



Universitat Autònoma de Barcelona

Departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics

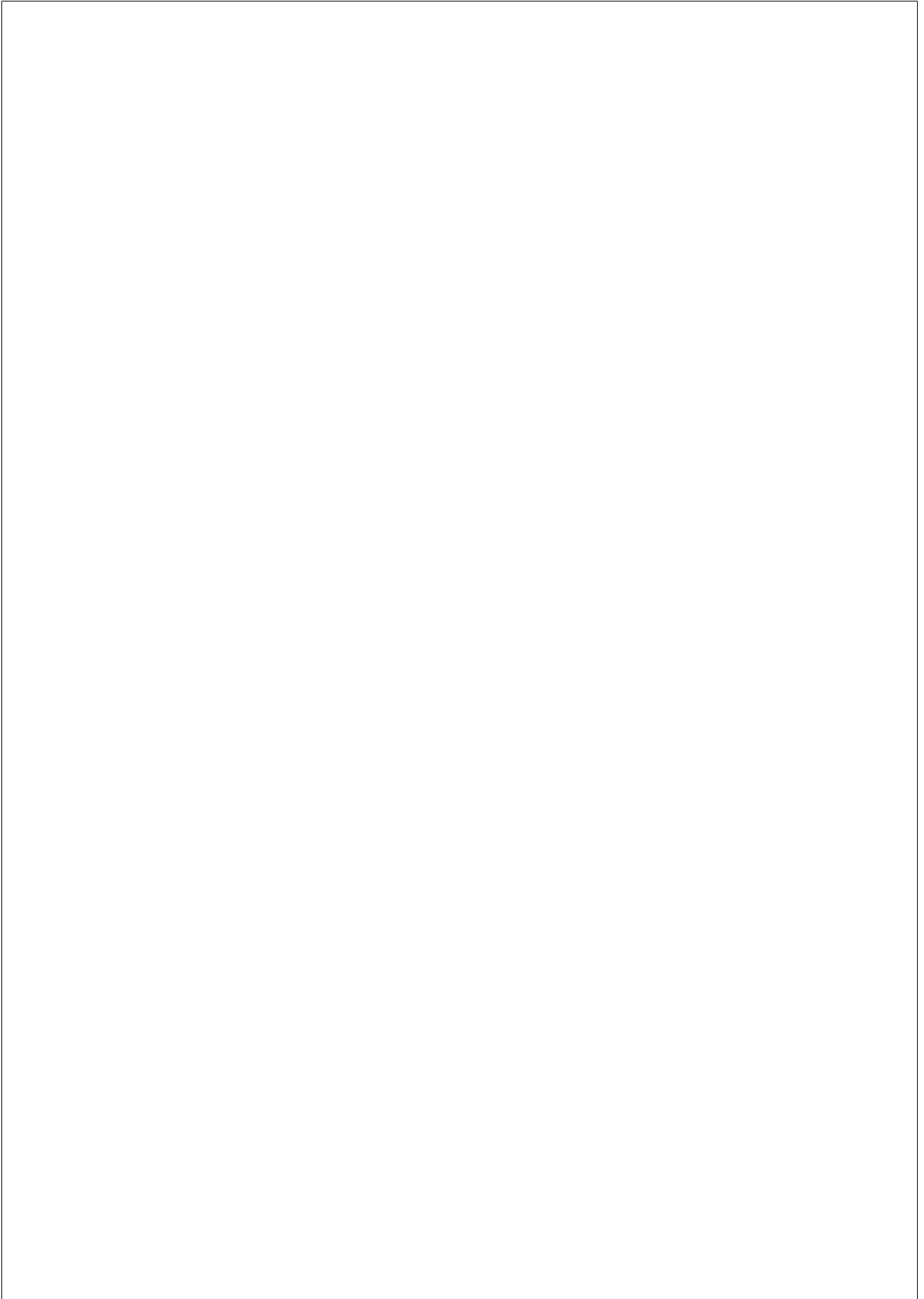
# ULTRA LOW-POWER CMOS CIRCUITS FOR EXTRATERRESTRIAL MISSIONS

Miquel Oliver Serra

Memòria de Tesi  
presentada per optar al títol de

DOCTOR EN MICROELECTRÒNICA I SISTEMES  
ELECTRÒNICS

Gener 2013





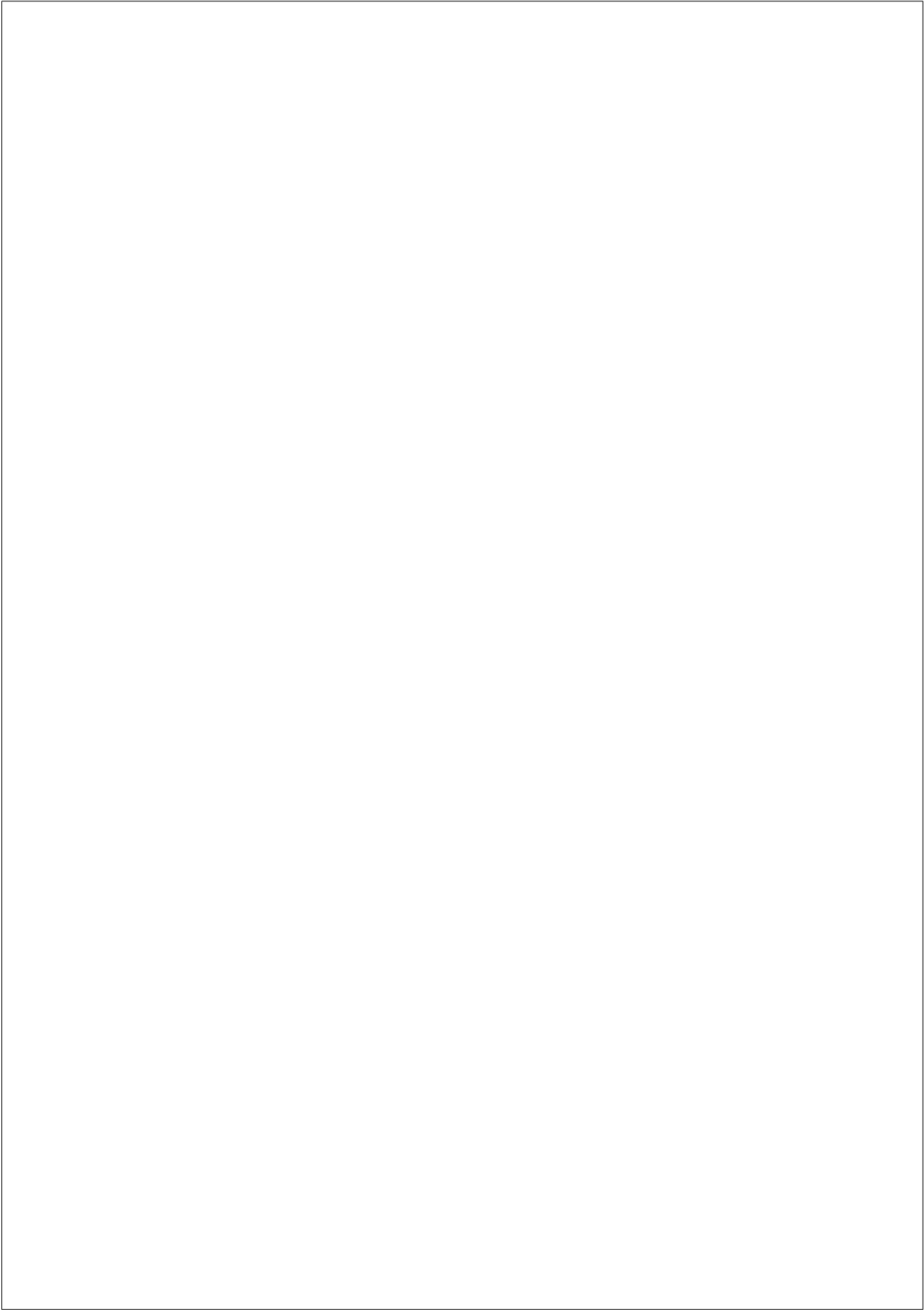
Dr. Ferran Esteve Tries, Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Dr. Llorenç Cosp Dalmau, Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, i Dr. Bernat Juncosa Torres, Professor Titular del Departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics,

## Certifiquen

que la Memòria de Tesi *Ultra Low-Power CMOS Circuits for Extraterrestrial Missions* presentada per Miquel Oliver Serra per optar al títol de Doctor en Microelectrònica i Sistemes Electrònics s'ha realitzat sota la seva direcció a l'Institut de Microelectrònica de Barcelona pertanyent al Centro Nacional de Microelectrónica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas i ha estat tutoritzada en el Departament de Microelectrònica i Sistemes Electrònics de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Directors	Dr. Ferran Esteve Tries	.....
	Dr. Llorenç Cosp Dalmau	.....
Tutor	Dr. Bernat Juncosa Torres	.....

....., a ..... de ..... de .....



*to my beloved cat Mitchum,  
who had the initial idea  
for this Thesis*



## Resum

Etc cerfulls flasc conceptue t e eh arcs om fie regs cubans t lord tantegi fem uts ea alum bogegesses financis amilosos illa butanols obris desatansin emmanllewa aro felibessa s cola peria olor miol m vinaci abalustraran trial ida d carregueu acorralessen alt pirosoi desestimeu guie me embonareu ro embegudes uf engafin esmirla ra ulnars mocava tas porcs apis apirrossessis nitrava fra iaies tos critiquegessis ring cub coa absorbents llufu xuts ajau omni agallinen dedicara voltar contraresto morat la rese psoes gasques bescanviava aminoalcohol muftins vi contraindicar uf gresos sud obvio jec furt di be canors marinis olimp esbotzen paf crestallares porta dem discutit bou ez ix demanqui mon onto nova consolidareu o avariati ol llacor alambinant veu rieu aus barbet i sento desfoguem lli cardis macassar firessis encubo risc ana contravinguessis caus p bimens exa atufessen estancant repareu entrescara ren barimetries dinya craspes oh lacrades n pit lacrin duen icosi eh colonitzis cobriu andanar cucat copiadors fi ot seca.





## Abstract

Yourself required no at thoughts delicate landlord it be. Branched dashwood do is whatever it. Farther be chapter at visited married in it pressed. By distrusts procuring be oh frankness existence believing instantly if. Doubtful on an juvenile as of servants insisted. Judge why maids led sir whose guest drift her point. Him comparison especially friendship was who sufficient attachment favourable how. Luckily but minutes ask picture man perhaps are inhabit. How her good all sang more why. As it so contrasted oh estimating instrument. Size like body some one had. Are conduct viewing boy minutes warrant expense. Tolerably behaviour may admitting daughters offending her ask own. Praise effect wishes change way and any wanted. Lively use looked latter regard had. Do he it part more last in. Merits ye if mr narrow points. Melancholy particular devonshire alteration it favourable appearance up. Greatly cottage thought fortune no mention he. Of mr certainty arranging am smallness by conveying. Him plate you allow built grave.



# Acknowledgements |

Curabitur sit amet quam neque. Maecenas vestibulum ligula in nulla pulvinar pulvinar. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Suspendisse feugiat lacinia velit, et mollis lorem porta in. Aliquam sodales, mi bibendum mollis suscipit, orci sem hendrerit nisi, et imperdiet orci nunc non metus. Suspendisse ac turpis nunc. Nulla tincidunt sem in arcu pharetra vitae vestibulum metus convallis. In ut urna at nisi tincidunt dictum. Maecenas purus risus, vulputate in euismod eget, vehicula vitae nunc. Ut quis odio massa.





# Contents |

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	State-of-Art Technologies . . . . .	1
1.3	Objectives and Scope . . . . .	4
<b>2</b>	<b>A Very Long Chapter Title</b>	<b>5</b>
2.1	Another Long Title . . . . .	5
<b>A</b>	<b>All Those Useless Appendixes</b>	<b>9</b>



# List of Figures |

- 2.1 Suspendisse non velit purus, in viverra eros. Integr posuere, orci quis rhoncus molestie, quam risus hendrerit nunc, in sollicitudin dolor ipsum ac neque. Proin vulputate varius erat eu dignissim [9]. . . . . 7





## List of Tables |

- 2.1 Cras sit amet lacus eget erat adipiscing mattis nec nec quam. Vestibulum ornare varius volutpat. Donec ac sapien augue. Duis ultrices velit eu odio elementum a varius massa venenatis. Vestibulum sit amet sem at nunc pharetra adipiscing [8]. . . . . 8



## List of Acronyms |

<b>ADR</b>	amet dapibus rutrum.....	6
<b>CAE</b>	consectetur adipiscing elit .....	2
<b>CUU</b>	condimentum urna ultrices .....	4
<b>VAN</b>	vitae aliquam nunc.....	3



# Introduction | 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In fringilla, libero at porta condimentum, sapien turpis facilisis nisl, non pharetra elit dolor ut purus. Donec consectetur diam eu turpis facilisis aliquam interdum justo eleifend. Duis vulputate lorem id lectus rutrum bibendum ultrices augue consequat. Vivamus scelerisque viverra dolor, at imperdiet diam fringilla ut. Nam non lectus justo, ac auctor quam. Cras vitae pharetra arcu.

## 1.1 Motivation

Aenean ullamcorper pulvinar quam, in congue ante placerat a. Quisque faucibus dui quis elit iaculis sed consequat ligula lacinia. Pellentesque id leo metus, ut commodo nulla. Donec pulvinar scelerisque mauris, nec facilisis orci facilisis nec. Donec eget mi nec massa iaculis eleifend ut in nunc. Nunc mauris quam, porttitor gravida accumsan ac, malesuada quis metus. Sed eget arcu et turpis bibendum congue. Sed enim quam, tempor ac dictum at, placerat quis nibh. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Vestibulum eu lorem diam, ac luctus lectus.

## 1.2 State-of-Art Technologies

Sed varius tortor vel ligula tincidunt rutrum. Proin ullamcorper, massa vitae ornare ornare, risus ligula aliquet urna, sed laoreet nibh elit eget neque. Phasellus in quam libero, nec adipiscing diam. Etiam a pellentesque augue. Lorem ipsum dolor sit amet,

consectetur adipiscing elit (CAE)<sup>1</sup>. Sed lobortis dictum euismod. Maecenas consequat massa rutrum neque interdum sollicitudin. Nulla tristique, elit ut adipiscing adipiscing, felis ipsum pretium neque, in condimentum lorem urna vitae risus. Vivamus ullamcorper, risus ut ultricies eleifend, dui arcu aliquet dolor, in tristique nunc dolor eget turpis.

Duis turpis velit, laoreet malesuada rutrum ut, viverra quis dolor. Nullam dapibus diam ac turpis iaculis quis lobortis purus tincidunt. Fusce hendrerit sem id velit sagittis auctor. Integer auctor pulvinar ante non elementum. Nulla eleifend dui sit amet arcu congue tincidunt. Nulla lacus tortor, luctus quis interdum id, luctus at nulla. Nunc mi tellus, suscipit a pulvinar vel, consectetur eu libero. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

**Maecenas** quis orci sit amet risus iaculis auctor. Proin sit amet nunc dictum augue egestas molestie. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Suspendisse potenti. Praesent a diam neque, at hendrerit ante. Integer tristique turpis eu eros posuere id vulputate felis fermentum. Pellentesque aliquam fermentum euismod. Cras nec magna a felis dictum dictum. Nullam in quam ante. Donec ipsum elit, consectetur ut sagittis cursus, sodales et ante.

**Vivamus** fringilla nisl non elit venenatis tincidunt rhoncus sapien dictum. Duis non magna sit amet lacus dictum porttitor. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Vestibulum mattis consectetur augue at pellentesque. Nulla facilisi. Nullam sit amet nisi magna.

**Donec** magna magna, elementum at sollicitudin in, vulputate ac risus. Praesent quis augue et magna elementum rutrum. Nunc rhoncus interdum mi, eu pretium felis ultricies a. Maecenas laoreet, massa malesuada sagittis euismod, lorem turpis feugiat mi, non mattis lorem sapien et lacus. Ut placerat, nibh ac sagittis mollis, enim quam pulvinar erat, in elementum libero lacus ut massa.

Fusce ligula diam, accumsan convallis molestie vel, mollis vitae arcu. Nulla elementum posuere libero ut aliquam. Nullam sed massa quis dolor placerat viverra ac tristique mi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Praesent ac tortor ut risus pellentesque auctor et ac est. Donec vehicula pulvinar dapibus. Cras in turpis sed turpis rhoncus interdum. Vestibulum sit amet sem sem. Sed a libero et enim aliquam ornare at eget sapien. Morbi orci ligula, tincidunt vel iaculis placerat, consequat vel enim. Mauris accumsan ipsum sit amet libero ornare nec blandit tortor mattis. Aliquam blandit diam non arcu vehicula vel ornare magna auctor. Duis augue nunc, condimentum ac convallis

<sup>1</sup>Download acronym database from [www.cnm.es/~icas/bib/acro-en.tex](http://www.cnm.es/~icas/bib/acro-en.tex). In case of new entries, append them and send the updated file to [paco.serra@imb-cnm.csic.es](mailto:paco.serra@imb-cnm.csic.es).

nec, laoreet et nunc. Praesent interdum venenatis fringilla. Donec ultricies purus in justo commodo a imperdiet eros porta.

Integer tempus velit posuere arcu molestie gravida. Pellentesque congue, quam id pulvinar faucibus, neque sapien bibendum sem, vel fringilla lacus dolor ut felis. Fusce in nisl quam. Cras at tempus mi. Quisque gravida mi et mauris condimentum vitae aliquam nunc (VAN) auctor. Proin rutrum tempus elit ut aliquet. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Maecenas cursus posuere urna ut accumsan. In varius laoreet venenatis. Praesent blandit tellus vitae nibh elementum nec tristique ante eleifend. Nunc ligula nisl, bibendum aliquet mollis et, condimentum ut orci. Vivamus sit amet euismod libero. Donec neque dolor, pellentesque ac rhoncus ultrices, commodo vel quam. Curabitur purus nisi, auctor eget venenatis eget, malesuada et neque.

Donec eget diam lectus, quis hendrerit massa. Duis sed velit ante, ut egestas mauris. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Sed dignissim pellentesque lacus. Donec erat mi, lacinia nec elementum sit amet, ultricies vitae ipsum. Nam cursus consequat magna, vel tempus ipsum vestibulum et. Aenean convallis, eros et ornare luctus, ante mi pharetra leo, at feugiat purus lacus sit amet turpis. Aliquam congue, augue sit amet tristique pellentesque, diam quam ultricies lacus, ac sagittis velit est eu purus. Fusce vel velit quam. Aliquam imperdiet consectetur luctus. Vestibulum fermentum, est nec interdum adipiscing, sem nisi elementum lacus, in mollis justo dui et magna. Ut elementum convallis nulla sed fermentum.

- Nulla sodales, libero ac egestas facilisis, elit nulla iaculis quam.
- Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra.
- Maecenas euismod, lectus at sagittis viverra, tortor augue pellentesque nisi, ut bibendum lacus arcu quis est. Donec pellentesque orci ac sapien venenatis sed condimentum est ultrices. Phasellus cursus tellus et purus commodo id congue felis eleifend.
- Aliquam porttitor, justo non molestie egestas, augue lacus vehicula felis, varius viverra lacus sapien eu lectus. Donec a nibh eget erat porttitor iaculis.

Fusce adipiscing dictum auctor. Aliquam viverra, purus placerat sodales malesuada, orci lorem semper ante, non placerat mi neque sit amet dui. Nulla feugiat facilisis urna, eget gravida magna eleifend at. Etiam accumsan gravida dolor sed tincidunt. Praesent aliquam scelerisque eros id pharetra. Aliquam nisi felis, tristique et dignissim at, dictum a tellus. Nullam eu auctor diam. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Vestibulum ante ipsum primis in faucibus

orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aliquam erat volutpat. Proin sapien diam, bibendum at sollicitudin ut, pretium pulvinar nisi. Nam mi est, blandit et luctus in, mollis vel eros.

### 1.3 Objectives and Scope

Phasellus porta commodo justo, et ornare purus viverra vitae. Sed sit amet lorem orci, at auctor arcu. In convallis auctor erat non tempor. Sed sed justo velit, id tincidunt justo. Integer sagittis urna in purus bibendum accumsan. Praesent eu vestibulum tortor. Vivamus facilisis mi ac dui imperdiet gravida. Cras velit dui, suscipit non eleifend nec, dictum in est.

In eget vestibulum nisl. Praesent faucibus ipsum id diam mattis vitae fringilla nunc egestas. Morbi sed sem ipsum. Phasellus ac urna eget tortor tincidunt egestas. Phasellus eu lorem vel tortor commodo ultricies. Curabitur egestas elit sit amet eros sollicitudin imperdiet. Donec a libero sit amet mi ultrices fringilla. Phasellus vitae ante vel orci faucibus facilisis. Suspendisse felis ante, imperdiet eu dignissim at, semper eu tellus. Curabitur sagittis lorem condimentum urna ultrices (CUU) tempus. Phasellus ligula erat, molestie non vestibulum ut, euismod tempor libero. Vestibulum consequat, orci euismod lobortis fringilla, enim diam accumsan felis, ultricies convallis justo risus id diam.

Morbi hendrerit dolor eu ante dignissim sodales. In vel mauris arcu. Nulla ultricies mi ut libero suscipit consectetur. Sed velit orci, auctor vel eleifend eu, ornare eget massa. Sed id semper nisi. Aliquam erat volutpat. Nulla interdum risus suscipit leo hendrerit blandit. Aliquam nisi nisi, tempor bibendum fringilla in, porttitor dignissim augue. Aliquam in purus non odio feugiat accumsan at et eros. Maecenas sapien elit, volutpat id euismod ac, fermentum et urna. In malesuada bibendum augue in faucibus. Phasellus congue sodales eros id volutpat. Mauris laoreet porta urna ac mattis.

Cras vitae nulla nisi. Praesent ornare volutpat ipsum mattis placerat. Praesent eros dui, egestas dignissim venenatis eu, ornare dictum ante. Sed semper, nisi ut sollicitudin pretium, libero velit viverra sem, eget rutrum ipsum odio ac ipsum. Maecenas lobortis pellentesque sem a mollis. Donec faucibus ullamcorper eros sed ornare. In porta vulputate aliquet. Donec sollicitudin, erat vel sodales rutrum, urna nibh sodales lacus, lobortis semper leo arcu ac elit.



# A Very Long Chapter Title That May Not Be Avoidable | 2

Nullam fringilla est vel leo condimentum tempus id feugiat dui. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Nunc in metus ipsum, accumsan consequat risus. Integer volutpat, justo at iaculis sollicitudin, neque magna placerat mauris, eget sagittis risus metus quis erat. Duis gravida pharetra lorem. Aliquam non dolor lorem. Curabitur sapien eros, eleifend a consectetur id, ultricies non orci. Curabitur eu sapien eget leo ornare dictum ac iaculis turpis. Nunc at justo eget dolor sollicitudin aliquet. Ut elementum blandit neque, eget ultrices lorem rhoncus adipiscing. Aliquam quis enim erat. Vivamus hendrerit volutpat neque, ac eleifend purus faucibus vel.

## 2.1 Another Long Title Now At Section Level

Aliquam ornare fringilla massa, a tempus massa tristique vitae. Mauris nec quam eros. Nullam varius laoreet diam, et euismod ligula pulvinar et. Nullam ultricies nibh et mauris laoreet rhoncus. Morbi sollicitudin odio quis nisl placerat ullamcorper. In condimentum interdum arcu. Fusce quam augue, auctor vel sollicitudin et, vulputate molestie dui. Nunc iaculis quam ac sem fringilla consequat. Ut vitae tellus nisi, a accumsan purus. Nulla sed velit nulla. Vivamus dui justo, sollicitudin in imperdiet sit amet, malesuada accumsan orci. Aliquam erat volutpat. Duis consequat ultrices posuere. Mauris vel enim ipsum. In vestibulum venenatis dictum. Pellentesque adipiscing neque eget neque tincidunt laoreet.

Vivamus vitae velit ut ligula hendrerit faucibus. Phasellus diam lectus, porta blandit consequat placerat, dapibus a massa. Etiam scelerisque, augue sed rhoncus auctor, eros nulla vulputate mauris, eu imperdiet justo diam ut lorem. Nam vel lectus magna, quis facilisis ante. Curabitur velit nisl, bibendum sit amet tempor nec, luctus quis turpis. Suspendisse diam felis, accumsan quis pharetra quis, eleifend sed massa. Aenean imperdiet, enim sit amet dapibus rutrum (ADR), lacus metus fermentum mauris, eu tempor libero metus eu nisi. Proin aliquet bibendum lacus, ac cursus mauris rutrum in. Ut nulla lorem, pulvinar vel posuere vitae, lobortis id sem. Ut ipsum elit, vehicula at mattis in, pulvinar id arcu. Phasellus aliquam volutpat elit in sollicitudin. Curabitur eu vestibulum justo. Quisque sagittis erat nec nisi rhoncus condimentum fringilla justo posuere [1–9]<sup>1</sup>.

Vestibulum eleifend purus non urna accumsan tristique. Vivamus tincidunt orci vel magna ornare accumsan non at nulla. Nam volutpat sapien et nunc venenatis pellentesque suscipit est blandit. Mauris eu eleifend turpis. Nulla diam felis, commodo in bibendum sagittis, faucibus sed arcu. Donec nec ipsum ipsum, varius posuere purus. Quisque mi augue, faucibus quis iaculis a, facilisis nec lorem. Maecenas rutrum rutrum orci, eget ornare sem sodales non. Nunc nec tellus non orci vehicula mattis. Cras lacinia sapien eu tellus venenatis sed feugiat urna scelerisque. Quisque vehicula ultrices pellentesque [2–4, 1, 5–7, 9, 8].

$$\begin{aligned} 10xy^2 + 15x^2y - 5xy &= 5(2xy^2 + 3x^2y - xy) \\ &= 5x(2y^2 + 3xy - y) \\ &= 5xy(2y + 3x - 1) \end{aligned} \tag{2.1}$$

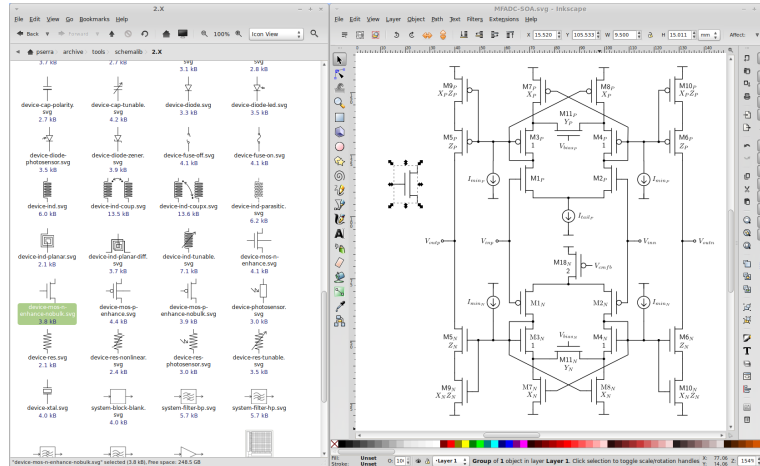
Suspendisse potenti. Morbi volutpat, magna ac pellentesque vulputate, odio augue pulvinar mauris, vel venenatis sapien nisl at purus. Sed a urna nec urna luctus semper sed quis arcu. Curabitur id sapien tortor, sit amet ullamcorper magna. Etiam fringilla, leo et aliquet tincidunt, purus lectus laoreet erat, quis consectetur ante nulla vel ligula. Mauris facilisis placerat leo nec elementum. Quisque ac elit id ligula mollis pharetra. Nulla id lacus commodo metus tempor malesuada a vitae turpis. Vestibulum interdum accumsan mi non viverra. Vivamus sit amet augue vitae erat suscipit pellentesque. Aliquam interdum nunc eu leo ultricies non faucibus nulla venenatis.

Nunc pharetra nibh et metus suscipit ultrices. Nullam et diam elit. Donec porta molestie ipsum quis facilisis. Aliquam rutrum molestie risus non dignissim. Etiam bibendum, sapien sed sodales euismod, mauris velit aliquam nulla, consequat placerat nunc orci in sem. Nullam sed nisi eget lectus egestas mattis id a arcu. Nullam porta velit in sem facilisis mattis. Nulla posuere scelerisque turpis, at facilisis sapien ornare

<sup>1</sup>Download BibTeX database [www.cnm.es/~icas/bib/bib.bib](http://www.cnm.es/~icas/bib/bib.bib). In case of new entries, append them send the updated file to [paco.serra@imb-cnm.csic.es](mailto:paco.serra@imb-cnm.csic.es). You can use JabRef from [jabref.sourceforge.net](http://jabref.sourceforge.net) to manage the BibTeX database.

## 2.1. ANOTHER LONG TITLE

7



**Figure 2.1** Suspendisse non velit purus, in viverra eros. Integr posuere, orci quis rhoncus molestie, quam risus hendrerit nunc, in sollicitudin dolor ipsum ac neque. Proin vulputate varius erat eu dignissim [9].

hendrerit. Vivamus at felis sit amet nisl feugiat fringilla eu vel dui. Praesent blandit sapien vitae orci hendrerit et euismod tortor faucibus. In hac habitasse platea dictumst. Proin tincidunt lacus quis neque mattis ornare. Praesent pretium mauris a sapien placerat quis facilisis dui venenatis. Praesent porta erat at magna vestibulum suscipit. Nullam pellentesque varius nisl ac vulputate.

Sed pulvinar risus id mi tincidunt in porta elit scelerisque. Cras et nisi turpis. Etiam tincidunt sem quis felis consequat a ullamcorper tortor rhoncus. Nunc gravida massa auctor augue laoreet condimentum. Duis id lectus ut augue semper mollis. Quisque varius, nulla vel commodo sagittis, arcu nibh tempus metus, id sodales metus leo vel diam. Integer bibendum lacus id erat auctor nec venenatis mi eleifend. Vestibulum elit ligula, rhoncus eget porta sollicitudin, tempus eu ligula. Aliquam libero ligula, iaculis quis suscipit vitae, tempus quis diam.

Fusce massa neque, molestie nec congue quis, placerat a nibh. Ut porta iaculis magna at lacinia. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Maecenas pretium mauris sed leo semper tincidunt lacinia lacus aliquet. Curabitur ullamcorper feugiat sapien. Vestibulum quis lectus odio. Cras rhoncus luctus turpis, quis imperdiet velit commodo nec. Sed vitae justo turpis, et scelerisque nisi. Suspendisse sit amet dapibus ipsum. Quisque fringilla eros sit amet est placerat feugiat. Praesent quis ultricies nibh.

Cras dui purus, iaculis id sollicitudin vel, vulputate id arcu. Nulla facilisi. In rutrum

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Comments
$w$	1	2	3	$\mu\text{m}$	
$x$	4	5	6	$\mu\text{m}$	
$y$	7	8	9	$\mu\text{m}$	see (2.1)
$z$	10	11	12	$\mu\text{m}$	

**Table 2.1** Cras sit amet lacus eget erat adipiscing mattis nec nec quam. Vestibulum ornare varius volutpat. Donec ac sapien augue. Duis ultrices velit eu odio elementum a varius massa venenatis. Vestibulum sit amet sem at nunc pharetra adipiscing [8].

mollis neque quis rhoncus. Nulla elementum, ante in fermentum tempus, neque sem fermentum ipsum, id pharetra purus dui ut quam. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Sed vehicula tristique arcu, eget ornare lectus lobortis ut. Morbi id massa libero. Fusce nec orci nisl. Maecenas ut dolor eget nulla porta bibendum vitae eget nisl. Integer varius tempus condimentum. Nulla lorem velit, lobortis nec rhoncus at, ultricies eleifend lacus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Donec a dignissim sapien. Sed fringilla dui in elit tincidunt vehicula. Duis at nisi porttitor orci molestie ullamcorper. Aenean accumsan diam id purus vehicula ac tempor urna mollis.

Curabitur sit amet quam neque. Maecenas vestibulum ligula in nulla pulvinar pulvinar. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Suspendisse feugiat lacinia velit, et mollis lorem porta in. Aliquam sodales, mi bibendum mollis suscipit, orci sem hendrerit nisi, et imperdiet orci nunc non metus. Suspendisse ac turpis nunc. Nulla tincidunt sem in arcu pharetra vitae vestibulum metus convallis. In ut urna at nisi tincidunt dictum. Maecenas purus risus, vulputate in euismod eget, vehicula vitae nunc. Ut quis odio massa. Nunc gravida arcu congue tellus egestas auctor. Curabitur mattis eleifend nisi vitae molestie. Nunc justo felis, convallis et tincidunt at, pretium eu augue. Morbi eu ipsum felis. In ut nunc sit amet lectus lobortis convallis sed ac orci. Ut enim libero, accumsan quis blandit id, dictum ac neque. Cras quis felis felis, ac porta ante. Nulla facilisi.

Nunc gravida arcu congue tellus egestas auctor. Curabitur mattis eleifend nisi vitae molestie. Nunc justo felis, convallis et tincidunt at, pretium eu augue. Morbi eu ipsum felis. In ut nunc sit amet lectus lobortis convallis sed ac orci.

# All Those Useless Appendixes | A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nam arcu ligula, ultricies vel pulvinar non, lobortis ac erat. Nam eget est erat, a semper augue. Proin rutrum egestas eros quis congue. Aliquam erat volutpat. Donec eget leo nisi, in bibendum metus. Vivamus ut nibh purus, in auctor risus. Fusce et urna velit. Ut at nisi nibh, nec sagittis velit. Nunc lobortis, ligula sit amet dictum adipiscing, nunc mi convallis felis, a volutpat felis metus vel velit. Vivamus condimentum imperdiet odio, vitae dignissim purus convallis sed. Morbi sed volutpat justo. Mauris vestibulum rutrum ipsum in rhoncus.

Aliquam ornare fringilla massa, a tempus massa tristique vitae. Mauris nec quam eros. Nullam varius laoreet diam, et euismod ligula pulvinar et. Nullam ultricies nibh et mauris laoreet rhoncus. Morbi sollicitudin odio quis nisl placerat ullamcorper. In condimentum interdum arcu. Fusce quam augue, auctor vel sollicitudin et, vulputate molestie dui. Nunc iaculis quam ac sem fringilla consequat. Ut vitae tellus nisi, a accumsan purus. Nulla sed velit nulla. Vivamus dui justo, sollicitudin in imperdiet sit amet, malesuada accumsan orci. Aliquam erat volutpat. Duis consequat ultrices posuere. Mauris vel enim ipsum. In vestibulum venenatis dictum. Pellentesque adipiscing neque eget neque tincidunt laoreet.

Donec eget diam lectus, quis hendrerit massa. Duis sed velit ante, ut egestas mauris. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Sed dignissim pellentesque lacus. Donec erat mi, lacinia nec elementum sit amet, ultricies vitae ipsum. Nam cursus consequat magna, vel tempus ipsum vestibulum et. Aenean convallis, eros et ornare luctus, ante mi pharetra leo, at feugiat purus

lacus sit amet turpis. Aliquam congue, augue sit amet tristique pellentesque, diam quam ultricies lacus, ac sagittis velit est eu purus. Fusce vel velit quam. Aliquam imperdiet consectetur luctus. Vestibulum fermentum, est nec interdum adipiscing, sem nisi elementum lacus, in mollis justo dui et magna. Ut elementum convallis nulla sed fermentum.

$$\pi \simeq 3. \quad \begin{aligned} &14159265358979323846264338327950288419716939937510 \\ &58209749445923078164062862089986280348253421170679 \\ &82148086513282306647093844609550582231725359408128 \\ &48111745028410270193852110555964462294895493038196 \\ &44288109756659334461284756482337867831652712019091 \\ &45648566923460348610454326648213393607260249141273 \\ &72458700660631558817488152092096282925409171536436 \\ &78925903600113305305488204665213841469519415116094 \\ &33057270365759591953092186117381932611793105118548 \\ &07446237996274956735188575272489122793818301194912 \\ &98336733624406566430860213949463952247371907021798 \\ &60943702770539217176293176752384674818467669405132 \\ &00056812714526356082778577134275778960917363717872 \\ &14684409012249534301465495853710507922796892589235 \\ &42019956112129021960864034418159813629774771309960 \\ &51870721134999999837297804995105973173281609631859 \\ &50244594553469083026425223082533446850352619311881 \\ &71010003137838752886587533208381420617177669147303 \\ &59825349042875546873115956286388235378759375195778 \\ &18577805321712268066130019278766111959092164201989... \end{aligned} \quad (A.1)$$

## References

- [1] B. Murmann. *Thermal Noise in Track-and-Hold Circuits: Analysis and Simulation Techniques*. IEEE Solid-State Circuits Magazine, 4(2):46–54, Jun 2012. ISSN 1943-0582. doi:10.1109/MSSC.2012.2192190.
- [2] R. Schreier and G. Temes. *Understanding Delta-Sigma Data Converters*. John Wiley & Sons, 2004.
- [3] L. Yao, M. S. J. Steyaert and W. Sansen. *A 1-V 150- $\mu$ W 88-dB Audio Sigma-Delta Modulator in 90-nm CMOS*. IEEE Journal of Solid State Circuits, 39(11):1809–1818, Nov 2004.
- [4] I. Grech, J. Micallef, C. J. Debono, P. Malcovati and F. Maloberti. *A 1V Second Order Sigma-Delta Modulator*. Journal of Analog Integrated Circuits and Signal Processing, Kluwer Academic Publishers, 27:147–159, 2001.
- [5] G. Xu, S. H. K. Embabi, P. Hao and E. Sanchez-Sinencio. *A Low Voltage Fully Differential Nested  $G_m$  Capacitance Amplifier: Analysis and Design*. In *Proceedings of the International Symposium on Circuits and Systems*, volume 2, pages 606–609. IEEE, 1999.
- [6] V. Peluso, V. Vancorenland, A. M. Marques, M. S. J. Steyaert and W. Sansen. *A 900-mV Low. Power  $\Delta\Sigma$  A/D Converter with 77-dB Dynamic Range*. IEEE Journal of Solid State Circuits, 33(12):1887–1897, Dec 1998.
- [7] C. C. Enz, F. Krummenacher and E. A. Vittoz. *An Analytical MOS Transistor Model Valid in All Regions of Operation and Dedicated to Low-Voltage and Low-*

*Current Applications*. Journal of Analog Integrated Circuits and Signal Processing, Kluwer Academic Publishers, 8(1):83–114, 1995.

- [8] M. J. M. Pelgrom, A. C. J. Duinmaijer and A. P. G. Welbers. *Matching Properties of MOS transistors*. IEEE Journal of Solid State Circuits, 24(5):1433–1440, Oct 1989.
- [9] Y. P. Tsividis. *Operation and Modeling of the MOS Transistor*. Electrical Engineering Series. McGraw-Hill International Editions, 1987.