

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ  
FES**



**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr : **HAMDAOUY Ridouane**

Soutiendra : le **28/12/2019** à **09 H 30**

Lieu : **Centre de Conférences**

**Une thèse intitulée :**

***Méthodologie de conception des dispositifs radiofréquences à base des résonateurs actifs  
en technologie CMOS sous le process TSMC13RF130nm.***

**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD** : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

**Spécialité** : Génie électrique

	<b>NOM ET PRENOM</b>	<b>GRADE</b>	<b>ETABLISSEMENT</b>
<b>Président</b>	Pr. BOUMHIDI Ismail	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Directeur de thèse</b>	Pr. SLAOUI Khadija	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Rapporteurs</b>	Pr. GHAMMAZ Abdelilah	PES	Faculté des Sciences et Techniques - Marrakech
	Pr. BELAHRACH Hassan	PES	Ecole Royale de l'Air - Marrakech
	Pr. QJIDAA Hassan	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Membres</b>	Pr. LAHBABI M'hamed	PES	Faculté des Sciences et Techniques Sais - Fès
	Pr. TISSIR El Houssaine	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr. LAGRAT Ismail	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées - Kénitra

## Résumé :

L'avènement des résonateurs actifs réalisés à base des gyrateurs-C à transistors MOS ou à OTA a changé la méthodologie de conception des systèmes analogiques à inductance spirale, notamment les dispositifs d'émission-réception radiofréquences (RF).

Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire ont pour but de substituer les inductances spirales (encombrantes et de facteur de qualité constant) des filtres et des oscillateurs contrôlés par tension (VCO) RF à des résonateurs actifs reconfigurables (présentent des caractéristiques programmables, contrôlées par une grandeur externe) adaptés à plusieurs standards.

Les thèmes discutés dans cette thèse peuvent être résumés en 5 parties :

♣ Après un rappel d'une variété de structures de résonateurs actifs MOS, nous avons proposé une nouvelle topologie d'inductance active différentielle MOS (DAI: differential active inductance). La DAI est dotée d'un circuit de compensation des pertes mixtes du résonateur, et dispose de 3 éléments de réglage permettant de l'accorder en fréquence de résonance, et en facteur de qualité.

♣ Dans la seconde partie, nous avons implémenté un filtre différentiel passif, passe bande RF à base de l'inductance active de Yue Wu. Le filtre est placé entre deux étages d'adaptation et présente deux sources de contrôle, permettant de le reconfigurer en fréquence centrale et en sélectivité.

♣ Dans la même optique, nous avons appliqué le principe d'élargissement de la bande passante par la technique de compensation en fréquences à un filtre passe bande à résonateur actif et à port unique GAI (grounded active inductance).

♣ Dans la 3ème partie, nous avons exposé une nouvelle topologie d'un gyrateur-C à base de 3 OTA (amplificateur opérationnel à transconductance), résonant aux moyennes fréquences (MHz). Cette étude est suivie par la synthèse d'un filtre passif, passe bande à base d'un résonateur à OTA. Le filtre est programmable en fréquence centrale et en bande passante.

♣ La partie finale est dédiée à la conception des VCO de type LC à résonateur actif. Nous avons remémoré les structures à référence commune GLCO (grounded LC oscillator) et différentielle à couplage croisé (crossed-coupled oscillator) des VCO à inductance spirale.

Nous avons proposé une nouvelle architecture d'un VCO différentiel de type LC à résonateur actif à large bande d'accord (étendu de la bande d'accord = 2.5 GHz). Le VCO est muni d'une impédance négative active MOS ajustée de façon à vérifier le critère d'oscillation de Barkhausen. De même, le VCO dispose d'une tension de contrôle permettant de le programmer en fréquence d'oscillation et en bruit de phase.

Les simulations des implémentations proposées sont réalisées sous l'outil cadence virtuoso et le process tsmc13rf 130nm.

## Mots clés :

gyrateur-C, résonateur actif, inductance active différentielle accordable en fréquence de résonance et en facteur de qualité, filtre reconfigurable en fréquence centrale et en sélectivité, OTA, VCO à large bande d'accord, programmable en fréquence d'oscillation et en bruit de phase.

# Radiofrequency device design methodology based on active resonators in CMOS technology under the TSMC13RF 130nm process.

## Abstract :

Active resonators based on OTA or MOS transistors-C gyrators has changed the methodology of conception of analog systems with spiral inductance, especially radiofrequency (RF) transceiver devices.

The goal of the research work presented in this thesis is to replace the spiral inductors (that are bulky and of constant quality factor) of voltage-controlled (VCO) RF filters and oscillators with reconfigurable active resonators (that have programmable characteristics, controlled by an external parameter) adapted to several standards. The topics discussed in this thesis can be summarized in 5 parts :

♣ After a brief report on a variety of active MOS resonator structures, we have proposed a new MOS differential active inductance (DAI) topology. The DAI is equipped with a compensation circuit of mixed losses of the resonator, and has 3 setting elements for tuning the resonant frequency and quality factor.

♣ In the second part, we have implemented a passive differential filter, RF bandpass based on the active inductance of Yue Wu. The filter is placed between two adaptation stages and has two sources of control, making it possible to reconfigure it in central frequency and selectivity.

♣ In the same way, we have applied the principle of bandwidth widening by the frequency compensation technique to an active resonator bandwidth filter with a single port GAI (grounded active inductance).

♣ In the third part, we have reported on a new topology of a 3 OTA based C- gyrator (transconductance operational amplifier), resonating at medium frequencies (MHz). This study is followed by the synthesis of a passive filter, pass band based on an OTA resonator. The filter is programmable in central frequency and in pass band.

♣ The last part is dedicated to the conception of LC type VCOs with active resonators. We have have given a brief recall on structures with common reference GLCO (grounded LC oscillator) and differential cross-with coupled oscillator (VCO) of spiral inductive VCOs.

We proposed a new architecture of differential VCO of LC-type with an active resonator over a wide tuning band (2.5 GHz). The VCO is equipped with an active negative impedance MOS adjusted in a such manner to verify the Barkhausen oscillation criterion. Likewise, the VCO has a control voltage that permits programing it in oscillation frequency and a phase noise.

The simulations of the proposed implementations are performed with the help of the virtuous cadence tool and the tsmc13rf 130nm process.

## Key Words :

C-gyrator, Active resonator, Differential active inductance accordable in resonance of frequency and in quality factor, Reconfigurable filter in central frequency and selectivity, OTA, Programmable Broad band VCO in oscillation frequency and in phase noise.