# Enhancement of Non-Coherent BFSK Receiver Using DSP Techniques

**Ph.D. Thesis Submitted by**

**Mohammed Ahmed Shakir**

**To**

**The Council of the college of Engineering**

**University of Mosul**

**In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of**

**Doctor of Philosophy**

**In**

**Computer Engineering**

**Supervised by**

**Dr. Bayez K. AL-Sulaifanie**

**Assistant professor**

**March 2007 A.D.** **Rabie Althani 1428 A.H.**

# Abstract

Digital receiver is an interesting field in the world of the wireless industry, it is included in commercial and defense products. Digital communication circuits use programmable digital devices to perform the signal processing necessary to transmit and receive baseband information at radio frequency. Digital signal processors (DSP's) use suitable software to provide the digital receivers with the required signal processing functionality. This technology offers greater flexibility and potentially for a longer product life since digital receiver has the ability to be upgraded effectively with low cost.

Digital modulation based on frequency shift keying (FSK) is widely used in high frequency data communication. The simplicity in the implementation is the main reason for its popularity. Since noncoherent detection is possible, additional components such as recovery circuits are not necessary as required in other types of modulation techniques. In addition, FSK is robust to noise and phase synchronization error that present in a high frequency communication environment due to multipath fading.

A non-coherent binary frequency shift keying (BFSK) digital receiver is proposed and implemented. The receiver architecture is based on subsampling technique, one bit data processing, discrete Fourier transforms (DFT) and discrete wavelets transform (DWT). It can support different data rates, such as 100b/s, 1kb/s, and 10kb/s.

A novel technique is proposed to simplify the noncoherent receiver architecture. A single point DFT is used to detect the information symbols. In addition, the Geortzel algorithm is used which is proved to be more efficient to calculate DFT.

A new concept is applied to low data rates, such as 100b/s and 1kb/s. The down conversion process is performed by using the DWT with Haar filter instead of conventional direct digital frequency synthesizer DDFS.

MATLAB programs and SIMULINK modules have been used to simulate and test the performance of the system for a wide range of signal to noise (S/N) ratio. Simulation results have shown that for the BER of $10^{-4}$, envelope detector requires approximately 6dB more than the proposed receiver. So an enhancement of 6dB is achieved.

The Texas instruments TMS320C6711-DSK starter kit with its companion software "Code Composer Studio" are utilized to implement and execute the real time non-coherent digital receiver.

# المستخلص


المستلم الرقمي هو ميدان مفيد في عالم صناعة الانظمة اللاسلكية , حيث انه يستخدم في الأجهزة التجارية والعسكرية. المستلم الرقمي يستخدم نبائط رقمية قابلة للبرمجة لتنجز معالجة الاشارة اللازمة لارسال واستلام اشارة المعلومات عند الترددات الراديوية. تستخدم معالجات الاشارة الرقمية برامجيات ملائمة لتدعم المستلمات الرقمية بالقابلية اللازمة لمعالجة الاشارة, حيث أعطت هذه التقنية مرونة عالية وعمر اطول للمنتوج كون المستلم الرقمي يمكن تحديثه وبكلفة قليلة.

التضمين الرقمي المعتمد على ازاحة التردد المفتاحي (FSK) شائع الاستخدام في نقل البيانات عند الترددات العالية. سهولة تنفيذ هذا النوع من المستلمات الرقمية هو السبب الرئيسي في انتشارها. ولكون الكشف غير المتزامن للبيانات ممكن في هذا النوع من التضمين الرقمي, فإن بعض الدوائر المطلوبة لكشف البيانات في الانواع الاخرى من التضمين الرقمي تكون غير ضرورية. وبالإضافة الى ذلك فإن ازاحة التردد المفتاحي (FSK) يكون محصناً من الضوضاء وخطأ تزامن الطور الذي يكون ملازماً لبيئة اتصالات الترددات العالية.

تم اقتراح وتنفيذ مستلم رقمي من نوع التضمين الرقمي المعتمد على ازاحة التردد المفتاحي الثنائي (BFSK) غير المتزامن. بنية المستلم الرقمي الجديد يعتمد على تقنية النمذجة الدونية, المعالجة بإستخدام بت واحد, تحويلة فورير للإشارات غير المستمرة وتحويل الموجة للإشارات غير المستمرة. ويتقبل المستلم الجديد بيانات بسرعة تدفق مختلفة وهي 100b/s, 1kb/s و10kb/s.

تم اقتراح تقنية جديدة لتبسيط بنية المستلم الرقمي غير المتزامن. استخدمت نقطة واحدة من تحويلة فورير للإشارات غير المستمرة لكشف رموز المعلومات, حيث تم استخدام خوارزمية كيرتزل في حساب نقطة الطيف المطلوبة. تم تطبيق مفهوم جديد بخصوص البيانات ذات تدفق 100b/s و1kb/s. عملية تغيير التردد للإشارة المستلمة تمت بإستخدام تحويل الموجة للإشارات غير المستمرة بالإستعانة بمرشح هار بدلاً من مركب التردد الرقمي المباشر (Direct Digital Frequency Synthesizer).

تمت عملية المحاكاة والتحقق من اداء المستلم الرقمي المصصم ولمدى واسع من تغير نسبة (S/N) بكتابة برامج MATLAB وانشاء موديلات SIMULINK.نتائج المحاكاة أظهرت بأن المستلم من نوع كاشف الغلاف يحتاج الى 6dB اضافية مقارنة مع المستلم المصمم وعند $BER=10^{-4}$ . وعليه فأن مقدار التحسين يبلغ 6dB تقريبا.

تنفيذ وتشغيل المستلم الرقمي المقترح تمت بالإستفادة من العدة المجهزة من قبل شركة تكساس ( TMS320C6711-DSK starter kit) والبرنامج الحاسوبي

.(Code Composer Studio)

# تحسين أداء مستلم ازاحة التردد المفتاحي الثنائي غير المتزامن باستخدام تقنيات معالجة الاشارة الرقمية


أطروحة تقدم بها

**محمد أحمد شاكر**


إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

كجزء من متطلبات شهادة دكتوراه فلسفة في

هندسة الحاسبات


بإشراف

**د. بايز خورشيد محمد السيلفاني**

**أستاذ مساعد**


ربيع الثاني/1428 أذار/2007