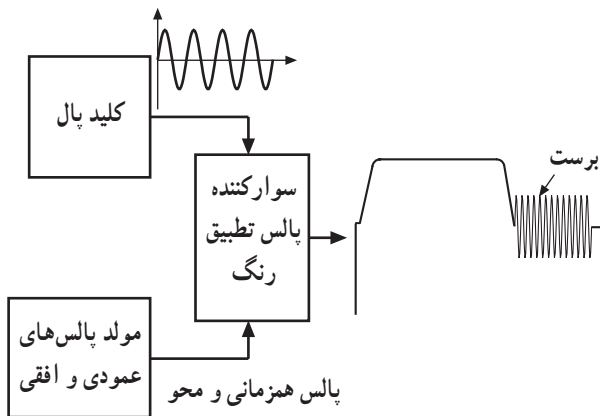
شکل های ۴-۲۹ و ۴-۳۰ حامل فرعی رنگ قرمز را که یک سطر با سطر قبل 18° اختلاف فاز دارد نشان می دهد.



شکل ۴-۲۹



شکل ۴-۳۰



شکل ۴-۳۱

۴-۹-۵- سوارکننده پالس های تطبیق رنگ: چون

سیگنال شناسایی رنگ قرمز نیز سطر به سطر 18° اختلاف فاز پیدا می کند انشعابی از خروجی کلید پال به مداری می رود تا حامل فرعی رنگ را به طور صحیح و با در نظر گرفتن اختلاف فاز روی شانه ی عقبی پالس محو سوار کند. شکل ۴-۳۱ نقشه ی بلوکی این بخش را نشان می دهد.

۴-۱۰- حدود طیف سیگنال های پال

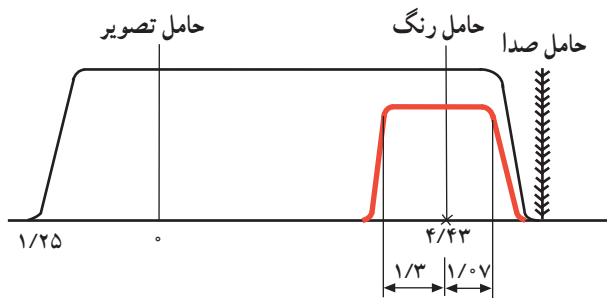
در روش پال از مدولاسیون کوادراچر استفاده می کنند و دامنه رنگ ها با نسبت های زیر کاهش می یابد.

$$V = 0.88(R - Y)$$

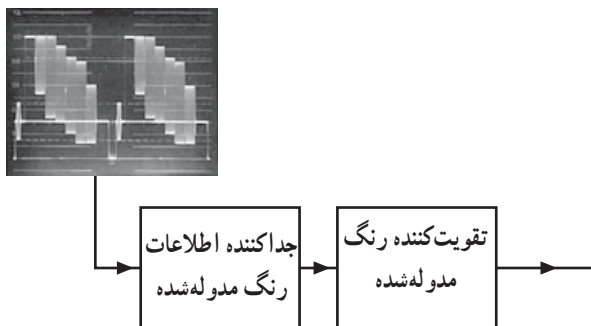
$$U = 0.49(B - Y)$$

طیف سیگنال رنگ مدوله شده U و V در این سیستم با هم

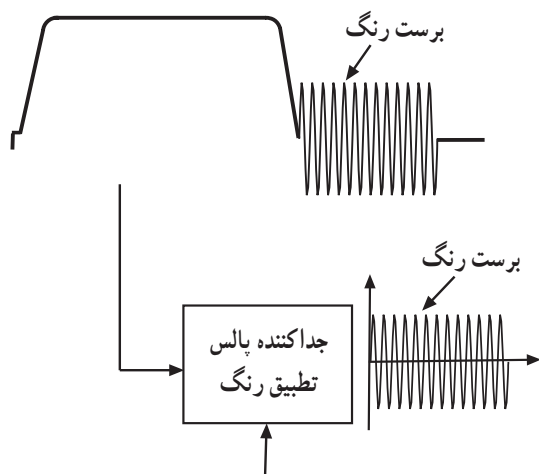
مساوی و مقدار آن برای کناره بالایی $1/0.7$ مگاهرتز و برای کناره پایینی $1/3$ مگاهرتز است. شکل ۴-۳۲ نمودار طیف روشنایی و رنگ را در این سیستم نشان می دهد.



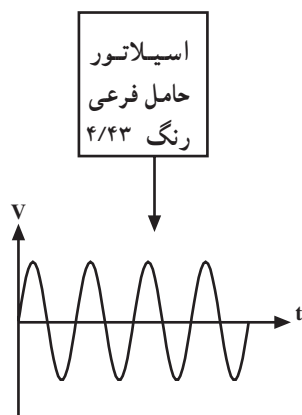
شکل ۴-۳۲



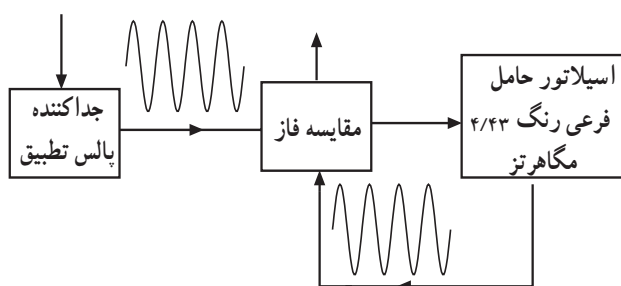
شکل ۴-۳۴



شکل ۴-۳۵



شکل ۴-۳۶



شکل ۴-۳۷

۴-۱۱-۱- جداکننده اطلاعات رنگ و تقویت آن:

فیلتری میان گذر، اطلاعات رنگ مدوله شده را از بقیه علائم سیگنال مرکب جدا می کند. رنگ مدوله شده در طبقه تقویت کننده تقویت می شود. شکل ۴-۳۴ این بخش از نقشه بلوکی را نشان می دهد.

۴-۱۱-۲- جداکننده سیگنال برست: انشعابی از

سیگنال مرکب تصویر جهت جدا کردن نمونه های موج حامل فرعی رنگ (برست) که روی شانه عقبی پالس محو سوار است وارد مدار جداکننده پالس تطبیق رنگ (برست) می شود. شکل ۴-۳۵ نقشه بلوکی این بخش را نشان می دهد. جداسازی سیگنال شناسایی رنگ در زمان محو افقی انجام می گیرد.

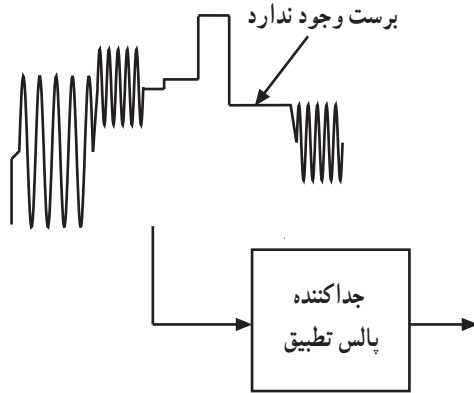
۴-۱۱-۳- اسیلاتور موج حامل فرعی رنگ و

تنظیم فاز و فرکانس اسیلاتور: اسیلاتوری موج حامل فرعی رنگ را در گیرنده می سازد (شکل ۴-۳۶).

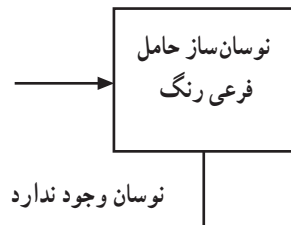
برای این که فاز و فرکانس اسیلاتور در گیرنده با فرستنده

برابر باشد، مدار مقایسه کننده فاز (آشکارساز فاز) نوسان های اسیلاتور گیرنده را با سیگنال برست مقایسه می کند. در صورت برابر نبودن فاز و فرکانس اسیلاتور گیرنده با حامل فرعی ارسالی از فرستنده، مدار مقایسه کننده فاز با تغییر ولتاژ خروجی خود فرکانس و فاز نوسان را در گیرنده تغییر می دهد تا سرانجام آن را تنظیم کند. شکل ۴-۳۷ نقشه بلوکی این بخش را نشان می دهد.

۴-۱۱-۴- مدار قطع رنگ: اگر برنامه‌ی فرستنده رنگی نباشد در این صورت پالس تطبیق رنگ (برست) وجود ندارد (شکل ۴-۳۸).

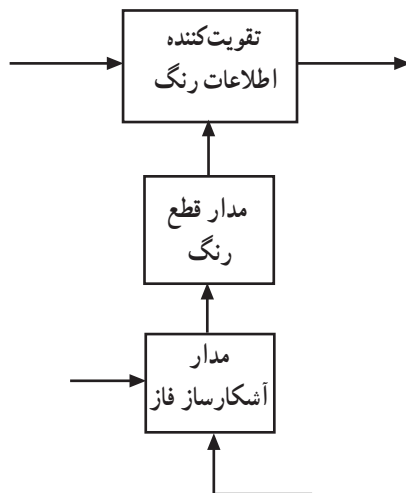


شکل ۴-۳۸



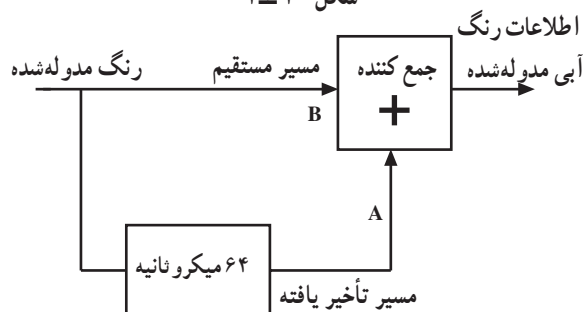
شکل ۴-۳۹

اگر نوسان ساز حامل فرعی رنگ به هر دلیلی در گیرنده کار نکند در این صورت نیز نوسان های حامل فرعی رنگ وجود نخواهد داشت (شکل ۴-۳۹).



شکل ۴-۴۰

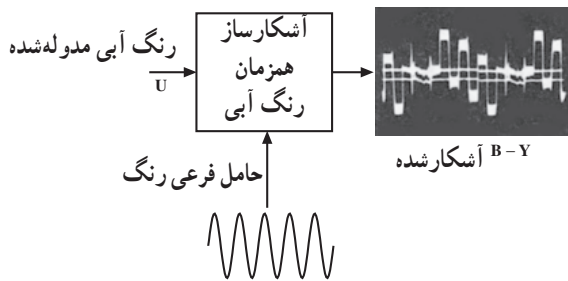
در این شرایط مدار آشکارساز فاز مدار قطع رنگ را تحریک می کند و سبب می شود تا تقویت کننده اطلاعات رنگ از کار بیفتد. شکل ۴-۴۰ نقشه بلوکی این بخش را نشان می دهد.



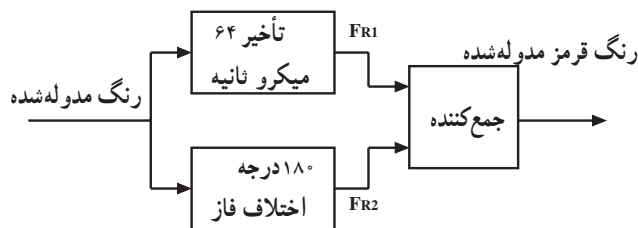
شکل ۴-۴۱

۴-۱۱-۵- آشکارسازی رنگ آبی: سیگنال رنگ

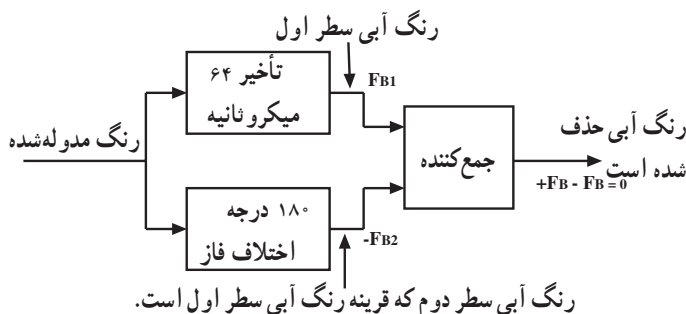
مدوله شده از خروجی تقویت کننده از یک سو به طور مستقیم وارد مدار جمع کننده می شود و از سوی دیگر بعد از عبور از مدار تأخیر دهنده به مدت ۶۴ میکروثانیه تأخیر یافته و وارد مدار جمع کننده می شود. شکل ۴-۴۱ نقشه بلوکی این بخش را نشان می دهد. هنگامی که در نقطه ی A اطلاعات خط اول وجود دارد در نقطه B اطلاعات خط دوم به طور همزمان ظاهر می شود. به این ترتیب در ورودی مدار جمع کننده ی اطلاعات رنگ دو خط اول و دوم همزمان شده و با هم جمع می شوند.



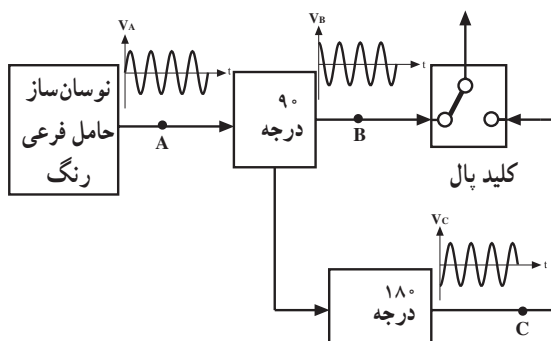
شکل ۴-۴۲



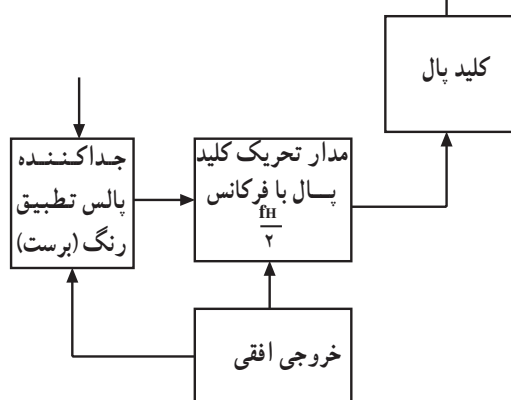
شکل ۴-۴۳



شکل ۴-۴۴



شکل ۴-۴۵



شکل ۴-۴۶

چون اطلاعات رنگ قرمز مدوله شده خط اول و دوم با هم قرینه هستند لذا اطلاعات رنگ قرمز حذف شده و فقط اطلاعات رنگ آبی مدوله شده در خروجی جمع کننده به وجود می آید. به آشکارساز همزمان آبی، حامل فرعی آبی و سیگنال رنگ مدوله شده تفاضلی یعنی U اعمال شده و رنگ آبی آشکار می شود (شکل ۴-۴۲).

۴-۱۱-۶ آشکارسازی رنگ قرمز: چون اطلاعات

رنگ قرمز در یک سطر با سطر بعدی 180° درجه اختلاف فاز دارد اگر رنگ مدوله شده ی یک خط را از مداری عبور داده و به آن 180° درجه اختلاف فاز بدهیم و سپس رنگ مدوله شده ی دو سطر متوالی را با هم همزمان کنیم رنگ قرمز مدوله شده ی دو سطر با هم هم فاز شده در مدار جمع کننده با هم جمع می شوند (شکل ۴-۴۳). در این حالت اطلاعات رنگ آبی دو خط متوالی با هم قرینه شده و در مدار جمع کننده یکدیگر را حذف می کنند. به این ترتیب در خروجی جمع کننده فقط اطلاعات رنگ قرمز مدوله شده وجود دارد. شکل ۴-۴۴ نقشه ی بلوکی این بخش را نشان می دهد. توضیح بیشتر در مورد آشکارسازی رنگ ها در ضمیمه ی شماره ۲ آورده شده است.

۴-۱۱-۷ وظیفه کلید پال در گیرنده: چون حامل

فرعی رنگ قرمز با حامل فرعی رنگ آبی در یک سطر 90° درجه اختلاف فاز و در سطر بعدی $270^\circ = 180^\circ + 90^\circ$ درجه اختلاف فاز دارند. در گیرنده نیز باید حامل فرعی رنگ قرمز با حامل رنگ آبی در یک سطر 90° و در سطر دیگر 270° درجه اختلاف فاز داشته باشد برای این منظور انشعابی از خروجی نوسان ساز حامل فرعی در گیرنده به مدار 90° درجه اختلاف فاز اعمال می شود. سپس کلید پال در گیرنده به این حامل فرعی سطر به سطر 180° اختلاف فاز می دهد (شکل ۴-۴۵).

برای این که کلید پال درست عمل کند باید به درستی تحریک شود. برای این منظور مدار تحریک کلید پال توسط پالس های افقی و نیز پالس تطبیق رنگ ارسالی از فرستنده هدایت می شود. شکل ۴-۴۶ نقشه ی بلوکی این بخش را نشان می دهد.

آزمون پایانی (۴)

۱- ضرایب برای سیگنال‌های رنگ R-Y و B-Y در سیستم پال چقدر است؟

۲- در سیستم PAL چگونه اشتباه فاز اصلاح می‌شود؟ شرح دهید.

۳- فرکانس حامل فرعی رنگ در سیستم پال چقدر است؟

۴- وظایف سیگنال سنکرون رنگ پال چیست؟ شرح دهید.

۵- خط تأخیر اولتراسونیک را شرح دهید.

۶- وظیفه کلید پال در فرستنده را توضیح دهید.

۷- وظیفه مدار قطع رنگ در گیرنده چیست؟ شرح دهید.

۸- وظیفه کلید پال در گیرنده را شرح دهید.

۹- نوع مدولاسیون سیگنال‌های تفاضلی رنگ در سیستم پال کدام است؟

الف (FM) ب (AM) ج (PM) د (AM-SSB)

۱۰- فرکانس مدار تحریک کلید پال کدام است؟

الف (FH) ب ($2FH$) ج ($\frac{FH}{2}$) د ($\frac{FH}{4}$)

۱۱- در روش پال اشتباه فاز به تبدیل می‌شود.

۱۲- حامل فرعی رنگ قرمز در سیستم پال در یک سطر نسبت به حامل فرعی رنگ آبی.....

درجه و در سطر بعدی..... درجه اختلاف فاز می‌یابد.