



**Ανώτατο Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα  
Πειραιά Τεχνολογικού  
Τομέα  
Τμήμα Ηλεκτρονικών  
Μηχανικών Τ.Ε.**

## **ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ**

**Πτυχιακή Εργασία**

**Φοιτητής: ΜΙΧΑΗΛ ΖΑΓΟΡΙΑΝΑΚΟΣ  
ΑΜ: 38133**

Επιβλέπων Καθηγητής

**Καθηγητής Ε. Κυριάκης-Μπιτζάρος**

**Ημερομηνία**

**:**

**ΜΑΙΟΣ**

**2017**



**Piraeus University  
Of Applied Sciences  
Department of Electronics  
Engineering**

# **QUANTUM COMPUTERS**

**Degree Thesis**

**Student: MICHAEL ZAGORIANAKOS**

**Registration Number: 38133**

Supervisor

**Professor E. Kyriakis- Mpitaros**

**Date:  
MAY 2017**

ΜΙΧΑΗΛ ΖΑΓΟΡΙΑΝΑΚΟΣ

**Όνομα Πρώτου Φοιτητή**

**Copyright © ΜΙΧΑΗΛ ΖΑΓΟΡΙΑΝΑΚΟΣ, ΜΑΙΟΣ 2017**

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος, All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ.

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση και η ανάλυση των αρχών λειτουργίας και της εξέλιξης των κβαντικών αλγορίθμων και υπολογιστών. Τα τελευταία χρόνια καθώς τα κλασικά υπολογιστικά συστήματα φθάνουν στα όρια των δυνατοτήτων τους παρατηρείται η ακαδημαϊκή, κυρίως, ενασχόληση με το αντικείμενο της εφαρμογής των νόμων της κβαντομηχανικής στα υπολογιστικά συστήματα. Επίσης, επιχειρείται η ανάπτυξη και η υλοποίηση των βασικών δομικών στοιχείων, αλλά και ολόκληρων κβαντικών υπολογιστών ως ερευνητικά εργαλεία ή εμπορικά προϊόντα.

Αρχικά πραγματοποιείται εισαγωγή στην κβαντική Φυσική καθώς επίσης και μικρή ιστορική αναδρομή στην ανάπτυξη της και τα σημαντικότερα πρόσωπα που συνέβαλαν σε αυτή και ακολουθεί η εισαγωγή στην έννοια του κβαντικού ψηφίου πληροφορίας (qubit) των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών του και του κβαντικού υπολογιστή ως σύστημα. Ακολουθεί η ανάλυση της λειτουργίας των βασικών δομικών στοιχείων ενός υπολογιστή, των κβαντικών πυλών και παρουσιάζονται οι πίνακες αληθείας τους, η αντιστοιχία τους με τις συμβατικές λογικές πύλες και οι ιδιότητές τους.

Επειδή η λειτουργία των κβαντικών υπολογιστών είναι εντελώς διαφορετική από αυτήν των συμβατικών συστημάτων η ανάπτυξη αλγορίθμων κατάλληλων για κβαντικούς υπολογιστές είναι μία ιδιαίτερη διαδικασία. Παρουσιάζονται τρεις αλγόριθμοι που μπορούν να εφαρμοστούν σε κβαντικούς υπολογιστές: του Deutch για την επαλήθευση του αν μία συνάρτηση είναι ένα προς ένα, του Grover για την προσπέλαση και την αναζήτηση ενός στοιχείου σε μία μη δομημένη βάση δεδομένων και του Shor για την παραγοντοποίηση μεγάλων αριθμών. Επίσης, αναλύονται οι βασικές έννοιες της κβαντικής κρυπτογραφίας η οποία από μόνη της είναι ένας ξεχωριστός κλάδος των εφαρμογών των κβαντικών υπολογιστών και η οποία μπορεί να προσφέρει σύμφωνα με τους υποστηρικτές της απόλυτα ασφαλή μετάδοση δεδομένων. Στο τέλος παρουσιάζεται ο κβαντικός υπολογιστής D-wave, οι διαφορετικές υλοποιήσεις του και οι εφαρμογές του.

## Λέξεις – κλειδιά

Κβαντικοί υπολογιστές, κβαντομηχανική, αλγόριθμοι, πύλες, κβαντική κρυπτογραφία, D-wave

## **Abstract**

The purpose of this work is the presentation and the analysis of the operating principles and the evolution of quantum algorithms and computers. In recent years, while classical computing systems reach the limits of their possibilities, the academic, mainly, occupation with the law's execution of the quantum engineering in the computing systems is observed. Furthermore, attempts are made for the development and the actualization of the basic structural elements, but also of the quantum computers as exploratory tools or commercial products.

First of all, an introduction is made for the topic of quantum physics, along with a small historical flashback on its development. There are also references on the most important people who contributed to it. It is followed by an introduction concerning the term 'qubit', its properties and its characteristics, and also informations on the quantum computer as a system. Then, the computer's operation of the basic structural elements is analysed, as well as the operation of the quantum gates. Also, their truth tables are presented, their connection with the compatible gates and their properties.

Because of the complete difference between the quantum computer's operation and the one of the compatible systems, the development of the appropriate for quantum computers algorithms is a special procedure. Three algorithms that can be applied on quantum computers are presented; Deutch's algorithm, which verifies if a function is one to one, Grover's algorithm, which is used for the access and the search of an element in a structural database, and Shor's algorithm, which is used for the factorization of large numbers. Furthermore, the basic terms of quantum cryptography are analysed, which by itself is a unique domain in the applications of quantum computers, and it can offer, according to its supporters, an entirely safe conduction of data. Finally, the quantum computer D-Wave is presented, as well as its different possibilities and its applications.

## **Keywords**

Quantum computers, quantum mechanics, algorithms, gates, Quantum  
Cryptography, D-wave