فیدار سیستم پویان

حذف کلاتر در گیرنده رادارهای موج پیوسته

چکیده:

این مقاله شامل شرح اثرات نشتی، علل ایجاد نشتی و راهکار ارائه شده توسط شرکت فیدار سیستم پویان جهت حذف نشتی، به همراه نتایج شبیه سازی شده می باشد.

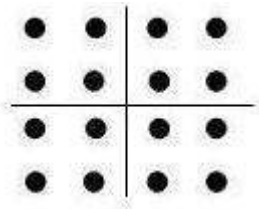
توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

اثرات نشتی:

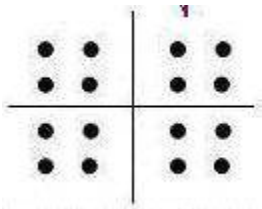
وجود نشتی در سیستم باعث به وجود آمدن نامتعادلی (Imbalance) در دامنه/گین، فاز و تقویت افست DC در IQ می شود، به طور کلی وجود نشتی باعث نامتعادلی IQ می شود.

اثرات نامتعادلی IQ در constellation :

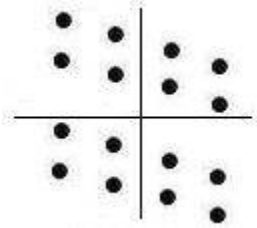
نامتعادلی IQ اثرات برجسته ای در مدولاسیون خطی یا حلقه های ارسالی غیر ثابت دارد. در اینجا به طور خلاصه، به بررسی تغییرات دامنه ، فاز و تقویت افست DC پرداخته می شود.



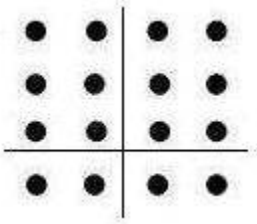
IQ متعادل در صفحه constellation



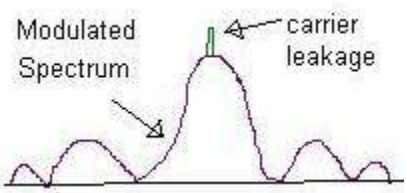
نامتعادلی IQ در گین که باعث کوچک شدن اندازه اهداف شده است.



نامتعادلی IQ در فاز که باعث جابه جا شدن اهداف شده است.



افست DC در IQ به دلیل نشتی Carrier می باشد، که باعث جابه جایی اهداف میشود. شایان ذکر است که در صورت وجود LNA در ورودی، این عامل باعث افت شدید ضریب تقویت LNA شده و میزان تقویت را از 25dbm به حدود 6dbm کاهش می دهد.

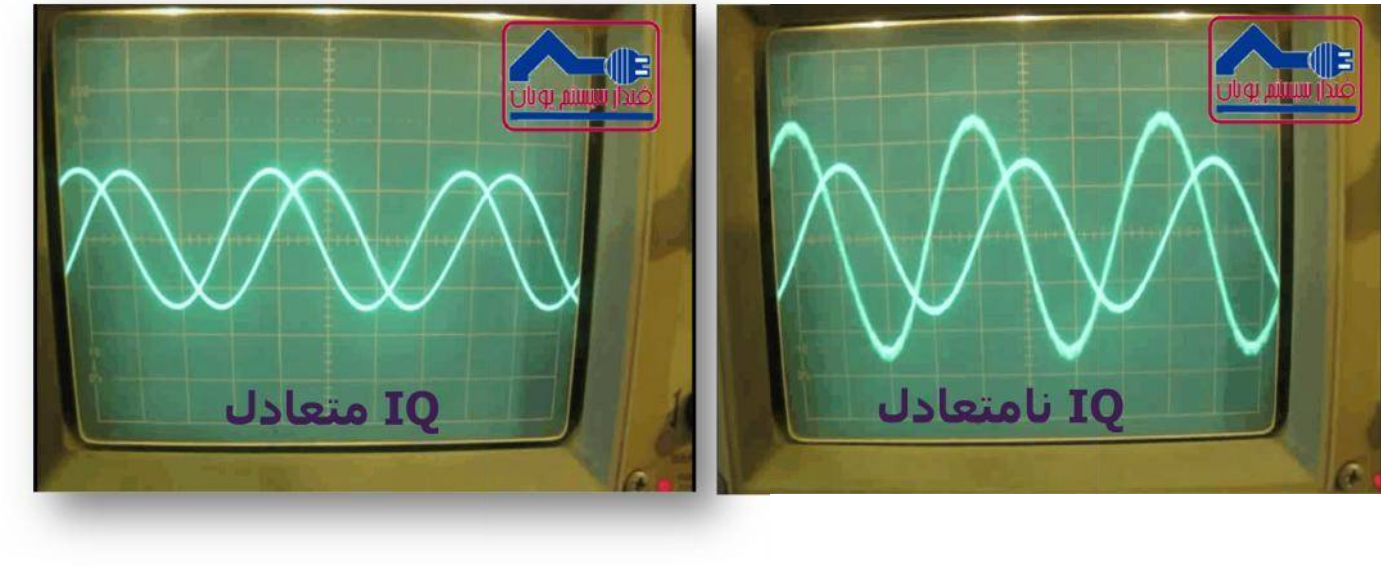


توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

دلایل نامتعادلی در IQ :

به طور کلی نامتعادلی در IQ از عوامل زیر ایجاد می شود:

- نشت حامل مستقیم (Carrier) به دلیل اتصال پاراسیتیک بین عناصر در داخل و اطراف مدولاتور IQ
- عدم تطبیق دقیق بین فاز و دامنه عناصر میکس کننده در داخل بالانسر های میکسر
- عدم حذف دقیق افست DC در ورودی هر کدام از پورت ها
- نشتی Carrier از فرستنده به گیرنده
- انعکاس یا برگشت سیگنال ارسالی به گیرنده (عوامل برگشت معمولا عناصر فیزیکی مانند کوه، دکل برق و غیره می باشد.)



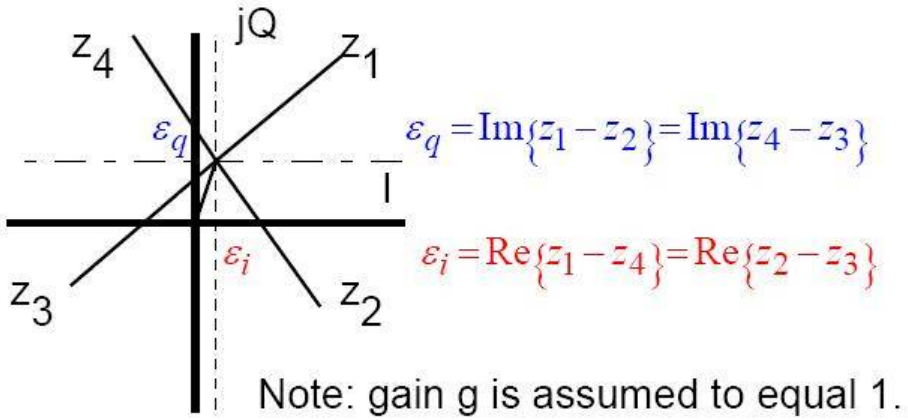
تخمین خطای سیگنال های IQ:

به منظور کنترل نامتعادلی در IQ، ابتدا باید خطاهای موجود در این سیگنال ها شبیه سازی شده و یا با استفاده از محاسبات ریاضی تخمین زده شوند. علت نیاز به این تخمین گر، انجام محاسبات کنترلی برای طراحی یک کنترل قوی به منظور حذف این نامتعادلی ها می باشد.

در اینجا فرض شده است که بررسی کننده پیشنهاد از اطلاعات اولیه ای مانند محور مختصات IQ (constellation) در باند RF، سیگنال های مخابراتی و نحوه محاسبات آن ها و همچنین جبر خطی و کنترلر های غیر خطی اطلاعات کافی را دارد.

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

ابتدا ε_q و ε_i را به عنوان خطاهای IQ در نظر می گیریم. به صورت گرافیکی داریم که:



تعریف می کنیم:

$$V_{iq} \equiv V_i + j \cdot V_q \text{ and } V'_{iq} \equiv V_{iq} + \varepsilon_{iq} \text{ where } \varepsilon_{iq} \equiv \varepsilon_i + j \cdot \varepsilon_q \quad \ldots(1)$$

معادله (1) نشان دهنده سیگنال خطا به همراه سیگنال اصلی می باشد. با استفاده از این معادله می توانیم خطای موجود را تخمین بزنیم.

حال می توانیم ولتاژ v_k را به عنوان K امین بردار به صورت زیر در نظر بگیریم:

$$v_k \equiv g \cdot \left[\sqrt{V_{i,k}^{\,2} + V_{q,k}^{\,2}} \right] \ldots(2)$$

در اینجا g به عنوان گین سیستم می باشد که ضریبی ثابت است. به بسط روابط ریاضی ارایه شده می پردازیم:

$$v_k \equiv g \cdot \left[\sqrt{(V_{i,k} + \varepsilon_i)^2 + (V_{q,k} + \varepsilon_q)^2} \right] \ldots(3)$$

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

$$v_k^{\,2} \equiv g^2 \cdot \left[(V_{i,k} + \varepsilon_i)^2 + (V_{q,k} + \varepsilon_q)^2 \right]$$
$$= g^2 \cdot \left[V^2{}_{i,k} + 2 \cdot V_{i,k} \cdot \varepsilon_i + \varepsilon_i^{\,2} + V^2{}_{q,k} + 2 \cdot V_{q,k} \cdot \varepsilon_q + \varepsilon_q^{\,2} \right] \ldots (4)$$

به بررسی اختلاف بین دو سیگنا ل دریافتی که شامل نمونه زمان حال و نمونه زمان قبل می باشد می پردازیم:

$$v_k^{\,2} \equiv g^2 \cdot \left[V^2{}_{i,k} + 2 \cdot V_{i,k} \varepsilon_i + \varepsilon_i^{\,2} + V^2{}_{q,k} + 2 \cdot V_{q,k} \cdot \varepsilon_{iq} + \varepsilon_q^{\,2} \right]$$
$$v_{k'}^{\,2} \equiv g^2 \cdot \left[V^2{}_{i,k'} + 2 \cdot V_{i,k'} \varepsilon_i + \varepsilon_i^{\,2} + V^2{}_{q,k'} + 2 \cdot V_{q,k'} \varepsilon_i + \varepsilon_q^{\,2} \right] \quad \ldots (5)$$
$$\Rightarrow v_k^{\,2} - v_{k'}^{\,2} = 2 \cdot g^2 \cdot \left[(V_{i,k} - V_{i,k'}) \cdot \varepsilon_i + (V_{q,k} - V_{q,k'}) \cdot \varepsilon_q + (V_{i,k}^2 - V_{i,k'}^2) + (V_{q,k}^2 - V_{q,k'}^2) \right]$$

هدف این است که اختلاف سیگنال های دریافتی صفر شوند:

$$V_{i,k}^2 - V_{i,k'}^2 \equiv 0 \ and \ V_{q,k}^2 - V_{q,k'}^2 \equiv 0$$

تعریف می کنیم که :

$$\Delta v^2{}_{k,k'} \equiv v^2{}_k - v^2{}_{k'}$$

بنابراین معادله (5) به صورت زیر می شود:

$$\Delta v_{k,k'}^2 = 2 \cdot g^2 \cdot \left[(V_{i,k} - V_{i,k'}) \cdot \varepsilon_i + (V_{q,k} - V_{q,k'}) \cdot \varepsilon_q \right] \ldots (6)$$

تعریف می کنیم که :

$$\Delta V_{i,k,k'} \equiv V_{i,k} - V_{i,k'} \ and \ \Delta V_{q,k,k'} \equiv V_{q,k} - V_{q,k'}$$

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

بنابراین معادله (6) به صورت زیر می شود:

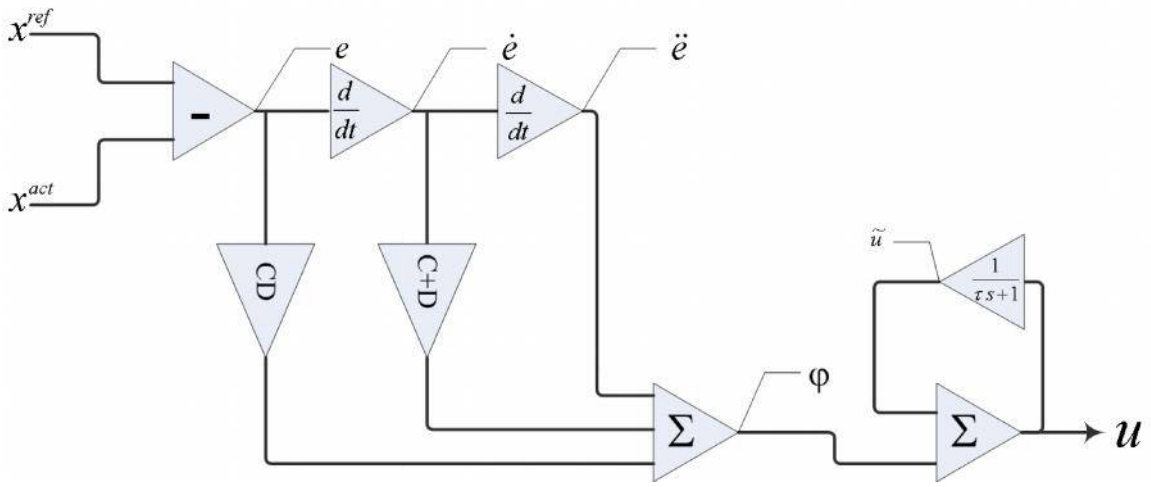
$$\Delta v^2_{k,k'} = 2 \cdot g^2 \cdot \left[\Delta V_{i,k,k'} \cdot \varepsilon_i + \Delta V_{q,k,k'} \cdot \varepsilon_q \right] \ldots (7)$$

در نتیجه سیگنال های خطا به دست خواهند آمد:

$$\varepsilon_i = \frac{1}{\Delta V_{i,k,k'}} \cdot \left(\frac{\Delta v^2{}_{k,k'}}{2 \cdot g^2} - \Delta V_{q,k,k'} \cdot \varepsilon_q \right)$$
$$\varepsilon_q = \frac{1}{\Delta V_{q,k,k'}} \cdot \left(\frac{\Delta v^2{}_{k,k'}}{2 \cdot g^2} - \Delta V_{i,k,k'} \cdot \varepsilon_i \right) \ldots (8)$$

طراحی کنترلر:

همانطور که مشخص است خطا ها تابعی از یکدیگر می باشند بنابراین کنترلرهای ساده ای همانند PID قابل استفاده نمی باشند. کنترلر استفاده شده در شبیه سازی از نوع Adaptive Sliding Mode می باشد. کنترلر استفاده شده به صورت آنالوگ و به صورت زیر اعمال گردیده است:



مشخصات پارامتریک کنترل اعمالی به صورت ذیل می باشد:

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

فیدار سیستم پویان

حالت های سیستم عبارتند از:

$$x = \begin{bmatrix} x & \dot{x} \end{bmatrix}^T \in \Re^2$$

sliding manifold به صورت زیر تعریف گردیده است:

$$\sigma = Ge_t \in \Re$$

بردار خطای **Tracking** عبارت است از:

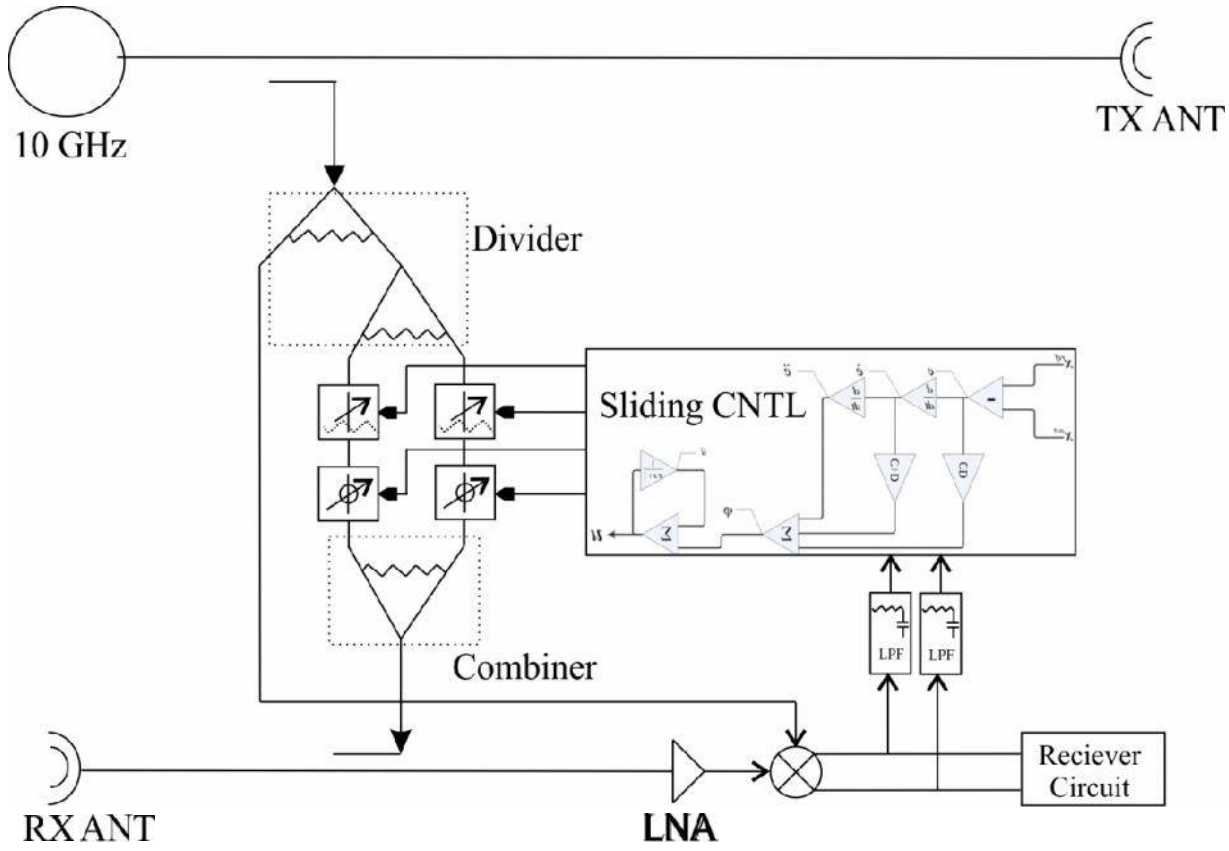
$$e_t = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 \end{bmatrix}^T \in \Re^2, \quad e_i = x_{d_i} - x_i \quad \text{and} \quad G \subset \begin{bmatrix} C & 1 \end{bmatrix} \quad \text{with} \quad C \in \Re.$$

معادله کنترلی عبارت است از:

$$u = \tilde{u} + K \cdot \left(DCe + (D + C)\dot{e} + \ddot{e} \right)$$

$$u = \tilde{u} + K \cdot \varphi$$

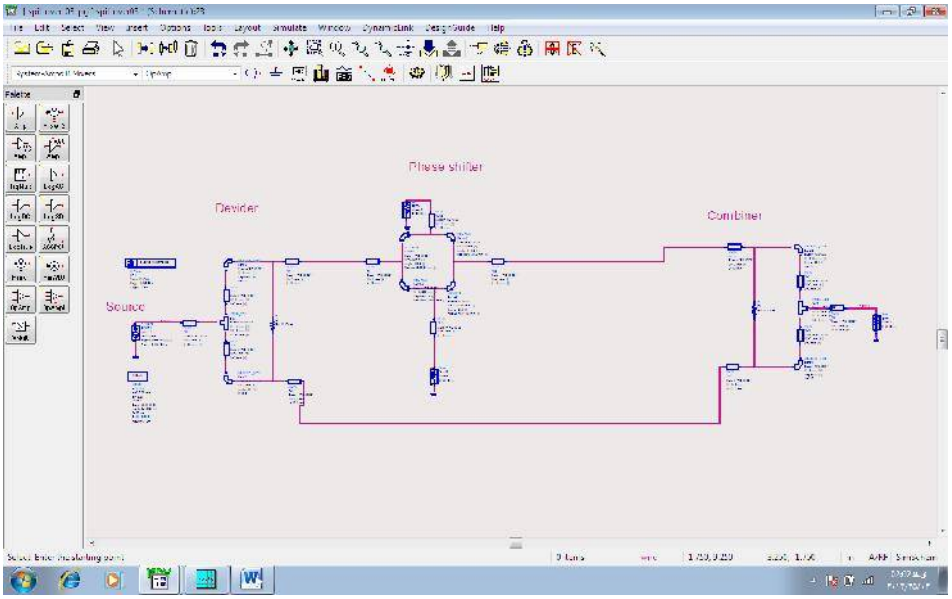
بلوک دیاگرام کلی سیستم:

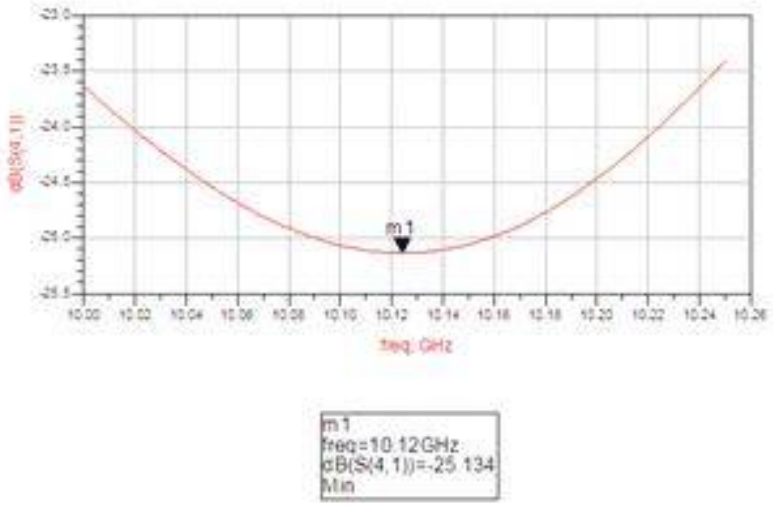


توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

انتخاب عملگرها:

فرامین کنترلی با استفاده از عملگرهای شیفت فاز و تضعیف کننده، و همچنین انتخاب سیگنال **Carrier** اصلی و تزریق آن به سیگنال دریافتی عمل می کنند. شبیه سازی انجام شده برای عملگر شیفت فاز (بدون کنترلر) انجام گرفته است که نتایج آن به قرار زیر می باشند:



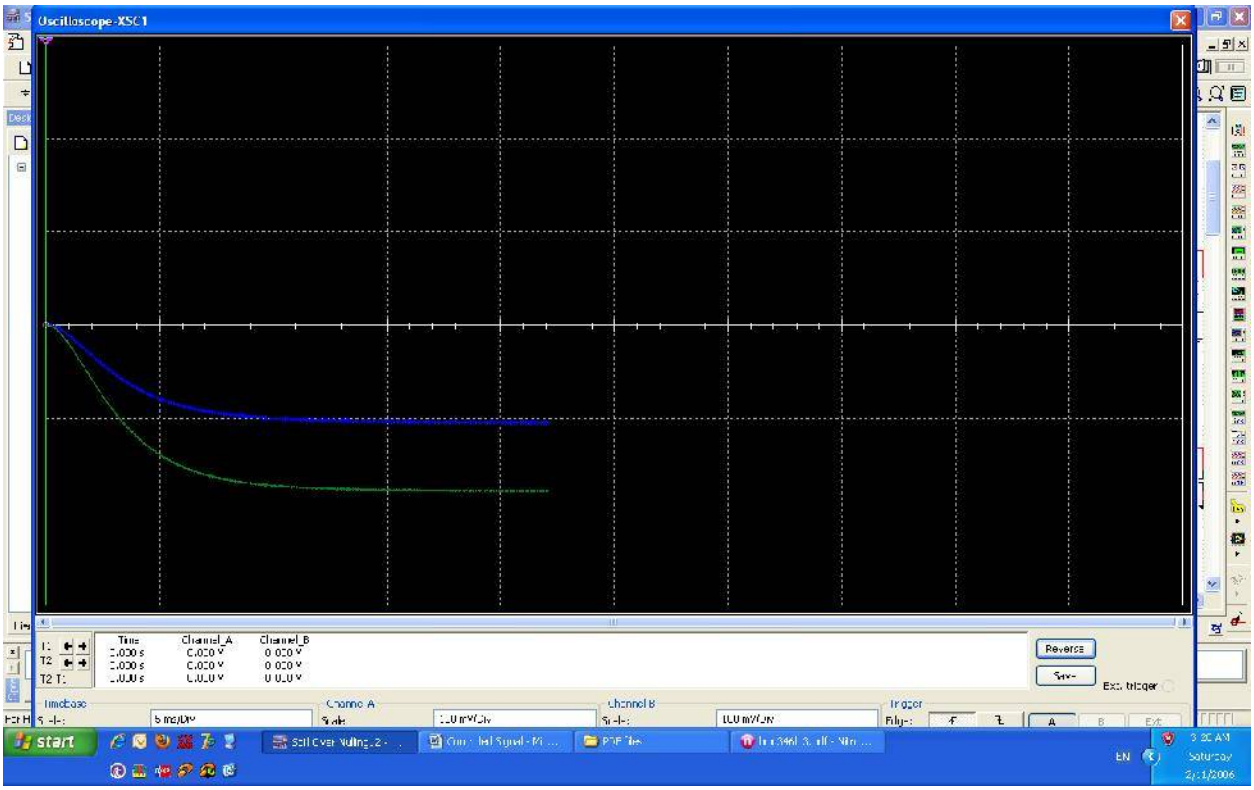


اگر توان ورودی **0dBm** باشد بعد از تزریق سیگنال کنترل شده **24dBm** ضعیفتر می شود.

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

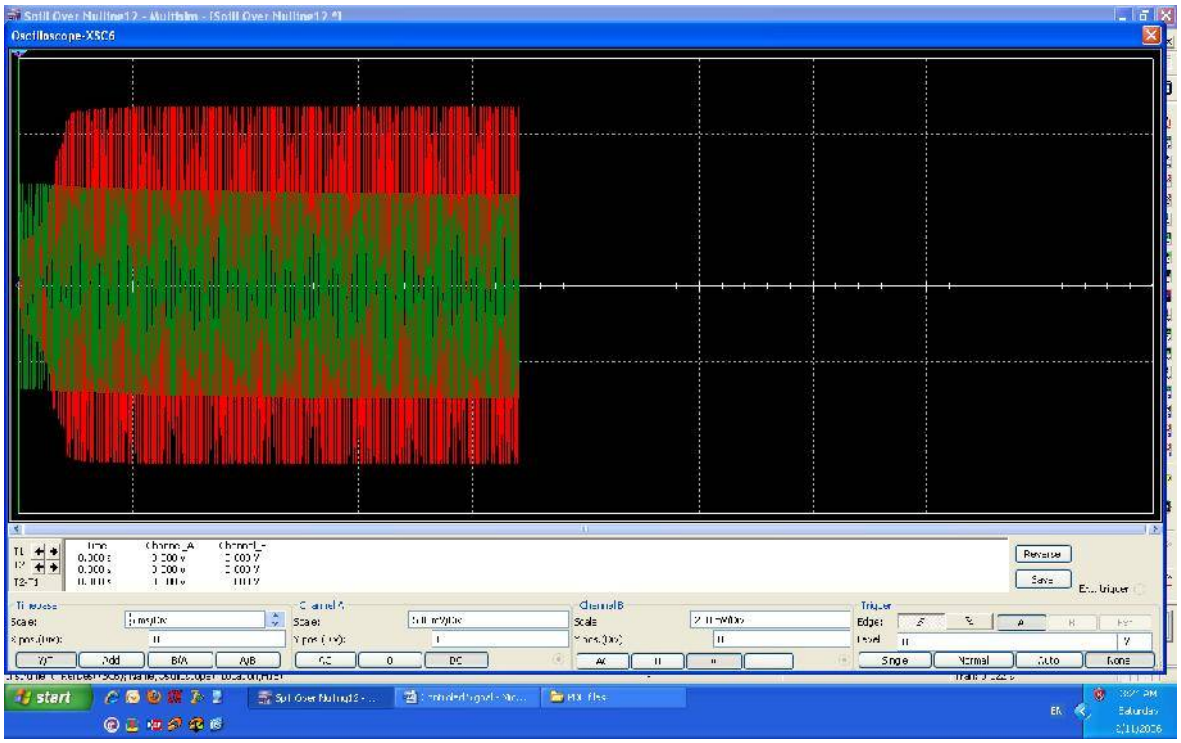
نتایج شبیه سازی کل سیستم به همراه کنترلر و عملگرها:

در صورت عدم اعمال کنترلر خروجی سیستم به شکل زیر می باشد:

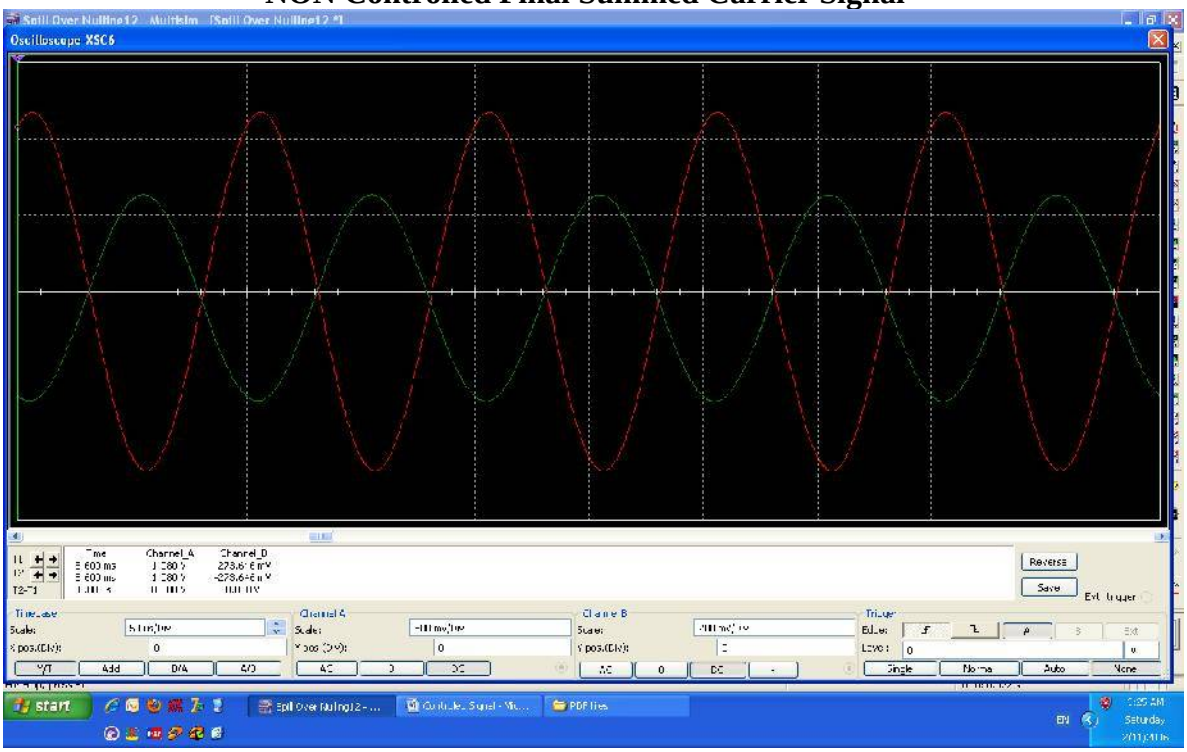


NON Controlled INPUT Signals

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.



NON Controlled Final Summed Carrier Signal

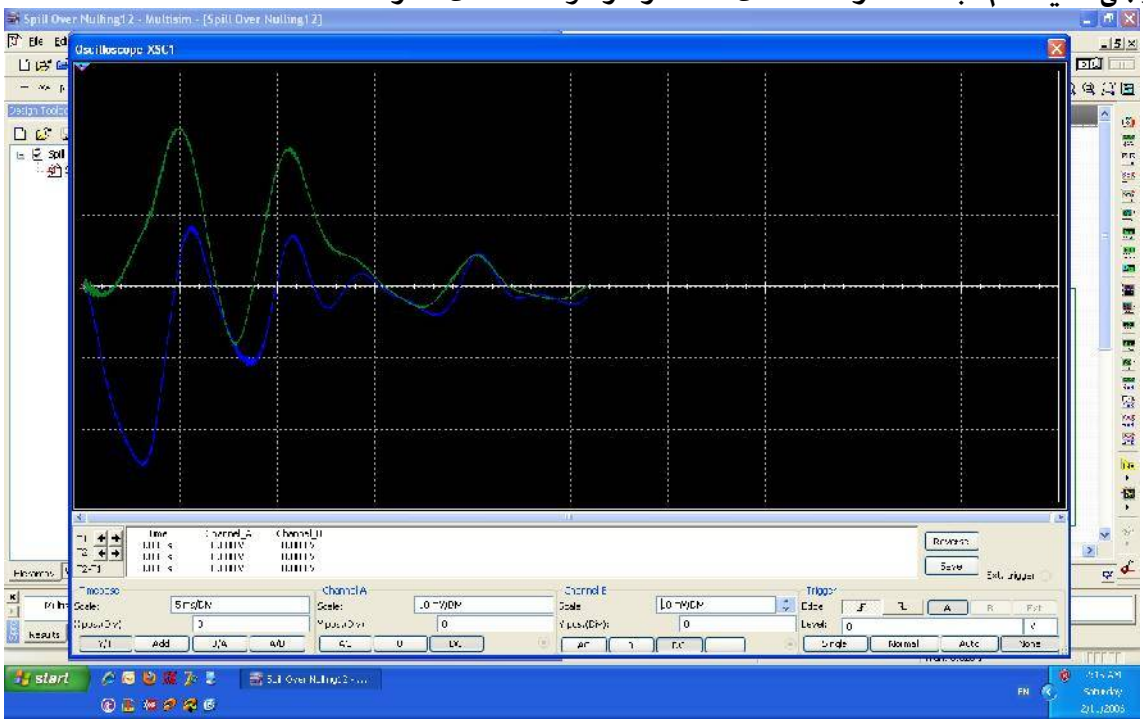


ZOOM
NON Controlled Final Summed Carrier Signal

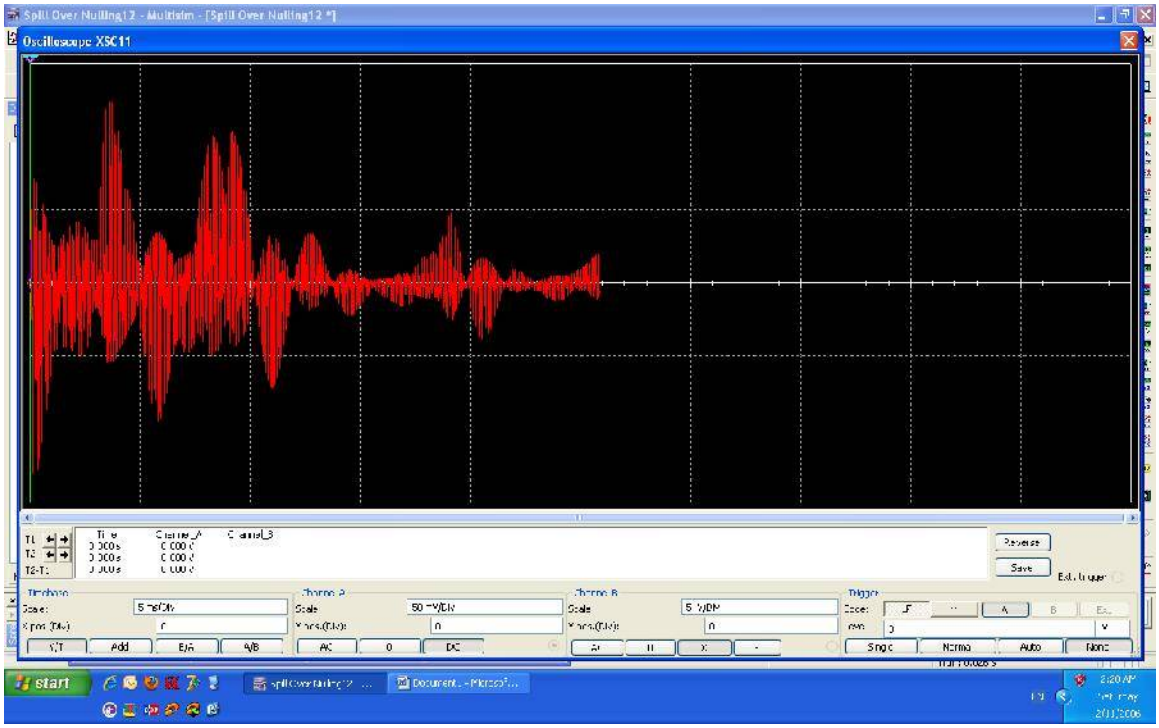
توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

فیدار سیستم پویان

خروجی سیستم بعد از اعمال کنترلر و اعمال گرها:

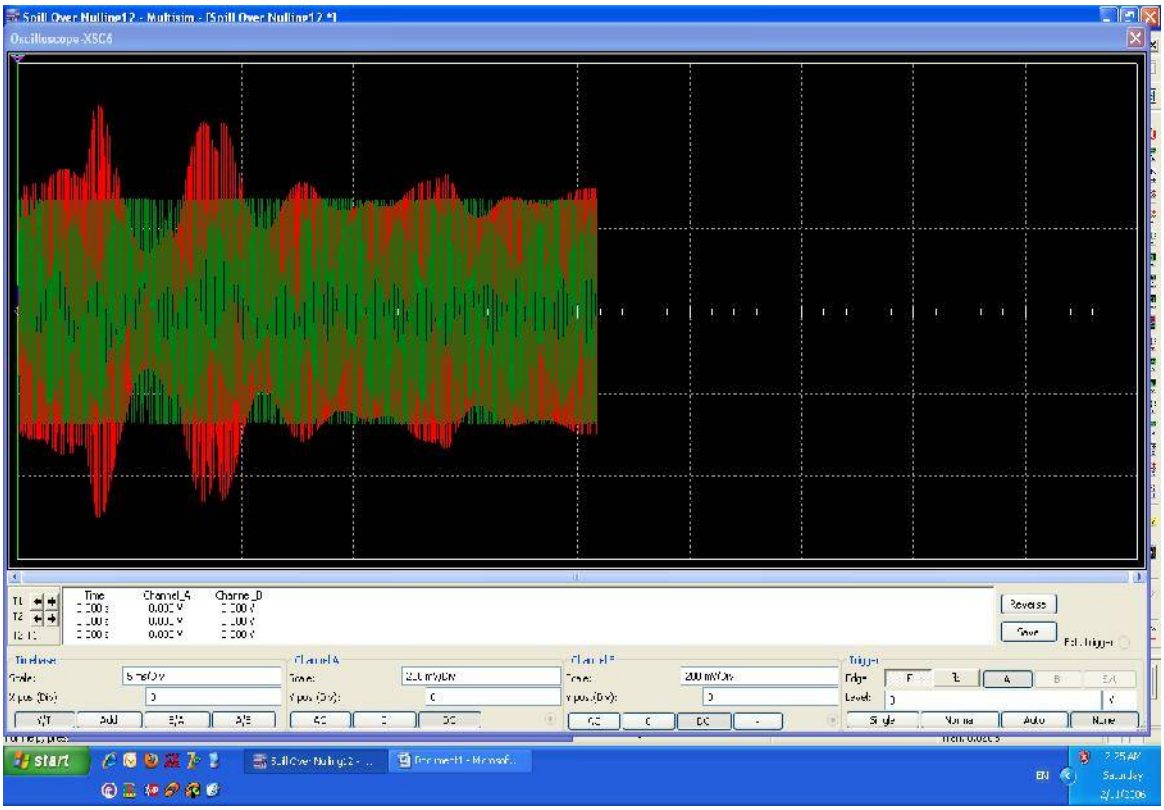


Controlled INPUT Signals

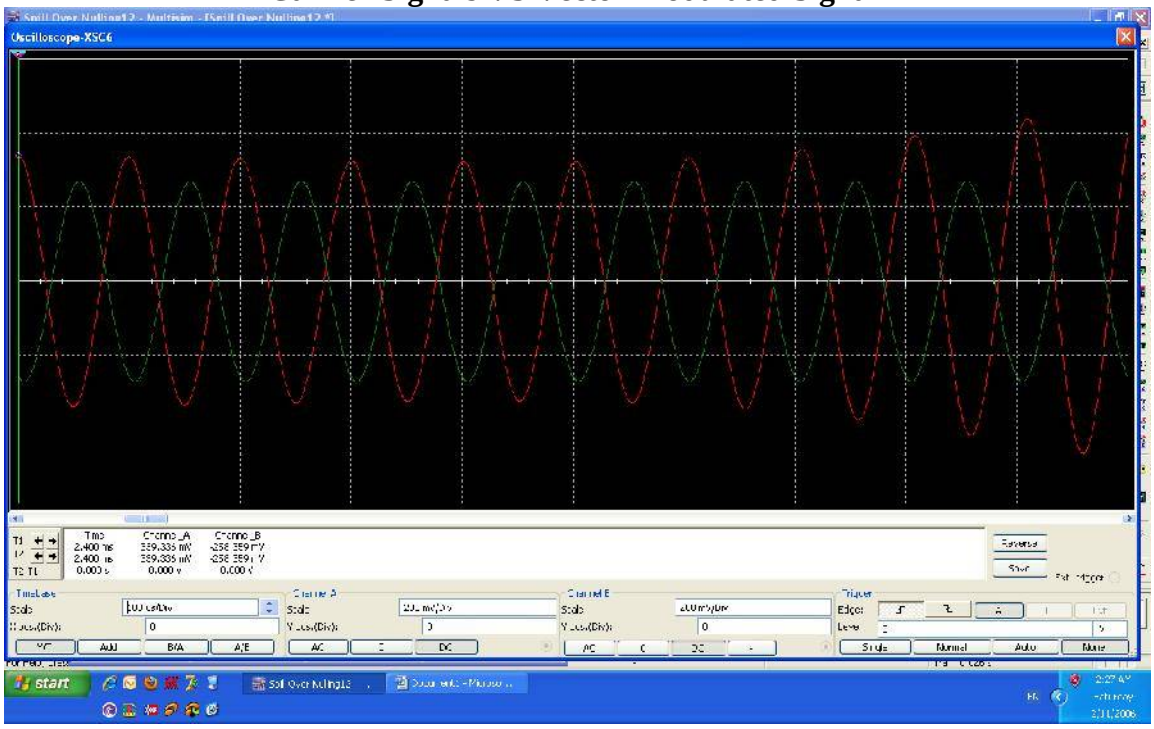


Final Summed Carrier Signal

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.



Carrier Signals VS Vector Modulated Signal



ZOOM

Carrier Signals VS Vector Modulated Signal

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

فیدار سیستم پویان

طراحی و ساخت انواع مدارات آنالوگ و دیجیتال شامل:

- **مدارات آنالوگ RF و باند پایه**
- **مدارات RF باند 8GHz تا 12GHZ**
- **مدارات RF باند 1GHz تا 3GHZ**
- **طراحی و ساخت مدارات آنالوگ جهت تغذیه خطی ، تقویت و ...**
- **طراحی و ساخت انواع پردازنده های دیجیتال بر پایه FPGA و DSP**
- **طراحی و ساخت انواع مدارات اینترفیس آنالوگ و دیجیتال**

آدرس:

تهران ، میدان آرژانتین، خیابان احمد قصیر (بخارست)، کوچه دوازدهم، پلاک ۲۱، طبقه ۲

کد پستی : ۱۵۱۴۷۴۸۶۱۳ تلفن: ۸۸۵۱۶۸۵۶–۸۸۵۱۵۵۷۲–۰۲۱

www.cintix.ir
info@cintix.ir

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.

توجه: تمامی حقوق مقالات ارائه شده محفوظ است. خواهشمند است در صورت کپی برداری، منبع آن را نیز ذکر نمایید.