



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ



Εβδομαδιαίο Σεμινάριο

## Βέλτιστος Έλεγχος του Κβαντικού Παραμετρικού Ταλαντωτή με Εφαρμογές στη Θερμοδυναμική

Διονύσιος Στεφανάτος

Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων

Το 1909 ο Κωνσταντίνος Καραθεοδωρή, ο διάσημος Μαθηματικός με τη θεμελιώδη συνεισφορά στη διαμόρφωση της Θεωρίας Μεταβολών (τον πρόγονο της Θεωρίας Βέλτιστου Ελέγχου), θεμελίωσε αξιωματικά τη Θερμοδυναμική χρησιμοποιώντας μια καθαρά γεωμετρική προσέγγιση. Πάνω σε αυτά τα θεμέλια οικοδομήθηκε δεκαετίες αργότερα η Γεωμετρική Θερμοδυναμική, στο πλαίσιο της οποίας οι καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας εκφράζονται ως σημεία μιας πολλαπλότητας και εργαλεία από τη Διαφορική Γεωμετρία χρησιμοποιούνται για να ποσοτικοποιήσουν τη μεταξύ τους απόσταση αλλά και να εκφράσουν τους θερμοδυναμικούς νόμους. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, ένα πρόβλημα εξαιρετικής σημασίας είναι η εύρεση του ελάχιστου χρόνου που απαιτείται για τη μετάβαση από τη μία κατάσταση στην άλλη, καθώς και της αντίστοιχης βέλτιστης διαδρομής. Το πρόβλημα αυτό συνδέεται άμεσα με σημαντικά πρακτικά θέματα όπως είναι π.χ. η μεγιστοποίηση της εξαγόμενης ισχύος από ένα θερμοδυναμικό σύστημα. Η Θεωρία Βέλτιστου Ελέγχου αποτελεί το ιδανικό εργαλείο για την αντιμετώπιση τέτοιου είδους προβλημάτων, οπότε η σχέση Θερμοδυναμικής-Ελέγχου δεν περιορίζεται μόνο στην εμβληματική μορφή του Καραθεοδωρή αλλά είναι βαθύτερη.

Η έρευνα στο πεδίο της Θερμοδυναμικής Πεπερασμένου Χρόνου αναζωπυρώθηκε πρόσφατα, με την έμφαση να πέφτει στην περιοχή των κβαντικών συστημάτων, όπου το σημαντικότερο κίνητρο αποτελεί η σχεδίαση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας κβαντικών θερμικών νανο-μηχανών. Εδώ θα παρουσιάσουμε την πρόσφατη δουλειά μας σε αυτό το πλαίσιο (Stefanatos, IEEE Transactions on Automatic Control, DOI: 10.1109/TAC.2017.2684083 και Stefanatos et al., SIAM Journal on Control and Optimization 49, pp. 2440-2462, 2011). Αρχικά θα δούμε πως η εξαγωγή του μέγιστου δυνατού έργου στον ελάχιστο χρόνο στην πιο διάσημη κβαντική θερμική μηχανή, που λειτουργεί με βάση τον παραμετρικό ταλαντωτή, ανάγεται στην επίλυση ενός προβλήματος βέλτιστου ελέγχου πάνω στη γνωστή από τη Μαθηματική Φυσική διαφορική εξίσωση του Ermakov. Στη συνέχεια θα δώσουμε την πλήρη λύση του προβλήματος, χρησιμοποιώντας την Αρχή Μεγίστου του Pontryagin και τη γεωμετρική θεωρία βέλτιστου ελέγχου για συστήματα μονής εισόδου στο επίπεδο του H. Sussmann. Θα περιγράψουμε τις καινούριες κατηγορίες λύσεων που προκύπτουν, οι οποίες συμπληρώνουν αυτές που έχουν ανακαλυφθεί από διακεκριμένους ερευνητές στο πεδίο της Κβαντικής Θερμοδυναμικής. Τέλος, θα δούμε πως τροποποιούνται οι λύσεις αυτές όταν ο διαθέσιμος χρόνος είναι μικρότερος αυτού που απαιτείται για την εξαγωγή του μέγιστου έργου (Stefanatos, SIAM Journal on Control and Optimization, υπό δημοσίευση).

Πέμπτη 1 Ιουνίου 2017, 12:00

Αίθουσα 201α Τμήματος Μαθηματικών

---

Μετά την ομιλία ακολουθεί καφές και συζήτηση στο εντευκτήριο του Τμήματος