



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

## **ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Διπλωματική Εργασία

Παραθύρας Ζήσης - Δαμιανός

Επιβλέπουσα: Τσαλαπάτα Χαρίκλεια, Μέλος Ε.Δι.Π, Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλίας

Βόλος 2022





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

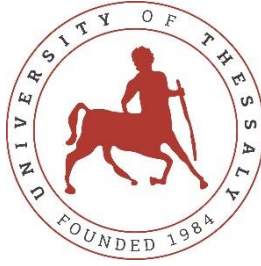
## **ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

Διπλωματική Εργασία

Παραθύρας Ζήσης - Δαμιανός

Επιβλέπουσα: Τσαλαπάτα Χαρίκλεια, Ε.Δι.Π, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βόλος 2022



**UNIVERSITY OF THESSALY**

**SCHOOL OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING**

**AN EDUCATIONAL PHYSICS SIMULATOR**

Diploma Thesis

Parathyras Zisis - Damianos

Supervisor: Tsalapata Hariklia, Laboratory Teaching Staff, University of

Thessaly

Volos 2022

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπουσα

**Τσαλαπάτα Χαρίκλεια**

Μέλος Ε.Δι.Π, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών  
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

**Δασκαλοπούλου Ασπασία**

Επίκουρος Καθηγήτρια, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και  
Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλος

**Θάνος Γεώργιος**

Μέλος Ε.Δι.Π, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών  
Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ημερομηνία έγκρισης: 14-02-2022

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την προπτυχιακή διπλωματική μου εργασία, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όσους βοήθησαν στην εκπόνησή της.

Πρωτίστως ευχαριστώ την επιβλέπουσα καθηγήτριά, κυρία Τσαλαπάτα Χαρίκλεια, για την συγκατάθεσή της στην επιλογή του συγκεκριμένου θέματος, την συνεχή της καθοδήγηση, τις σημαντικές της υποδείξεις, την αμέριστη υπομονή της και την ανιδιοτελή της υποστήριξη.

Ιδιαιτέρως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή, κύριο Θάνο Γεώργιο και την καθηγήτρια κυρία Δασκαλοπούλου Ασπασία μέλη της τριμελούς επιτροπής για το ενδιαφέρον τους, τις συμβουλές τους και τις παρατηρήσεις τους.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για τη υπομονή τους, τη συνεχή τους στήριξη και συμπαράσταση, κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ  
ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ**

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο Δηλών

(Υπογραφή)

Παραθύρας Ζήσης - Δαμιανός

Ημερομηνία





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην σημερινή εποχή των ραγδαίων αλλαγών απαιτούνται ψηφιακές δεξιότητες οι οποίες επηρεάζουν σαφώς τον τομέα της εκπαίδευσης. Η τεχνολογική εξέλιξη που μας οδηγεί στην ψηφιακή εποχή απαιτεί σημαντικές αλλαγές στην εκπαίδευση[1]. Η εκπαίδευση δεν πρέπει να έχει ως στόχο μόνο τη μετάδοση της γνώσης αλλά και την ανάπτυξη διαφόρων δεξιοτήτων που επιτρέπουν την καλύτερη διαχείριση και εφαρμογή της. Βασική προϋπόθεση για την επίτευξη του στόχου αυτού αποτελεί τόσο η επάρκεια τεχνολογικών υποδομών και εργαλείων όσο και η εξοικείωση με αυτά ώστε να μπορέσουν οι μαθητές - φοιτητές να αποκτήσουν κριτική σκέψη και να κατακτήσουν τελικά τη γνώση[2]. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία πραγματεύεται την σχεδίαση ενός προσομοιωτή που δημιουργήθηκε ως μια εναλλακτική μορφή διδασκαλίας και εκμάθησης του μαθήματος «Ανάλυση Κυκλωμάτων». Ο προσομοιωτής αυτός μέσω της παιχνιδοποιημένης μάθησης δημιουργεί ένα πιο αποτελεσματικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικών και φοιτητών.



## **ABSTRACT**

In this age of rapid change, digital skills are required, from which education cannot remain unaffected. The digital age and disruptive technology create the need for necessary adjustments in education [1]. The goal of education must not only be transmission of knowledge but also to develop skills to manage and apply it. This presupposes adequate technological infrastructure and familiarity in the use of the tools of new technologies so that students can acquire critical thinking and eventually acquire knowledge [2]. This diploma thesis analyzes the design of a simulator that was created as an alternative form of teaching and learning of the course "Circuit Analysis". Through simulated learning, this simulator creates a more effective environment for interaction between teachers and students.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....</b>	<b>13</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ.....</b>	<b>16</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....</b>	<b>19</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>19</b>
1.1 Γενικό πλαίσιο .....	19
1.2 Στόχος εργασίας .....	19
1.3 Οργάνωση του τόμου .....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....</b>	<b>21</b>
<b>ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .....</b>	<b>21</b>
2.1 Δομή, μέθοδοι, σκοποί .....	21
2.2 Τριτοβάθμια εκπαίδευση και προβλήματα .....	23
2.3 Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση .....	25
2.4 Το μάθημα της ανάλυσης κυκλωμάτων .....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>28</b>

<b>ΠΑΙΧΝΙΔΟΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ.....</b>	<b>28</b>
3.1 Το παιχνίδι στην εκπαίδευση .....	28
3.2 Ανάλυση του όρου Gamification .....	29
3.3 Το Gamification στο χώρο της εκπαίδευσης .....	30
3.3.1 Το περιβάλλον του Gamification .....	30
3.3.2 Εναλλακτικές μορφές Gamification .....	33
3.3.3 Οι οκτώ βασικές κατευθυντήριες αρχές του Gamification .....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>42</b>
<b>ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ .....</b>	<b>42</b>
4.1 Παιχνιδοποιημένες εφαρμογές στη εκπαίδευση .....	42
4.2 Παρόμοιες εφαρμογές προσομοίωσης.....	51
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....</b>	<b>55</b>
<b>ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....</b>	<b>55</b>
5.1 Τεχνολογική επισκόπηση .....	55
5.1.1 Παιχνιδομηχανή Unity .....	55
5.1.2 Γλώσσα προγραμματισμού C#.....	60
5.2 Περιγραφή των βασικών αρχών της Ανάλυσης Κυκλωμάτων.....	62
5.3 Λειτουργίες εφαρμογής.....	68
5.4 Συγκριτική μελέτη της εφαρμογής .....	81
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....</b>	<b>82</b>
<b>ΣΥΝΟΨΗ.....</b>	<b>82</b>

6.1 Συμπεράσματα .....	82
6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις του προσομοιωτή.....	83
<b>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>84</b>

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-Gamification Vs Serious Games.....	34
Εικόνα 2- Διάκριση μεταξύ των όρων που σχετίζονται με το παιχνίδι.....	35
Εικόνα 3 - Octalysis diagram by Yu-Kai Chou [26] .....	36
Εικόνα 4 - Yu-kai Chou Meaning [26].....	37
Εικόνα 5 - Yu-kai Chou Accomplishment [26].....	37
Εικόνα 6 - Yu-kai Chou Empowerment [26].....	38
Εικόνα 7 - Yu-kai Chou Ownership [26] .....	39
Εικόνα 8 - Yu-kai Social Influence [26].....	39
Εικόνα 9 - Yu-kai Social Scarcity [26] .....	40
Εικόνα 10 - Yu-kai Social Unpredictability [26].....	41
Εικόνα 11 - Yu-kai Social Avoidance [26] .....	41
Εικόνα 12 - ClassDojo [38] .....	42
Εικόνα 13 - Kahoot [39] .....	43
Εικόνα 14 - Socrative [40] .....	44
Εικόνα 15 - Plickers [41].....	44
Εικόνα 16 - Powtoon [42] .....	45
Εικόνα 17 - Brainscape [43] .....	46
Εικόνα 18 - Duolingo [44] .....	47
Εικόνα 19 - Khan Academy [45].....	48
Εικόνα 20 - Coursera [46] .....	48
Εικόνα 21 - Blinkist [47] .....	49
Εικόνα 22 - Yousician [48].....	50
Εικόνα 23 - Circuit Construction Kit [49] .....	51
Εικόνα 24 - CircuitLab [51].....	52
Εικόνα 25 - Breadboard Simulator [52] .....	53
Εικόνα 26 - Το λογότυπο της παιχνιδομηχανής [27].....	55
Εικόνα 27 - Unity Editor .....	56
Εικόνα 28 - Toolbar .....	56
Εικόνα 29 - Toolbar .....	56
Εικόνα 30 - Toolbar .....	57



Εικόνα 31 - Hierarchy.....	57
Εικόνα 32 - Inspector .....	58
Εικόνα 33 - Project Window .....	59
Εικόνα 34 - Console.....	59
Εικόνα 35 - Game & Scene View.....	60
Εικόνα 36 - Toolbar .....	60
Εικόνα 37 - C# Logo.....	60
Εικόνα 38 - C# Script template .....	61
Εικόνα 39 - Breadboard [30].....	63
Εικόνα 40 - Oscilloscope [31].....	64
Εικόνα 41 - Πολύμετρο [32].....	65
Εικόνα 42 - Αντιστάσεις [33].....	65
Εικόνα 43 - Πυκνωτές [34].....	66
Εικόνα 44 - Πηγία [35] .....	66
Εικόνα 45 - Ηλεκτρική Ασφάλεια [36] .....	67
Εικόνα 46 - Παράδειγμα κυκλώματος σε αληθινό breadboard [37] .....	68
Εικόνα 47 - Σκηνή καλωσορίσματος.....	69
Εικόνα 48 - Παιχνίδια της εφαρμογής.....	69
Εικόνα 49 - Περίληψη παιχνιδιού .....	70
Εικόνα 50 - Παράθυρο εξόδου .....	70
Εικόνα 51 - Η σκηνή της προσομοίωσης .....	71
Εικόνα 52 - Εικονικό συρτάρι .....	72
Εικόνα 53 - Παράθυρο συμβουλών.....	73
Εικόνα 54 - Εικονικό breadboard.....	73
Εικόνα 55 - Εικονική πηγή ρεύματος.....	74
Εικόνα 56 - Παράθυρο υπολογισμού ρεύματος .....	74
Εικόνα 57 - Παράθυρο μεταβολής τιμής.....	75
Εικόνα 58 - Αντιστάσεις σε σειρά.....	76
Εικόνα 59 - Αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα .....	77
Εικόνα 60 - Παράδειγμα πολύπλοκου κυκλώματος .....	78
Εικόνα 61 - Δεύτερο παράδειγμα πολύπλοκου κυκλώματος .....	79
Εικόνα 62 - Παράδειγμα ανοιχτού κυκλώματος .....	80



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικό πλαίσιο

Η τεχνολογία αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας μας και εξελίσσεται με ταχείς ρυθμούς τους οποίους με δυσκολία προσπαθούν τα συστήματα εκπαίδευσης και κατάρτισης να ακολουθήσουν. Στις μέρες μας που η πανδημία εντείνει το κοινωνικό χάσμα και τις ψηφιακές ανισότητες δημιουργείται ιδιαίτερη ανάγκη να αναπτυχθούν πρωτοβουλίες και δράσεις από τους υπεύθυνους θεσμούς για την μείωση της ψηφιακής ανεπάρκειας.

Επιτακτική ανάγκη αποτελεί ο εκσυγχρονισμός της εκπαίδευσης με την πρόσθεση ψηφιακών τεχνολογικών εργαλείων και νέων δημιουργικών τρόπων διδασκαλίας προκειμένου να αυξηθεί το ποσοστό του ψηφιακού εγγραμματισμού.

### 1.2 Στόχος εργασίας

Αυτή η διπλωματική εργασία στοχεύει στη δημιουργία ενός προσομοιωτή της εργαστηριακής πλευράς του μαθήματος «Ανάλυση Κυκλωμάτων» που θα έχει ως σκοπό να δώσει λύση στο πρόβλημα της απουσίας αυτής όταν η εκπαίδευση πραγματοποιείται αναγκαστικά εξ' αποστάσεως. Στη σχεδίαση του προσομοιωτή αποφεύχθηκε η δημιουργία ενός καθαρά ρεαλιστικού περιβάλλοντος προκειμένου η χρήση του να είναι πιο διασκεδαστική βαδίζοντας στις τεχνικές της παιχνοδοποιημένης μάθησης.

### 1.3 Οργάνωση του τόμου

Η εισαγωγή της διπλωματικής τοποθετείται στο κεφάλαιο 1, όπου περιγράφεται η ιδέα και ο στόχος της. Στο κεφάλαιο 2 αναλύεται η δομή της εκπαίδευσης στις μέρες μας επισημαίνονται ανεπάρκειες και προβλήματα και προτείνονται νέες τεχνολογίες που θα βοηθήσουν τον εκσυγχρονισμό της. Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο πραγματεύεται την έννοια της

παιχνιδοκεντρικής μάθησης τα οφέλη της και παραδείγματα εφαρμογών της. Στο κεφάλαιο 4 περιγράφονται τα τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του προσομοιωτή και αναλύεται η δομή και οι λειτουργίες του. Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται συγκριτικά αποτελέσματα της εφαρμογής με παρόμοιες του είδους της. Τέλος το κεφάλαιο 6 περιλαμβάνει συμπεράσματα και πιθανές εξελίξεις του παρόντος εγχειρήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

#### 2.1 Δομή, μέθοδοι, σκοποί

Με τον όρο **εκπαίδευση** χαρακτηρίζονται όλες τις δράσεις που στοχεύουν στην διαμόρφωση του χαρακτήρα και του τρόπου σκέψης του ατόμου. Κύριος στόχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η κατάκτηση της γνώσης, η ανάπτυξη δεξιοτήτων και η υιοθέτηση αξιών όπως η ηθική, η ειλικρίνεια, η υπευθυνότητα με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη του αισθήματος του δικαίου και της ακεραιότητας του χαρακτήρα. Αποτελεί εφελκυστικό επαγγελματικής εξέλιξης. Στη χώρα μας η εκπαίδευση διαβαθμίζεται σε τρία στάδια την πρωτοβάθμια, τη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Μέθοδος διδασκαλίας είναι η επιλογή της πορείας που ακολουθείται κατά τη διεξαγωγή του μαθήματος. Παλιές μέθοδοι διδασκαλίας δασκαλοκεντρικές ακολουθήθηκαν για χρόνια στην ελληνική εκπαίδευση όπως:

- Ερβαρτιανή μέθοδος του J.F. HERBART: συνήθως επιλέγεται από καθηγητές θετικών επιστημών που προετοιμάζουν τους μαθητές να δεχθούν τη γνώση με ανάκληση σχετικών γνώσεων ή παραδείγματα.
- Τριμερής διδασκαλία: στηρίζεται στο γνωστικισμό, χωρίς να είναι αποκλειστικά δασκαλοκεντρική αφού επιτρέπει στο μαθητή να συμμετέχει μερικώς στην εκπαιδευτική διαδικασία[1].

Σύγχρονες μέθοδοι και τεχνικές διδασκαλίας που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση:

- Μονολογικές ή εκθετικές
  - Εισήγηση
  - Επίδειξη
  - Διήγηση
  - Ατομική μελέτη
  - Παρακολούθηση διδασκαλιών

- Διαλογικές
  - Διάλογος
  - Μαιευτική (Σωκρατικός διάλογος)
  - Ερωταποκρίσεις (ερωτήσεις – απαντήσεις)
  - Συζήτηση (ελεύθερος διάλογος)
  - Ιδεοθύελλα (brain storming)
  
- Διερευνητικές – ενεργητικές – συμμετοχικές
  - Μέθοδος διερεύνησης
  - Μέθοδος project
  - Ομαδοσυνεργατική μέθοδος
  - Μικροδιδασκαλία
  - Προσομοιώσεις
  - Εργαστηριακή - Πειραματική μέθοδος
  - Παιχνίδια ρόλων
  - Βιωματική εκμάθηση
  - Εκπαιδευτικές εκδρομές
  - Συσκέψεις με επιστήμονες, ερευνητές, καλλιτέχνες κ.α.
  - Διδασκαλία με πολυμέσα ηλεκτρονικής τεχνολογίας

[2]

Δεν υπάρχει σαφής προσδιορισμός του σκοπού της εκπαίδευσης διότι αυτός διαφοροποιείται από πολλούς παράγοντες όπως ο χρόνος και ο τόπος. Εξαίρεση δεν μπορεί να αποτελέσει ούτε η σύγχρονη εκπαίδευση που επηρεάζεται από τις συνεχείς τεχνολογικές αλλαγές. Σε ένα γενικό πλαίσιο κύριο σκοπό της εκπαίδευσης αποτελούν:

1. Η διαμόρφωση του χαρακτήρα και η ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων.
2. Η δυναμική και στοχευμένη χρήση της ευφυΐας.
3. Η αξιοποίηση των παραδόσεων και της τοπικής ιστορίας για τη διατήρηση της εθνικής ταυτότητας.

4. Η διερεύνηση των κλίσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών με σκοπό την καλλιέργεια τους ώστε να μετατραπούν σε πολύτιμα εργαλεία επαγγελματικής ανέλιξης που θα τους καταστήσουν αρωγούς στην εξέλιξη της εθνικής οικονομίας.
5. Η ανάπτυξη της προσαρμοστικής ικανότητας των νέων στις συνεχείς κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές [3].

## **2.2 Τριτοβάθμια εκπαίδευση και προβλήματα**

Ως τριτοβάθμια εκπαίδευση ορίζεται η εκπαίδευση που διεξάγεται από τα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας μας. Η λειτουργία τους και η αποστολή τους καθορίζονται από νομικές διατάξεις (Νόμος 4485/2017). Σύμφωνα με το νόμο πλαίσιο η αποστολή του περιλαμβάνει:

Τη μετάδοση της γνωστικής εμπειρίας βασισμένης στη ερευνητική διδασκαλία με στόχο τη προετοιμασία των φοιτητών για την εφαρμογή της και την καλλιέργεια της τέχνης και του πολιτισμού.

Την ανάπτυξη της δια βίου μάθησης χρησιμοποιώντας σύγχρονες μεθόδους διδασκαλίας που βασίζονται στην επιστημονική και τεχνολογική έρευνα και πληρούν κριτήρια ανώτατης ποιότητας αναγνωρισμένα από τη διεθνή κοινότητα.

Την ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας και των δεξιοτήτων των φοιτητών με την παροχή των απαραίτητων γνώσεων και εφοδίων που θα τους βοηθήσουν στην επιστημονική και επαγγελματική τους εξέλιξη.

Τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών και υποδομών για την προώθηση του ερευνητικού έργου.

Την προώθηση της γνώσης, την ανάπτυξη των τεχνών, την εξέλιξη της έρευνας. Την ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών που δεν αντιβαίνουν στις επιταγές της επιστημονικής δεοντολογίας και της βιώσιμης ανάπτυξης με στόχο πάντα τη συμβολή στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη της χώρας.

Την εκπόνηση επιστημονικών σχεδίων για αύξηση της παραγωγικότητας με στόχο την αυτόνομη βιωσιμότητα της χώρας.

Την επιδίωξη συνεργασίας με εκπαιδευτικά ιδρύματα και ερευνητικούς φορείς ή κέντρα τόσο στο Ελλαδικό όσο και στον παγκόσμιο χώρο. Το εκπαιδευτικό προσωπικό, οι φοιτητές και οι απόφοιτοι πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν σε ευρωπαϊκά και διεθνή προγράμματα.

Σημαντική και εξίσου καίρια είναι η συμβολή στη διαμόρφωση υπεύθυνων πολιτών που θα έχουν την ικανότητα να ανταποκριθούν στις ανάγκες της χώρας τους έχοντας επιστημονική μόρφωση, επαγγελματική υπευθυνότητα που θα σέβονται τις βασικές αρχές των ανθρωπίνων δικαιωμάτων όπως η δικαιοσύνη, η ελευθερία, η ειρήνη, η ισότητα και η δημοκρατία.

Η προσπάθεια απόκτησης πόρων για την εκπαίδευση και την έρευνα. Η αξιοποίηση πόρων για την ανάπτυξη των τεχνών και του πολιτισμού.

Η εκπαίδευση που παρέχουν τα ΑΕΙ πρέπει να είναι ποιοτική και ολοκληρωμένη, να βασίζεται στις σύγχρονες τάσεις της τεχνολογίας και να ακολουθεί τους κανόνες διεθνούς επιστημονικής δεοντολογίας.[4]

Προβλήματα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης:

- Δεν υπάρχει σαφές πλαίσιο που να ορίζει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις φοιτητών και καθηγητών.
- Παρότι στόχος της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι η προετοιμασία των φοιτητών για την επαγγελματική τους πορεία οι γνώσεις που αποκτούν δεν ικανοποιούν την αγορά εργασίας.
- Το σύστημα εκπαίδευσης παραμένει εν πολλοίς δασκαλοκεντρικό και οι φοιτητές δεν ωθούνται σε μεθοδική έρευνα.
- Ακόμα και σε πολυτεχνικές σχολές η μάθηση παραμένει κατά κύριο λόγο θεωρητική και άρρηκτα δεμένη με το αντίστοιχο εγχειρίδιο.
- Τα εργαστήρια είναι ελλιπή και οι ώρες ενασχόλησης των φοιτητών σε αυτά είναι δραματικά δυσανάλογες με τις αντίστοιχες στα έδρανα – πολλές διαλέξεις που κάνουν βαρετό το μάθημα και δεν κεντρίζουν το ενδιαφέρον των φοιτητών.



## 2.3 Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση

Η εξέλιξη της τεχνολογίας επιδρά σημαντικά στον τρόπο που διεξάγεται η εκπαίδευση και η μάθηση. Σημαντικές αλλαγές στην εκπαιδευτική διαδικασία έχουν επιφέρει η τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ). Όλο και περισσότεροι μαθητές και φοιτητές χρησιμοποιούν την πληροφορική ως μέσο για αναζήτηση εκπαιδευτικού υλικού αναδεικνύοντας την ως ένα νέο εύχρηστο μαθησιακό εργαλείο. Εξίσου σημαντικά εργαλεία αποτελούν το audio multicasting και οι διαλέξεις σε βίντεο. Αξίζει να σημειωθεί πως αυτές οι νέες τεχνικές δεν ανταγωνίζονται τις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας αντιθέτως συναγωνίζονται στην επίτευξη του κοινού σκοπού.

Η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών δίνει στην εκπαίδευση ένα πιο ελκυστικό χαρακτήρα αφού ο δρόμος προς τη γνώση είναι πιο προσιτός και ευχάριστος. Επίσης εκμηδενίζονται οι αποστάσεις και ο χρόνος με τη χρήση εργαλείων όπως τα ηλεκτρονικά ταχυδρομεία, τα τοπικά και διεθνή δίκτυα διασύνδεσης, ο υπολογιστής και το διαδίκτυο που επιτρέπουν στους μαθητές να συμμετέχουν απομακρυσμένα σε συζητήσεις, διαλέξεις και κάθε είδους ερευνητικά προγράμματα.

Φαινόμενο των καιρών μας αποτελεί η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση αφενός γιατί προσεγγίζει μεγάλο αριθμό μαθητών αφετέρου γιατί παρέχει ίσες ευκαιρίες μάθησης σε όλα τα κοινωνικά στρώματα. Η χρήση των νέων τεχνολογιών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση στην υλοποίηση των στόχων της. [5].

Η χρήση του υπολογιστή, του διαδικτύου και άλλων παρόμοιων εφαρμογών βοηθούν σημαντικά τους εκπαιδευόμενους να εργαστούν ομαδικά επιτελώντας κοινό σκοπό στα πλαίσια της συνεργατικής μάθησης. Για την ανάπτυξη των καλύτερων συνθηκών επικοινωνίας και συνεργασίας απαραίτητα είναι μέσα, εργαλεία, τεχνολογικά υλικά αλλά και κοινωνικές ρυθμίσεις [6].

Η εκπαιδευτική διαδικασία εξελίσσεται με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, από το παραδοσιακό μοντέλο και αποκτά ένα ψηφιακό και διαδικτυακό χαρακτήρα, προσιτό στην κοινωνία και στον εκπαιδευτικό κόσμο [7]. Ενσωματώνονται καινούριες δεξιότητες όπως η μάθηση μέσω κινητών συσκευών, η παιχνιδοποιημένη μάθηση και οι εφαρμογές ανοιχτού κώδικα [8]. Οι εκπαιδευόμενοι παύουν να είναι απλά ακροατές, επιδιώκουν την

κατάκτηση της γνώσης μέσα από μια πρακτική ενεργητική διαδικασία [9]. Κεντρικό άξονα της σύγχρονης μάθησης αποτελούν η συνεργασία, η καλλιέργεια της φαντασίας, το παιχνίδι και η έρευνα. Οι νέες τεχνολογίες εναρμονίζονται πλήρως με αυτό το πλαίσιο.

## 2.4 Το μάθημα της ανάλυσης κυκλωμάτων

Είναι ένα από τα βασικά προπτυχιακά μαθήματα της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών. Με την παρακολούθηση του οι φοιτητές καλούνται να κατανοήσουν την έννοια των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και να προσεγγίσουν μεθόδους για την ανάλυσή τους. Θα πρέπει να γνωρίσουν τα ηλεκτρικά στοιχεία πως συνδέονται, τι είναι η ημιτονική μόνιμη κατάσταση και η σύνθετη αντίσταση, όπως και να κατανοήσουν με ποιες αρχές, νόμους και θεωρήματα μπορούν να αναλυθούν τα κυκλώματα όπως ο νόμος του Kirchhoff. Το μάθημα εκτός από το θεωρητικό μέρος περιλαμβάνει και εργαστηριακή μορφή. Το εργαστήριο είναι εμπλουτισμένο με πάγκους εργασίας περιλαμβάνει όργανα για τις μετρήσεις και breadboards. Σε αυτό οι φοιτητές εξασκούνται με διάφορες ασκήσεις προκειμένου να κατανοήσουν καλύτερα τις βασικές αρχές των γραμμικών κυκλωμάτων και να εξοικειωθούν με τα όργανα του εργαστηρίου. Το μάθημα είναι σημαντικό γιατί φέρνει τους φοιτητές σε επαφή με μεθόδους και τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν προκειμένου να αναλυθεί ένα κύκλωμα και στη συνέχεια να έχουν τη δυνατότητα αφού κατανοήσουν πλήρως τη σημασία της επιτυχημένης ανάλυσης να ειδικευθούν σε διάφορες κατευθύνσεις της ηλεκτρολογίας.

Επιγραμματικά οι στόχοι του μαθήματος είναι:

- Να γνωρίσουν οι φοιτητές τα βασικά χαρακτηριστικά της θεωρίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, να κατηγοριοποιήσουν τα κυκλώματα, να μάθουν να αναγνωρίζουν το είδος κάθε κυκλώματος μέσα από την περιγραφή του και να μπορούν να εξηγήσουν τον τρόπο λειτουργίας του.
- Να μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεθόδους και αρχές προκειμένου να αναλύσουν ένα απλό γραμμικό κύκλωμα.
- Να αποκτήσουν την ικανότητα να σχεδιάσουν οι ίδιοι απλά γραμμικά κυκλώματα, να μπορούν να τα αναπτύξουν και να επιλύσουν τυχόν προβλήματα που θα παρουσιάσουν.

- Μετά την ανάλυση του κυκλώματος να έχουν την ικανότητα να συγκρίνουν τα αποτελέσματα με την αντίστοιχη θεωρία και να αποκτήσουν την ευελιξία να χρησιμοποιούν εναλλακτικά διάφορες μεθόδους.
- Να αποκτήσουν την εμπειρία για να ασχοληθούν επισταμένα με πιο εξειδικευμένα γνωστικά αντικείμενα.
- Κύριο στόχο επίσης αποτελεί η απόκτηση συνεργατικού πνεύματος ώστε με ομαδική εργασία να δημιουργήσουν καινούρια κυκλώματα και να πειραματιστούν στο εργαστήριο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΠΑΙΧΝΙΔΟΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

#### 3.1 Το παιχνίδι στην εκπαίδευση

Η γενική άποψη ότι το παιχνίδι αποτελεί μόνο μέσο ψυχαγωγίας και αφορά κυρίως τα παιδιά είναι παρωχημένη. Αντιθέτως το παιχνίδι διαμορφώνει το χαρακτήρα και την προσωπικότητα του ανθρώπου. Επιδρά θετικά στην κοινωνικοποίηση του ανθρώπου αφού τον παροτρύνει να ανταλλάξει σκέψεις και απόψεις ή να εκδηλώσει τα συναισθήματά του. Παράλληλα δίνει ενδιαφέρον στην καθημερινότητα του, του προσθέτει ευθυμία και εκτόνωση.

Δύο νεοφυείς σχετικά κατηγορίες εκπαιδευτικών καινοτομιών το Gamification και το Game-Based Learning έρχονται να παρακινήσουν τους μαθητές και να τους προσελκύσουν στην εκπαιδευτική διαδικασία [10]. Βασική τους θέση είναι η άποψη ότι η γνώση και η μάθηση μπορούν να γίνουν μια πιο ευχάριστη και αποτελεσματική εμπειρία μέσα από τη χρήση παιχνιδιών. Η επιτυχία ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού εξαρτάται από το πλαίσιο στο οποίο δομείται, τις σωστές αρχές γνώσης, το επίπεδο πρόκλησης που δημιουργεί καθώς και η ανατροφοδότηση [11]. Η μαθησιακή διαδικασία που βασίζεται στο παιχνίδι δεν ενέχει κινδύνους αντίθετα ωθεί τον εκπαιδευόμενο να εξερευνήσει, να δοκιμάσει, να κάνει λάθη και να μπορεί να τα διορθώσει. Σε όλα αυτά προστίθεται η δυνατότητα ανατροφοδότησης και τελικά η μάθηση γίνεται ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική [12]. Αυτά τα χαρακτηριστικά την καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμη σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης [13].

### 3.2 Ανάλυση του όρου Gamification

Το Gamification είναι μια καινούρια έννοια που εμφανίζεται τα τελευταία χρόνια, ειδικότερα στην χώρα μας πρόσφατα και ορίζεται ως «Παιχνιδοποίηση».

Ειδικότερα ως Gamification ορίζεται η χρήση κανόνων παιχνιδιού σε χώρους που δεν είναι ακριβώς παιχνίδια. Με τη χρήση μηχανισμών και τεχνικών καθώς και κριτικής σκέψης προσελκύει τους ανθρώπους, κινητοποιεί την δράση τους, προωθεί τη μάθηση και βοηθάει στην επίλυση προβλημάτων. Ταυτόχρονα δημιουργούν την αίσθηση της ψυχαγωγίας και της διασκέδασης. Εφαρμόζεται με επιτυχία σε διάφορους κλάδους, όπως οι επιχειρήσεις, το μάρκετινγκ, η υγεία και η εκπαίδευση. Στις μέρες μας παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον για την εφαρμογή του τόσο στον επιχειρηματικό κόσμο όσο και στον ακαδημαϊκό. Πρόκειται για μια τεχνική ιδιαίτερα αξιόλογη με πολλές εφαρμογές που χρήζει περαιτέρω ανάλυσης και μελέτης.

Ακριβής επιστημονικός ορισμός της έννοιας δεν υφίσταται, πολλοί προσπάθησαν να την ερμηνεύσουν και οι πιο αποδεκτοί ορισμοί είναι οι εξής:

- Gamification είναι η εφαρμογή μηχανισμών και κανόνων παιχνιδιού σε περιβάλλοντα που δεν είναι καθαρά για παιχνίδι [14].
- Gamification είναι η ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας με στρατηγικές που βασίζονται στη φιλοσοφία του παιχνιδιού [15].
- Το Gamification χρησιμοποιεί στοιχεία και χαρακτηριστικά που κάνουν ένα παιχνίδι διασκεδαστικό προκειμένου να ενθαρρύνει το χρήστη να ασχοληθεί και να καλύψει την ανάγκη του για αναγνώριση και επιβράβευση της προσπάθειάς του [16].
- Gamification είναι η χρησιμοποίηση τεχνικών παρακίνησης των παιχνιδιών με στόχο την παροχή υπηρεσιών ή τη βελτίωση προϊόντων. Απώτερος στόχος να δημιουργήσει εμπειρίες παιχνιδιού και να διαμορφώσει την συμπεριφορά [17].
- Gamification είναι η εφαρμογή της δυναμικής, της ψυχολογίας και της μηχανικής των παιχνιδιών σε τομείς όπως η μάθηση, οι πωλήσεις, το μάρκετινγκ και άλλες επιχειρηματικές διαδικασίες [18].

Το Gamification επινοήθηκε από τον βρετανό εφευρέτη και προγραμματιστή ηλεκτρονικών υπολογιστών Niko Pelling το 2002. Το 2010 για πρώτη φορά το Gamification χρησιμοποιείται μαζικά με σκοπό την ενσωμάτωση της επιβράβευσης των παιχνιδιών σε εφαρμογές λογισμικού. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την προσοχή του επιχειρηματικού κόσμου καθιστώντας το πιο κερδοφόρο τμήμα της βιομηχανίας του gaming [19].

### **3.3 Το Gamification στο χώρο της εκπαίδευσης**

#### **3.3.1 Το περιβάλλον του Gamification**

Το Gamification χρησιμοποιεί κανόνες και μηχανισμούς παιχνιδιού προκειμένου να πετύχει ένα αποτέλεσμα διαφοροποιημένο από αυτό του παιχνιδιού. Έχει διάφορες εφαρμογές τόσο στην εκπαίδευση όσο και σε εργασιακά περιβάλλοντα. Βασίζεται σε τεχνικές που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση και τη λειτουργία πληροφοριακών συστημάτων ή άλλων εφαρμογών που δεν είναι παιχνίδια. Οι εφαρμογές που αναπτύσσει χρησιμοποιούν ως βασικά στοιχεία τους πόντους (score) που κερδίζει ο παίκτης όταν πετύχει στο στόχο του, τα μετάλλια (badges) τα οποία επιβραβεύουν την προσπάθεια του ειδικά όταν κατορθώνει κάτι σημαντικό. Οι παίκτες καταγράφονται και κατατάσσονται σε πίνακες κατάταξης (Leaderboards) ανάλογα με την επίδοσή τους. Επίσης περιλαμβάνει γραφήματα απόδοσης (Performance graphs), αφηγηματικές ιστορίες, εικόνες προφίλ (Avatars) και παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Οι πόντοι (score) είναι βασικά στοιχεία μιας πληθώρας παιχνιδιών και παιχνιδοποιημένων εφαρμογών. Συνήθως αποτελούν ανταμοιβή για τον παίκτη που με επιτυχία ολοκλήρωσε μια προκαθορισμένη δραστηριότητα στο παιχνιδιακό περιβάλλον. Αποδίδουν αριθμητικά την πρόοδο του παίκτη και διαχωρίζονται ως πόντοι εμπειρίας, πόντοι εξαργύρωσης ή πόντοι φήμης, ανάλογα με τους σκοπούς που εξυπηρετούν. Με τους πόντους αποδίδεται αναλογικά η συμπεριφορά και η δραστηριότητα των παικτών και ανταμείβεται η προσπάθειά τους. Ταυτόχρονα παρέχουν συνεχή ανατροφοδότηση.

Τα μετάλλια ορίζονται ως οπτικές αναπαραστάσεις επιτευγμάτων που οι παίκτες κερδίζουν και συλλέγουν στο παιχνιδιοποιημένο περιβάλλον. Επιβραβεύουν τις επιτυχίες των παικτών ανάλογα με το επίπεδο κατάκτησης του στόχου τους. Για να αποκτήσει ο παίκτης ένα μετάλλιο μπορεί να εξαρτάται από το πόσους πόντους έχει κερδίσει ή με το πόσες και ποιες δραστηριότητες ανέλαβε μέσα στο παιχνίδι. Τα μετάλλια λειτουργούν παρακινητικά αφού για την απόκτηση τους πρέπει ο παίκτης να πληρεί προκαθορισμένες προϋποθέσεις. Έχουν κοινό τόπο με τους πόντους ως προς την ανατροφοδότηση που παρέχουν. Ο παίκτης προκειμένου να κερδίσει ένα μετάλλιο επιλέγει τεχνικές και τρόπους, αντιμετωπίζει προκλήσεις που τον οδηγούν σε αυτό και υιοθετεί ανάλογη συμπεριφορά. Η κατοχή μεταλλίων ομαδοποιεί τους παίκτες αναπτύσσοντας κοινωνικό αίσθημα και συνεργατικό πνεύμα ειδικά για την απόκτηση σπάνιων μεταλλίων.

Οι βαθμολογικοί πίνακες στόχο έχουν την κατάταξη των παικτών ανάλογα με την επιτυχία τους χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα κριτήρια διαβάθμισης. Η καλύτερη απόδοση του παίκτη σε μια δραστηριότητα γίνεται σε σύγκριση με ανάλογες επιδόσεις στην ίδια δραστηριότητα άλλων παικτών. Έτσι δημιουργείται ένα κλίμα συναγωνισμού και ευγενούς άμιλλας μεταξύ των παικτών. Παρόλα αυτά οι δυνατότητες παρακίνησης των βαθμολογικών πινάκων είναι ανάμεικτες. Η δημιουργία ανταγωνιστικού πνεύματος είναι ένα ενδεχόμενο και μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός πίεσης για την επίτευξη του στόχου του παίκτη και έτσι να επιδράσει εποικοδομητικά στη συμμετοχή του στη μαθησιακή διαδικασία. Αυτή η θετική επίδραση του ανταγωνισμού γίνεται πιο πιθανή όταν οι ανταγωνιστές έχουν παρόμοιο επίπεδο απόδοσης.

Τα γραφήματα απόδοσης πληροφορούν τον παίκτη για την απόδοση του συγκρίνοντάς τη με αντίστοιχες προηγούμενες σε μια διαβαθμισμένη κλίμακα. Χρησιμοποιούνται σε παιχνίδια προσομοίωσης και αντίθετα με τους πίνακες κατάταξης αξιολογούν την επίδοση του παίκτη συγκριτικά σε ορισμένο χρονικό περιβάλλον. Δεν συγκρίνουν την επίδοση του με την επίδοση άλλων παικτών. Στόχο έχουν να βελτιώσει ο παίκτης την απόδοση του μελετώντας τη γραφική αναπαράσταση της απόδοσης του σε ορισμένη χρονική περίοδο. Σύμφωνα με τη θεωρία των κινήτρων μπορούν να αποτελέσουν έναυσμα για αυτοβελτίωση στον τομέα της μάθησης.

Οι ιστορίες με νόημα ενσωματώνονται στις παιχνιδοποιημένες εφαρμογές δημιουργώντας ένα αφηγηματικό ιστό που δίνει ένα άλλο νόημα στο παιχνίδι. Δεν σχετίζονται άμεσα με την πρόοδο και την απόδοση του παίκτη αλλά μπορούν να αποτελέσουν πηγή έμπνευσης, ειδικά αν ταιριάζουν με τα ενδιαφέροντα του. Το περιεχόμενό τους μπορεί να διαφαίνεται επιγραμματικά στον τίτλο του παιχνιδιού αλλά μπορεί να είναι περίπλοκο ακολουθώντας το τυπικό των σύγχρονων βιντεοπαιχνιδιών ρόλων. Αποτελούν σημαντικό παράγοντα στις εφαρμογές παιχνιδιού γιατί εμπλουτίζουν αφηγηματικά τη δράση και δίνουν νόημα στις απρόσωπες δραστηριότητες επίτευξης στόχων.

Τα Avatar αναπαριστούν οπτικά τους παίκτες στο παιχνίδι. Συνήθως επιλέγονται από τον ίδιο τον παίκτη ή κατασκευάζονται εξ αρχής. Η σχεδίαση τους είναι πολύ απλή σαν εικονόγραμμα μπορεί όμως να είναι και πολύπλοκη αν έχουν δυνατότητα κίνησης ή δομούνται σε τρισδιάστατη μορφή. Στόχο έχουν να αναπαριστούν τους παίκτες που αντιπροσωπεύουν και να τους διαφοροποιούν από άλλα Avatar που ελέγχονται από άνθρωπο ή υπολογιστή. Τα Avatar έχουν το προνόμιο να υιοθετούν χαρακτηριστικά που διαφέρουν από την προσωπικότητα του παίκτη προκειμένου να συμμετάσχουν σε ομαδικά συνεργατικά παιχνίδια.

Τέλος η αλληλεπίδραση με άλλους παίκτες πραγματικούς ή εικονικούς μπορεί να δημιουργήσει περιβάλλοντα σύγκρουσης, ανταγωνισμού ή συνεργασίας. Στο επίπεδο συνεργασίας μπορεί να δημιουργηθούν ομάδες με κοινούς στόχους. Κατά μια άποψη ο συνδυασμός ανταγωνισμού και συνεργασίας στα παιχνίδια είναι πιθανό να είναι αποτελεσματικός για τη μάθηση.

Η χρησιμότητα του Gamification διαφαίνεται σε διάφορους τομείς όπως:

- Στον τομέα των επιχειρήσεων. Βασικός στόχος των επιχειρήσεων είναι η αύξηση της αποδοτικότητας των υπαλλήλων τους, η δημιουργία συνεργατικού κλίματος στο χώρο της εργασίας, η προσέλκυση πελατών, με απώτερο σκοπό την αύξηση των κερδών. Οι εφαρμογές που σχεδιάζονται για τις επιχειρήσεις πρέπει να παρακινούν το χρήστη προς αυτούς τους στόχους. Το Gamification ωθεί τους σχεδιαστές να υλοποιήσουν το συντομότερο τις εφαρμογές και τους υπαλλήλους των επιχειρήσεων να ολοκληρώσουν αποτελεσματικά και γρήγορα τις εργασίες τους.



- Στην εκπαίδευση. Η επίδραση του Gamification στη μάθηση είναι κατά κοινή ομολογία καταλυτική. Οι μαθητές μαθαίνουν εύκολα και διασκεδαστικά μέσα από το παιχνίδι που τους είναι μια γνώριμη τακτική. Τεχνικές Gamification χρησιμοποιούνται στη μάθηση προκειμένου να εξασφαλίσουν μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας, να ενισχύσουν τις επαγγελματικές ικανότητες και τα ταλέντα των μαθητών. Επίσης αλλάζουν ευεργετικά τη σχέση δασκάλου-μαθητή δημιουργώντας ένα συνεργατικό πλαίσιο καταρρίπτοντας προϋπάρχοντες στείρους ρόλους ανισοτήτων.
- Στην τηλεεκπαίδευση (e-training). Οι τεχνικές του Gamification χρησιμοποιούνται στην τηλεεκπαίδευση ιδιαίτερα στην ανώτατη βαθμίδα εκπαίδευσης τα πανεπιστήμια. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει βελτίωση στις αποδόσεις των φοιτητών, η συμμετοχή τους είναι πιο ενεργή και η επαφή τους με φοιτητές άλλων εκπαιδευτηρίων σημαντικά εφικτή.

### 3.3.2 Εναλλακτικές μορφές Gamification

Μια εναλλακτική μορφή Gamification αποτελούν τα **Serious Games** (σοβαρά παιχνίδια). Εμφανίστηκαν τον 21<sup>ο</sup> αιώνα με πρωτοβουλία της Αμερικανικής κυβέρνησης και του στρατού της προκειμένου να δημιουργήσουν παιχνίδια προσομοιώσεων με ενδιαφέρον και ακρίβεια κρατώντας χαμηλό το κόστος παραγωγής τους. Αποτελούν μια προσομοίωση του πραγματικού κόσμου με στοιχεία και μορφή από το περιβάλλον ενός παιχνιδιού.. Στόχο έχουν την εκπαίδευση ομάδων ανθρώπων προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ο σχεδιασμός τους έχει στόχο να αλλάξει μια ανθρώπινη συμπεριφορά, συχνά χρησιμοποιούνται για να πείσουν, όπως διαφημιστικά, κοινωνικές και πολιτικές εφαρμογές, ή προσπαθούν να επιδράσουν στη συμπεριφορά των ανθρώπων άλλες φορές για να καταστείλουν αρνητικές και επιζήμιες επιλογές όπως το κάπνισμα, το αλκοόλ κ.α. και άλλες να επικροτήσουν θετικές συμπεριφορές όπως η ανακύκλωση [21]. Τέτοια παραδείγματα είναι το «Flight Simulator», το «FoodForce» (United Nations World Food Program) και το «The History of Biology». Πολλοί συγχέουν το Gamification με τα σοβαρά παιχνίδια πράγμα που δεν ισχύει. Η κύρια διαφορά τους είναι ότι τα σοβαρά παιχνίδια στοχεύουν στη εκπαίδευση και την κατάρτιση των παικτών αποκλείοντας την διασκέδαση γι' αυτό και αποκαλούνται «παιχνίδια με σκοπό»[22].



Εικόνα 1-Gamification Vs Serious Games

Τα **Παιχνίδια Εναλλακτικής Πραγματικότητας** αποτελούν μια ακόμα εναλλακτική του Gamification. Εστιάζουν περισσότερο στην ιστορική πλευρά και η εφαρμογή τους δεν έχει το χαρακτήρα του παιχνιδιού. Η επιτυχία τους οφείλεται κατά κύριο λόγο στο καλοστημένο σενάριο, στην πλοκή της ιστορίας και όχι σε μοντέλα ανταμοιβής και επιβράβευσης του Gamification [23][24].

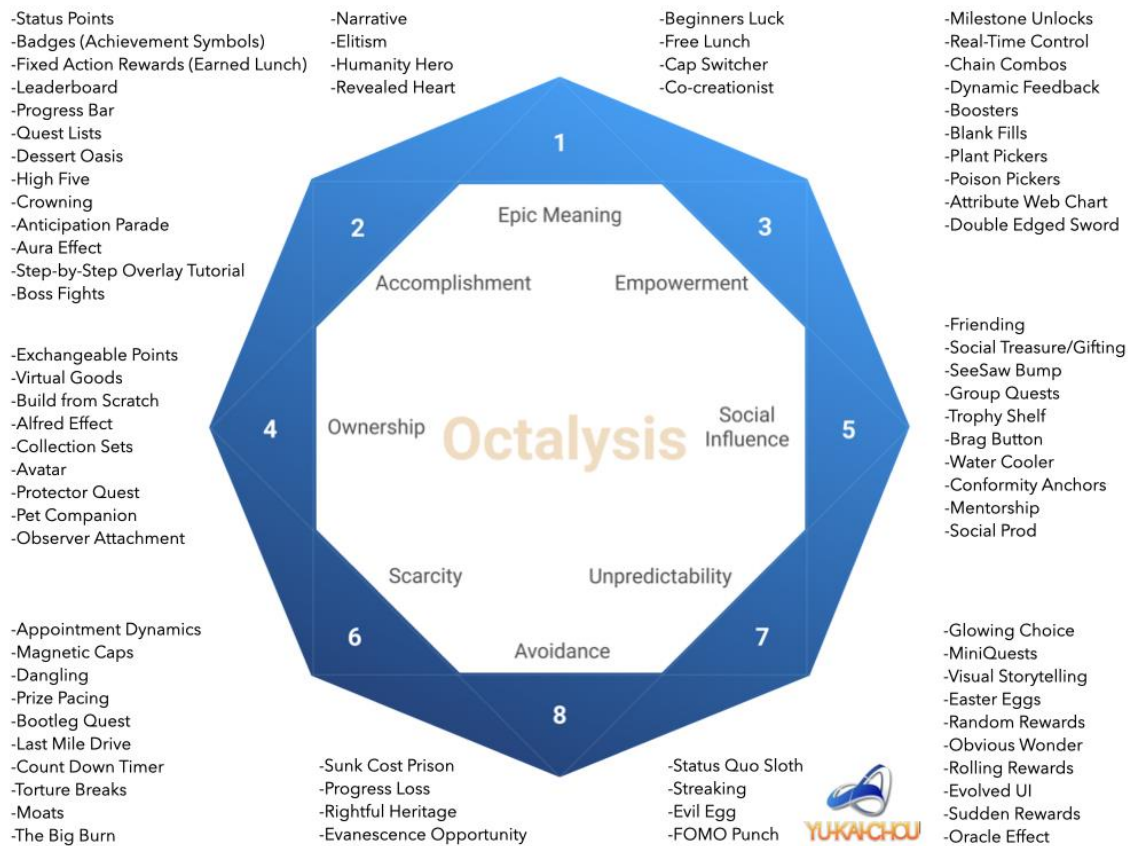
Η **Θεωρία Παιγνίων** συχνά ταυτίζεται με το Gamification στην πραγματικότητα όμως αποτελεί διαφορετική τεχνική. Στην ουσία είναι ένας μαθηματικός τρόπος αντιμετώπισης ενός προβλήματος. Περιγράφει με ποιο τρόπο παίρνονται αποφάσεις και ακολουθούνται στρατηγικές. Η χρήση της είναι σημαντική όταν πρόκειται να αντιμετωπιστούν πολύπλοκα προβλήματα στο χώρο της οικονομίας, της πολιτικής ή της κοινωνικής ψυχολογίας. Η συγγένεια της με το Gamification εντοπίζεται στο ότι αποτελεί πρότυπο επίλυσης προβλημάτων και υιοθέτησης ανάλογων συμπεριφορών από τους παίκτες προκειμένου να πάρουν σημαντικές αποφάσεις [25].

Πρέπει να γίνει ένας διαχωρισμός μεταξύ των διαφόρων όρων που σχετίζονται με το παιχνίδι. Διαφορετικός είναι ο ρόλος του σοβαρού παιχνιδιού από το Gamification. Το Gamification χρησιμοποιεί κανόνες, στοιχεία, μηχανισμούς παιχνιδιού, προκειμένου να πετύχει συγκεκριμένους στόχους. Το ίδιο ισχύει και για άλλες εφαρμογές που χρησιμοποιούν μόνο μερικά στοιχεία ενός παιχνιδιού και έχουν στόχο να προσελκύσουν το χρήστη δημιουργώντας ένα ευχάριστο περιβάλλον.



*Εικόνα 2- Διάκριση μεταξύ των όρων που σχετίζονται με το παιχνίδι*

### 3.3.3 Οι οκτώ βασικές κατευθυντήριες αρχές του Gamification

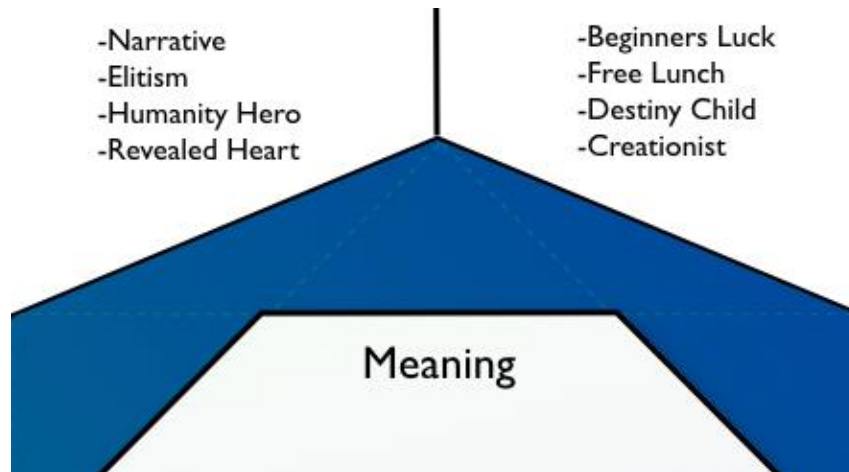


Εικόνα 3 - Octalysis diagram by Yu-Kai Chou [26]

Η Παιχνιδοποίηση βασίζεται σε οκτώ βασικές αρχές που κινητοποιούν το χρήστη προκειμένου να πετύχει τον προκαθορισμένο στόχο.

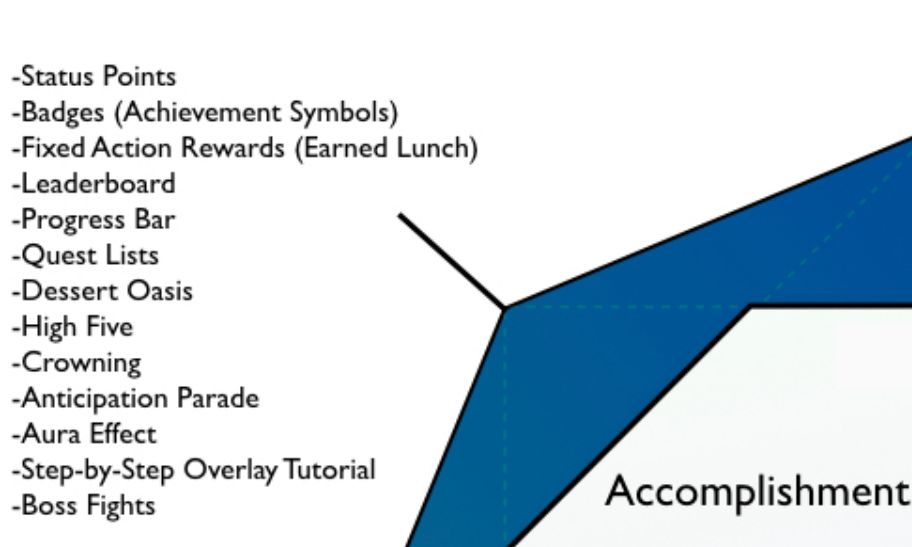
Σύμφωνα με τον συγγραφέα Yu-Kai Chou οι αρχές αυτές είναι οι εξής: α) epic meaning and calling (ιδιαίτερη σημασία) β) development and accomplishment (ανάπτυξη και επιτυχία) γ) empowerment of creativity and feedback (ενδυνάμωση μέσα από τη δημιουργία και την ανατροφοδότηση) δ) ownership and possession (ιδιοκτησία και κατοχή) ε) social influence and relatedness (κοινωνική επιρροή) στ) scarcity and impatience (σπανιότητα και ανυπομονησία) ζ) unpredictability and curiosity (μη προβλεψιμότητα και περιέργεια) η) loss and avoidance (ήττα και ακύρωση).

α) **Epic meaning and calling:** σύμφωνα με αυτή ο παίκτης θεωρεί ότι κάνει κάτι που ξεπερνάει τον εαυτό του ή πως είναι ο «εκλεκτός». Επηρεασμένοι λοιπόν οι παίκτες τείνουν να αφιερώνουν πολύ χρόνο με σκοπό να συντηρήσουν ή να προσφέρουν στην κοινότητα (π.χ. Wikipedia, Open-Source Projects).



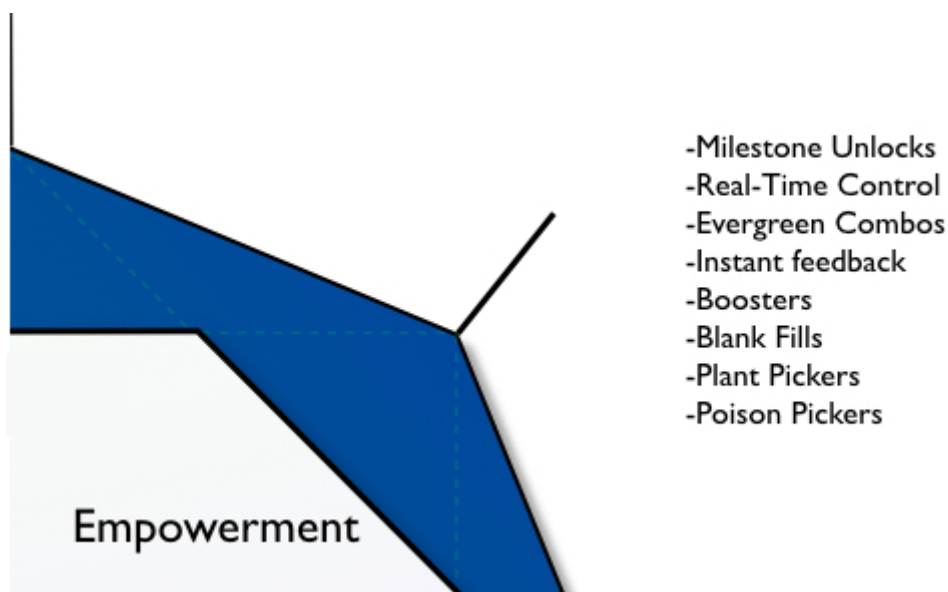
Εικόνα 4 - Yu-kai Chou Meaning [26]

β) **Development and accomplishment:** είναι η αρχή στην οποία ο παίκτης νιώθει την ανάγκη να προοδεύσει, να αναπτύξει δεξιότητες και εν τέλει να ξεπεράσει κάθε πρόκληση. Η έννοια της πρόκλησης εδώ είναι πολύ σημαντική γιατί χωρίς αυτήν δεν υπάρχει λόγος να κατακτηθεί ένα τρόπαιο ή ένα έμβλημα. Σε αυτό το κίνητρο βασίζονται οι πόντοι, οι πίνακες κατάταξης και τα έπαθλα-ανταμοιβές.



Εικόνα 5 - Yu-kai Chou Accomplishment [26]

γ) **Empowerment of creativity and feedback:** όταν ο παίκτης συμμετέχει σε μια δημιουργική διαδικασία πρέπει συνέχεια να υπολογίζει παραμέτρους και να δοκιμάζει διαφορετικές πρακτικές. Είναι σημαντικό για τον άνθρωπο να βρίσκει τρόπους να εκφράσει την δημιουργικότητα του αλλά εξίσου σημαντικό είναι να ελέγξει την αποτελεσματικότητά της, να δεχτεί κριτική και να ανταποκριθεί ανάλογα. Παράδειγμα αποτελεί η ενασχόληση με τα Lego ή η ζωγραφική που προσφέρουν ψυχαγωγία στο παίκτη σε τέτοιο βαθμό που οι σχεδιαστές δεν χρειάζεται να προσθέσουν επιπλέον περιεχόμενο ώστε να κάνουν την δραστηριότητα περισσότερο ευχάριστη και ελκυστική.



Εικόνα 6 - Yu-kai Chou Empowerment [26]

δ) **Ownership and possession:** εδώ ο παίκτης παρακινείται επειδή έχει την αίσθηση ότι κατέχει κάτι. Όταν ο παίκτης νιώθει το αίσθημα της ιδιοκτησίας θέλει να βελτιώσει και να αυξήσει όσα έχει στην κατοχή του. Όσο πιο πολύ χρόνο ξοδεύει ο παίκτης για να προσαρμόσει το προφίλ του ή το εικονικό του χαρακτήρα τόσο μεγαλύτερο είναι το αίσθημα της κατοχής. Έτσι ο παίκτης όταν νιώθει το αίσθημα της κατοχής και του ελέγχου πράττει όλο και περισσότερο προκειμένου να εξελιχθεί και να προοδεύσει.

- Exchangeable Points
- Virtual Goods
- Build from Scratch
- Alfred Effect
- Collection Sets
- Avatar
- Protection
- Recruiter Burden
- Monitor Attachment

Ownership

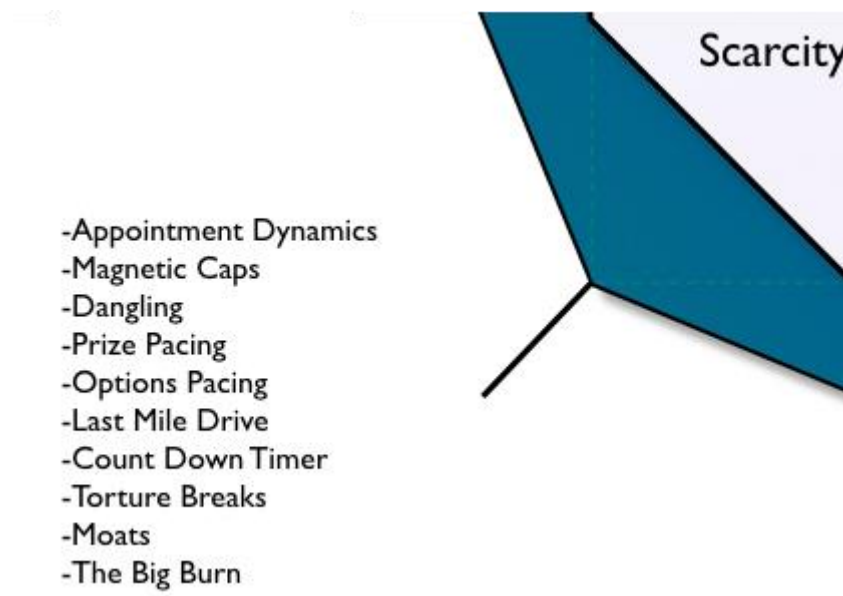
Εικόνα 7 - Yu-kai Chou Ownership [26]

ε) **Social influence and relatedness:** εδώ αναφέρονται διάφορα κοινωνικά στοιχεία που παρακινούν τη δράση των ανθρώπων. Τέτοια είναι όπως η αποδοχή, η καθοδήγηση, η συντροφικότητα, ο ανταγωνισμός ακόμα και ο ζήλεια. Για παράδειγμα όταν άνθρωπος παρατηρεί κάποιον άλλο να υπερέχει σε κάτι αμέσως θα προσπαθήσει να τον φτάσει ή να τον ξεπεράσει. Στηρίζεται επίσης στην τάση του ανθρώπου να συσχετίζεται με άλλους ανθρώπους, μέρη ή γεγονότα. Για παράδειγμα διάφορες εταιρείες χρησιμοποιούν ως στρατηγική αυτή την πρακτική δημιουργώντας προϊόντα που μας θυμίζουν την παιδική μας ηλικία και εκμεταλλεύονται το αίσθημα της νοσταλγίας.



Εικόνα 8 - Yu-kai Social Influence [26]

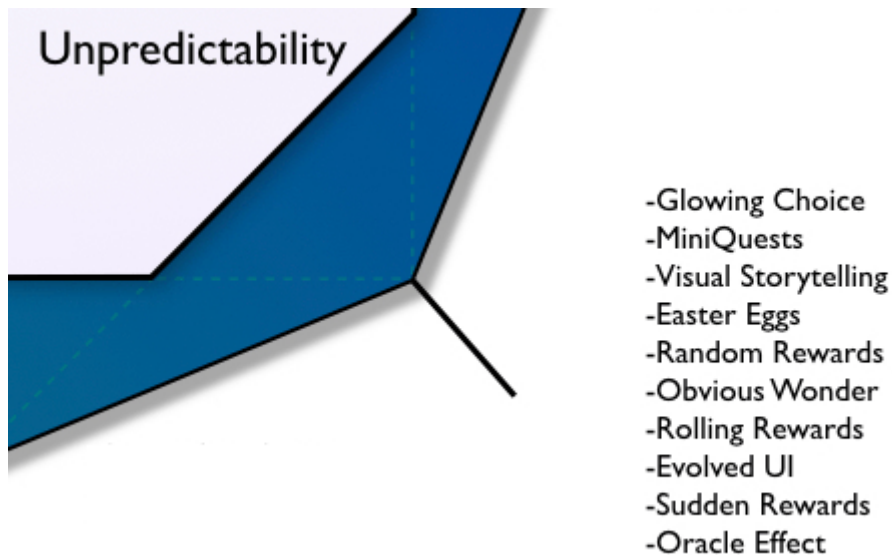
στ) **Scarcity and impatience:** Ο άνθρωπος έχει την τάση να επιθυμεί την απόκτηση σπάνιων, ιδιαίτερων ή δυσεύρετων αντικειμένων. Σε αυτή του την τάση βασίζονται αρκετές εφαρμογές παιχνιδιοποίησης οι οποίες χρησιμοποιούν διάφορα τεχνάσματα για να επιβραδύνουν την πρόοδο του παίκτη (π.χ. επέστρεψε σε χ ώρες και θα παραλάβεις την ανταμοιβή σου) και με τον τρόπο αυτό εντείνουν την ανυπομονησία του. Αυτός ο μηχανισμός κάνει τον παίκτη να το σκέφτεται όλη μέρα αφού δεν μπόρεσε να το αποκτήσει αμέσως. Αυτή την τεχνική χρησιμοποίησε το Facebook στην αρχική του πορεία, ξεκίνησε από το Harvard στην συνέχεια επεκτάθηκε σε άλλα γνωστά σχολεία και εν τέλει εδραιώθηκε σε όλα τα κολλέγια. Έτσι όλοι ήθελαν να έχουν πρόσβαση σε αυτό αφού στο παρελθόν δεν τους δινόταν αυτή η δυνατότητα.



Εικόνα 9 - Yu-kai Social Scarcity [26]

ζ) **Unpredictability and curiosity:** Εδώ επικαλείται η έμφυτη περιέργεια των ανθρώπων να θέλουν να μάθουν το μέλλον. Όταν ο παίκτης δεν μπορεί να προβλέψει την έκβαση των γεγονότων τείνει να αφοσιώνεται στο παιχνίδι και να το σκέφτεται συνέχεια. Αυτή η περιέργεια και η προσκόλληση είναι μια αιτία εθισμού στα τυχερά παιχνίδια. Αυτή την τεχνική χρησιμοποιούν πολλές εταιρίες προσπαθώντας μέσα από κληρώσεις και λαχειοφόρους να προσελκύσουν χρήστες.

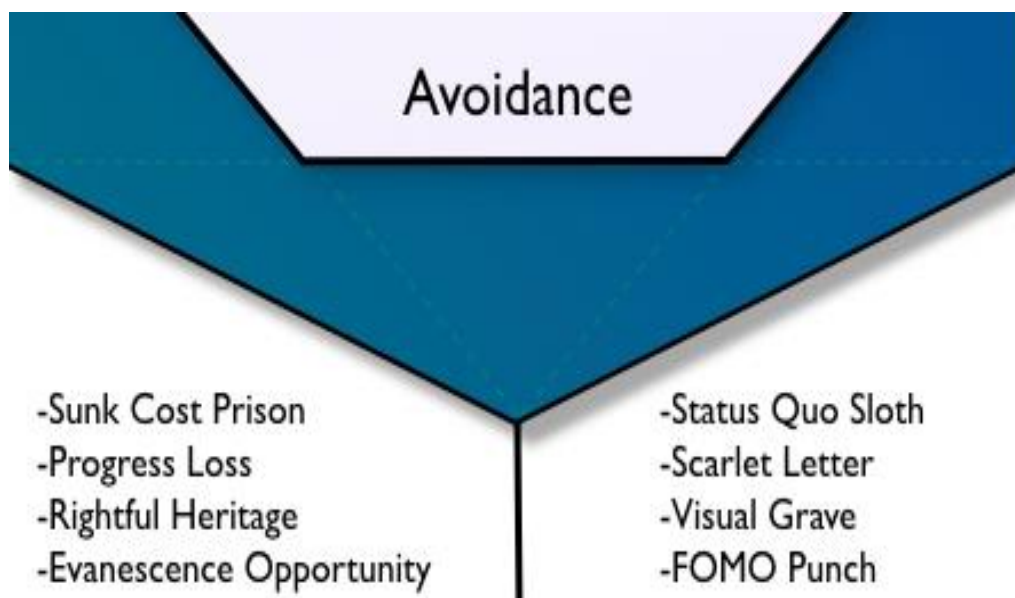




Εικόνα 10 - Yu-kai Social Unpredictability [26]

η) **Loss and avoidance:** Εδώ ο παίκτης κινητοποιείται επειδή δεν θέλει να χάσει την μέχρι τώρα πρόοδό του εξαιτίας της αποχώρησής του και δεν θέλει να θεωρηθεί όλη του η προσπάθεια ένα χάσιμο χρόνου. Αυτό λοιπόν αισθάνονται οι παίκτες όταν τους παρουσιάζεται μια ευκαιρία γιατί φοβούνται πως αν δεν δράσουν άμεσα θα την χάσουν για πάντα.

[26]



Εικόνα 11 - Yu-kai Social Avoidance [26]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

#### 4.1 Παιχνιδοποιημένες εφαρμογές στη εκπαίδευση

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την υιοθέτηση του Gamification έχουν δημιουργηθεί αμέτρητες εφαρμογές ειδικά για εκπαιδευτικούς που τους επιτρέπουν να εκσυγχρονίσουν τις μεθόδους τους και να διαχειρίζονται καλύτερα την τάξη τους ώστε η μάθηση να γίνει μια ευχάριστη και άκρως ανταποδοτική εμπειρία. Παραδείγματα αποτελούν:

- **ClassDojo:** μια εφαρμογή στην οποία κάθε μαθητής έχει το δικό του Avatar και επιβραβεύεται με πόντους. Αποσκοπεί στην καλύτερη διαχείριση της τάξης, καταγράφει τις επιδόσεις των μαθητών και τους ενθαρρύνει να τις μοιραστούν με την οικογένεια τους .

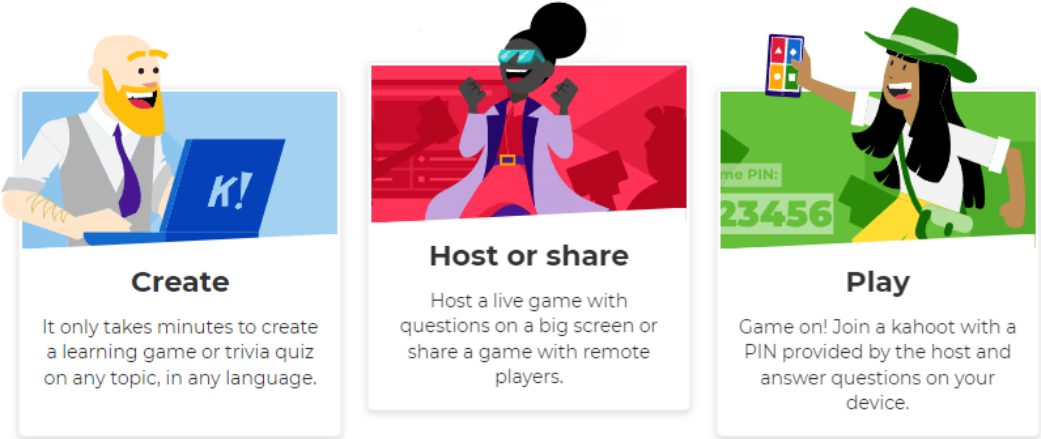


#### Creating our school community

Bringing together families, teachers, and our whole school community

- **Kahoot!:** επιτρέπει τη δημιουργία ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής στις οποίες οι μαθητές απαντούν από τις συσκευές τους.

## How does Kahoot! work?



The infographic is divided into three vertical panels. The first panel, 'Create', shows a man with a beard at a laptop. The second, 'Host or share', shows a man in a suit with his arms raised. The third, 'Play', shows a woman in a green hat holding a smartphone. Below the panels is a blue button with white text, and a large grey box with statistics.

**Create**

It only takes minutes to create a learning game or trivia quiz on any topic, in any language.

**Host or share**

Host a live game with questions on a big screen or share a game with remote players.

**Play**

Game on! Join a kahoot with a PIN provided by the host and answer questions on your device.

[Play Kahoot! to see how it works! Explore our featured games!](#)

More than  
**1,000,000,000**  
players a year

More than  
▲ 50% of US  
teachers use  
Kahoot!

◆ Players in  
more than  
200  
countries

● Over 50  
million  
public  
games  
available

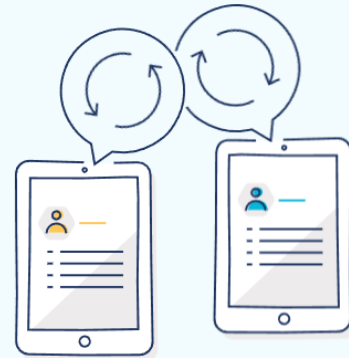
■ 97% of the  
Fortune 500  
use Kahoot!

Εικόνα 13 - Kahoot [39]

- **Socrative:** μια πλατφόρμα που επιτρέπει την δημιουργία ερωτήσεων αξιολόγησης όπως ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, σωστού λάθους και ανάπτυξης.

## Quiz and Grade at the Speed of Learning

Immediate feedback is a vital part of the learning process. Socrative gives you just that for the classroom or office – an efficient way to monitor and evaluate learning that saves time for educators while delivering fun and engaging interactions for learners.



Εικόνα 14 - Socrative [40]

- **Plickers:** χρησιμοποιείται όταν η χρήση υπολογιστή στην τάξη δεν είναι εφικτή. Προκειμένου να απαντήσουν οι μαθητές χρησιμοποιούν κάρτες τις οποίες λαμβάνει ο εκπαιδευτικός σαρώνοντας τις με το κινητό του.

The image is a promotional graphic for the Plickers app. On the left, a smartphone displays the app's interface with a multiple-choice question: "What's the heaviest planet in our Solar System?". The options are Venus, Jupiter (which is selected with a green bar), Neptune, and Mars. At the top of the app screen, there are navigation icons. To the right of the phone, the text reads "Formative assessment has never been faster." Below this, it says "Plickers is the free card activity your students will love. Join millions and play in your next lesson." There is a prominent green button that says "Sign up for free" with a right-pointing arrow. At the bottom, it states "Used by K-12 teachers in over 100 countries". The background is dark blue with a stylized Earth graphic on the right side.

Εικόνα 15 - Plickers [41]

- **Blubbr:** χρησιμοποιείται για την εισαγωγή ενός κουίζ ανάμεσα σε επιλεγμένα κομμάτια βίντεο που αποσκοπεί στον έλεγχο της προσοχής των μαθητών.
- **TouchCast Studio:** επιτρέπει την τοποθέτηση σημειώσεων σε αρχεία, ιστοσελίδες, εικόνες, βίντεο κ.α.
- **Powtoon:** επιτρέπει την δημιουργία βίντεο με σκοπό την παρουσίαση.

## Break through the noise with visual communications

Communicating visually with short videos and animation allows your entire team to achieve more, no matter what kind of work you do.

### HR

Recruit, Onboard, & Retain Top Talent >

### TRAINING AND L&D

Develop transformational leadership >

### INTERNAL COMMUNICATIONS

Inspire genuine employee engagement >

### MARKETING

Marketing strategy and lead generation with results you can measure >

### EDUCATION

For teachers & students to inspire creativity and storytelling that will impress the whole class >



From talent acquisition to change management, visual communication helps your business stand out while you attract top talent, onboard new employees effectively, and retain them for the long haul.

CREATE AN HR VIDEO

Εικόνα 16 - Powtoon [42]

- **Genial.ly:** μια εφαρμογή η οποία βοηθάει στην δημιουργία παρουσιάσεων και γραφημάτων.
- **Brainscape:** μια πλατφόρμα για κινητά και υπολογιστές που αποσκοπεί στην αποδοτική διδασκαλία μέσω παρουσιάσεων στο επίπεδο των μαθητών.

## Also perfect for schools and companies.

Brainscape for Schools

Brainscape for Companies



### Create Custom Flashcards

Brainscape supports text, images, sounds, videos, and any other media that works well in a bite-sized study format.



### Share With Your Team

Securely invite students or employees to access both online and on their mobile devices, and manage their editing permissions.



### Track Students Progress

Learners can study in our web and mobile app, and you can see detailed activity data. Learners can also search for specific flashcards as a quick mobile reference tool.

Εικόνα 17 - Brainscape [43]

- **Udemy:** μια διαδικτυακή πλατφόρμα που επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να ανεβάζουν μαθήματα και στους μαθητές να αγοράζουν αυτά τα μαθήματα και να μαθαίνουν διαδικτυακά. Οποιοσδήποτε από οπουδήποτε στον κόσμο μπορεί να διδάξει ή να παρακολουθήσει ένα μάθημα όπως προγραμματισμό, ξένες γλώσσες, μόδα ακόμη και γονική μέριμνα.

Στις μέρες μας έχει πολυδιαφημιστεί και υιοθετηθεί η έννοια του Self-Learning (αυτόνομη μάθηση) γι' αυτό έχουν δημιουργηθεί πολλές εφαρμογές όπως:

- **Duolingo:** μια εφαρμογή για την εκμάθηση ξένων γλωσσών και την οργάνωση της, δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα συνεργασίας και ταυτόχρονα τους επιβραβεύει .



### The world's #1 way to learn a language

Learning with Duolingo is fun, and [research shows that it works!](#) With quick, bite-sized lessons, you'll earn points and unlock new levels while gaining real-world communication skills.

### Why you'll love learning with Duolingo



#### Effective and efficient

Our courses effectively and efficiently teach reading, listening, and speaking skills. Check out our [latest research!](#)



#### Personalized learning

Combining the best of AI and language science, lessons are tailored to help you learn at just the right level and pace.



#### Stay motivated

We make it easy to form a habit of language learning, with game-like features, fun challenges, and reminders from our friendly mascot, Duo the owl.



#### Have fun with it!

Effective learning doesn't have to be boring! Build your skills each day with engaging exercises and playful characters.

Εικόνα 18 - Duolingo [44]

- **Khan Academy:** είναι μια εκπαιδευτική πλατφόρμα όπου οι μαθητές μπορούν να μάθουν μαθηματικά, επιστήμες, προγραμματισμό υπολογιστών, ιστορία και πολλά άλλα. Ξεχωρίζει γιατί οι δημιουργοί της στοχεύουν να παρέχουν αυτήν την εκπαίδευση σε όλους σε όλο τον κόσμο (προς το παρόν σε 36 γλώσσες) εντελώς δωρεάν για πάντα.

## Why Khan Academy works



### Personalized learning

Students practice at their own pace, first filling in gaps in their understanding and then accelerating their learning.



### Trusted content

Created by experts, Khan Academy's library of trusted practice and lessons covers math, science, and more. Always free for learners and teachers.



### Tools to empower teachers

With Khan Academy, teachers can identify gaps in their students' understanding, tailor instruction, and meet the needs of every student.

Εικόνα 19 - Khan Academy [45]

- **Coursera:** μια διαδικτυακή πλατφόρμα εκμάθησης που παρέχει παγκόσμια πρόσβαση στην καλύτερη εκπαίδευση στον κόσμο από κορυφαία πανεπιστήμια. Τα πανεπιστήμια προσθέτουν τα μαθήματά τους στην πλατφόρμα και οι χρήστες μπορούν να τα παρακολουθήσουν με πληρωμή.

## Learn without limits

Build new skills for that “this is my year” feeling with courses, certificates, and degrees from world-class universities and companies.



We collaborate with 200+ leading universities and companies



Εικόνα 20 - Coursera [46]

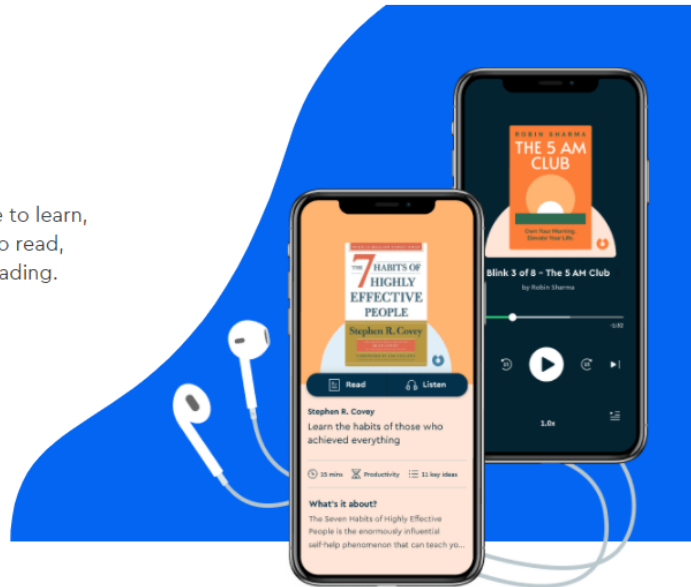


- **Blinkist:** χρησιμοποιείται από ανθρώπους με περιορισμένο έως ελάχιστο ελεύθερο χρόνο αλλά θέλουν πάντα να μαθαίνουν κάτι καινούριο. Το Blinkist συνοψίζει πάνω από 2.000 μη λογοτεχνικά βιβλία για να τους δώσει περιεχόμενο που μπορούν να αφομοιώσουν εύκολα σε 15 λεπτά.



## More knowledge in less time

Perfect for curious people who love to learn,  
busy people who don't have time to read,  
and even people who aren't into reading.



### Understand books & podcasts in 15 minutes



#### Read or listen

Get the key ideas from  
nonfiction bestsellers in  
minutes, not hours.



#### Find your next read

Get book lists curated by  
experts and personalized  
recommendations.



#### Shortcasts <sup>NEW</sup>

We've teamed up with podcast  
creators to bring you key  
insights from podcasts.

Εικόνα 21 - Blinkist [47]

- **Yousician:** μια Gamified εκπαιδευτική εφαρμογή για την εκμάθηση μουσικών οργάνων. Η εφαρμογή αναπαράγει τη μουσική υπόκρουση, εμφανίζει το σεμινάριο του τραγουδιού και ελέγχει την πρόοδο του χρήστη δίνοντας άμεση ανατροφοδότηση.



# Unleash your inner musician with Yousician

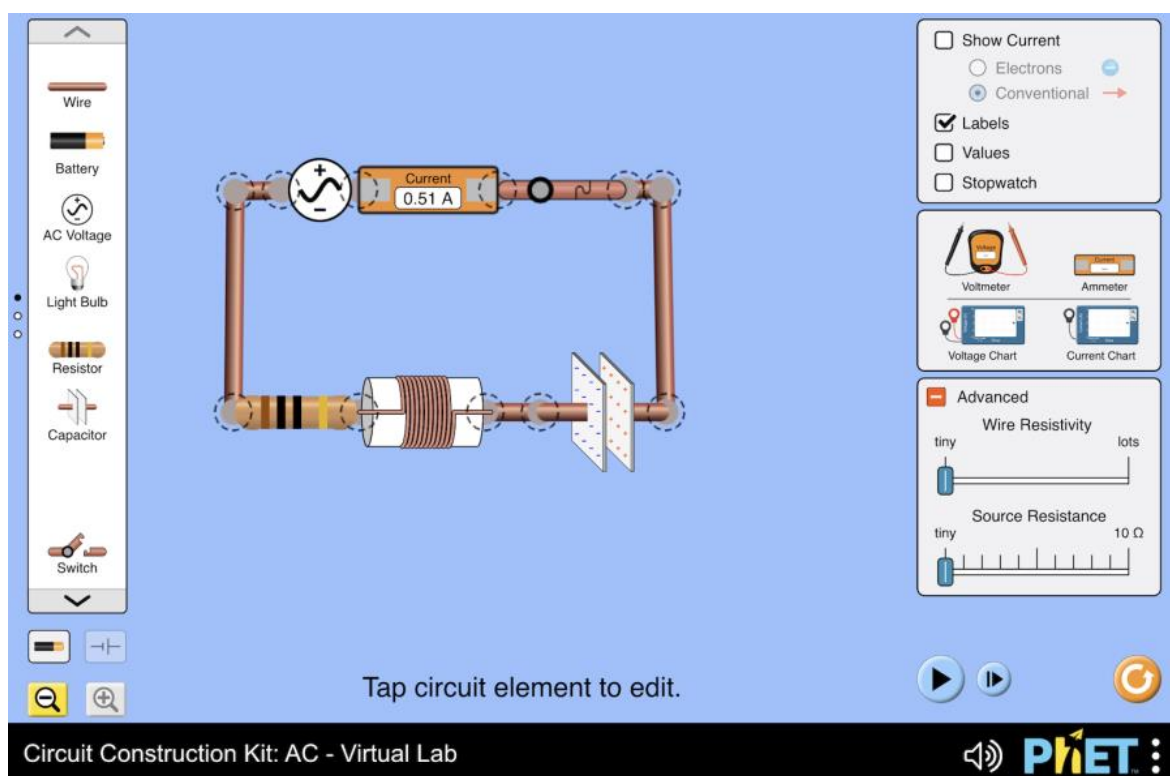
The first step of learning to play an instrument? Wanting to play. Explore your love of music with us, whether you're a complete beginner or a seasoned pro. Let's play!



Εικόνα 22 - Yousician [48]

## 4.2 Παρόμοιες εφαρμογές προσομοίωσης

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται εφαρμογές από τις οποίες εμπνεύστηκε το παρόν εγχείρημα και άλλες που έχουν παρόμοιο αντικείμενο και θα να αναλυθούν οι ομοιότητες ή διαφορές τους.



Εικόνα 23 - Circuit Construction Kit [49]

Το πρόγραμμα PhET Interactive Simulations ιδρύθηκε το 2002 από τον νομπελίστα Carl Wieman, στο Πανεπιστήμιο του Colorado. Επιτρέπει τη δωρεάν δημιουργία προσομοιώσεων μαθηματικών ή φυσικών επιστημών. Το PhET παρέχει προσομοιώσεις που δημιουργήθηκαν μετά από εκπαιδευτική έρευνα και προσελκύουν τους χρήστες σε ένα διαισθητικό περιβάλλον που μοιάζει με παιχνίδι ενώ μαθαίνουν εξερευνώντας και ανακαλύπτοντας. [50]

Το παιχνίδι αυτό χρησιμοποιείται για την εξήγηση των βασικών σχέσεων ηλεκτρικής ενέργειας σε σειρά και παράλληλα. Επιτρέπει στο χρήστη τη δημιουργία νέων κυκλωμάτων και να συγκρίνει τις διαφορές μεταξύ σταθερού και εναλλασσόμενου ρεύματος. Δίνει τη δυνατότητα χρήσης αμπερομέτρου και βολτόμετρου για την λήψη μετρήσεων στο εκάστοτε κύκλωμα και παρέχει αιτιολογία και εξήγηση για τα ευρήματα αυτά. Αποτέλεσε έμπνευση λόγω της απλότητας στη χρήση του των εξηγήσεων που παρέχει και λόγω του ευχάριστου και διασκεδαστικού του περιβάλλοντος.

The screenshot displays the CircuitLab web application interface. On the left is a vertical toolbar with various electronic components categorized into Essentials, DC Sources, Passive Elements, Voltage Signal Sources, Current Signal Sources, Operational Amplifiers, Diodes, BJTs, and MOSFETs. The main workspace features a grid background with a circuit diagram. The circuit includes a 1 kHz sine wave source (V1), a 10 Ω resistor (R\_SRC), a 1N5817 diode (D1), a 10 μF capacitor (C1), and a 100 Ω resistor (R\_LOAD). The input is labeled 'in' and the output is labeled 'out'. A central text box reads 'Welcome to CircuitLab!' and provides a list of instructions for using the interface. The bottom status bar shows 'Powered by CircuitLab - to learn about the full version, please visit www.CircuitLab.com!' and a 96% zoom level.

1. Click to open  
2. Click "Simulate"  
3. Click "Run Time-Domain Simulation"

## Welcome to CircuitLab!

This is a quick demo circuit to introduce you to the CircuitLab user interface

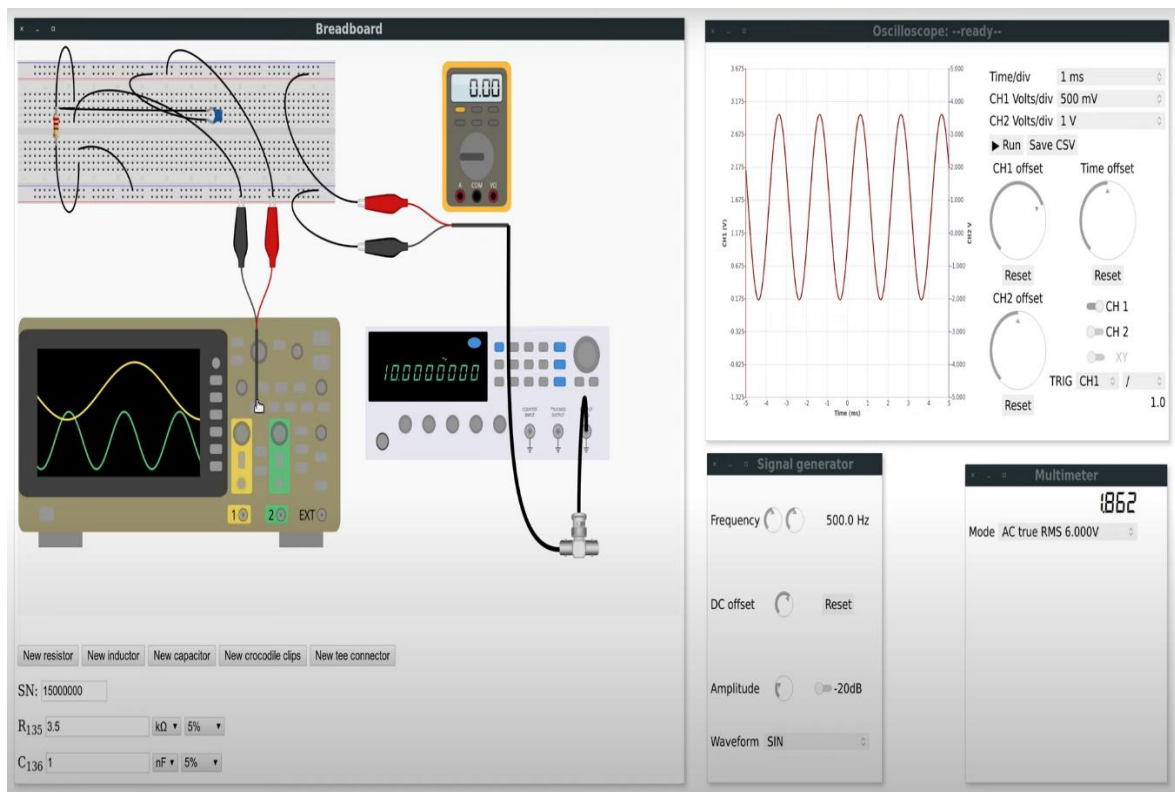
- 1) Zoom and pan around the schematic with **Ctrl+click** or **⌘+click**, mousewheel, or by using the pan and zoom tools at the corners of the bottom toolbar
- 2) Run the simulation from the "Simulate" tab at the bottom of the screen (click "Simulate", then click "Run Time Domain Simulation")
- 3) Modify the circuit by double-clicking any circuit element on the schematic, or by the right-click context menu (for example, change C1 to be 47μF)
- 4) Insert new components by dragging from the toolbar on the left (for example, add an LED in series with R\_LOAD)

If you'd like to try more advanced examples, use the Help menu (Help → Examples)  
If you'd like to start from a blank schematic, use the File menu (File → New)

Thanks and enjoy! :-)

Εικόνα 24 - CircuitLab [51]

Το CircuitLab είναι μια εφαρμογή προσομοίωσης αναλογικών ή ψηφιακών ηλεκτρικών κυκλωμάτων η οποία χρησιμοποιείται μόνο στο διαδίκτυο. Είναι μια καλοφτιαγμένη εφαρμογή και περιέχει μια εκτενή βιβλιοθήκη λειτουργιών πράγμα που κάνει τη χρήση της κατάλληλη για προχωρημένους αλλά και για αρχάριους χρήστες. Μια πολύ χρήσιμη λειτουργία της είναι η προσομοίωση γραφημάτων τα οποία μπορούν να εξαχθούν από την εφαρμογή για περαιτέρω ανάλυση. Δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν νέα ηλεκτρικά κυκλώματα αλλά παρέχει και προκαθορισμένα. Δεν είναι μια παιχνιδιοποιημένη εφαρμογή αλλά στοχεύει μόνο στην εκμάθηση έχοντας ένα επιστημονικό χαρακτήρα. Τέλος οι χρήστες πρέπει να πληρώσουν για τη χρήση της ενώ δίνεται και δωρεάν demo.



Εικόνα 25 - Breadboard Simulator [52]

Αυτή η εφαρμογή προσομοιώνει ηλεκτρικά κυκλώματα εφαρμοσμένα σε breadboard, αλλά εργαλεία όπως παλμογράφο και πολύμετρο. Δημιουργήθηκε από τον Balázs Dura-Konács και ανήκει στα open – source projects. Το περιβάλλον της προσομοίωσης είναι πολύ ρεαλιστικό χωρίς όμως η χρήση της εφαρμογής να είναι δύσκολη. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ηλεκτρικά κυκλώματα δικής του επιλογής με ρεαλιστικό τρόπο και να χρησιμοποιήσει αληθινά επιστημονικά εργαλεία για μετρήσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

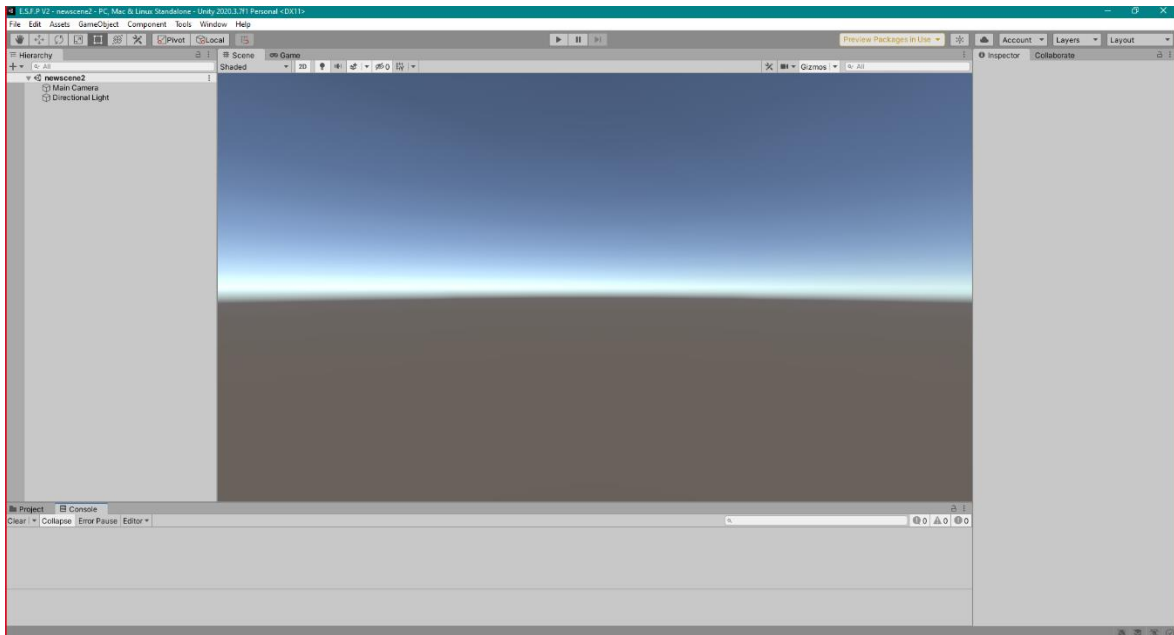
#### 5.1 Τεχνολογική επισκόπηση

##### 5.1.1 Παιχνιδομηχανή Unity



*Εικόνα 26 - Το λογότυπο της παιχνιδομηχανής [27]*

Η παιχνιδομηχανή (game engine) Unity είναι υλοποιημένη από την εταιρεία Unity Technologies και χρησιμοποιείται ανεξαρτήτου πλατφόρμας. Η πρώτη του εμφάνιση έγινε τον Ιούνιο του 2005 και χρησιμοποιούταν σε συσκευές με λειτουργικό σύστημα Mac OS για την ανάπτυξη παιχνιδιών [27]. Από το 2018 και έπειτα προστέθηκαν στο δυναμικό της επιπλέον 25 πλατφόρμες όπως τα Windows, το Linux, το WebGL και παιχνιδομηχανές όπως το PlayStation και το Xbox. Η πλατφόρμα Unity χρησιμοποιείται κυρίως για την δημιουργία παιχνιδιών σε δισδιάστατη και τρισδιάστατη μορφή, παιχνιδιών augmented ή virtual reality, αλλά και στην δημιουργία προσομοιώσεων. Με τις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται και αναλύεται το περιβάλλον εργασίας στην παιχνιδομηχανή Unity.



Εικόνα 27 - Unity Editor

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται το περιβάλλον εργασίας την παιχνιδομηχανής το οποίο χωρίζεται στα εξής υπό-παράθυρα:

**Toolbar:** Η γραμμή εργαλείων αποτελείται από πολλές ομάδες στοιχείων ελέγχου. Καθένα σχετίζεται με διαφορετικά μέρη του Editor.



Εικόνα 28 - Toolbar

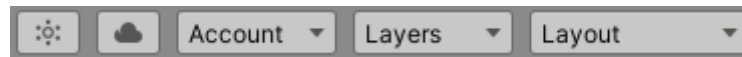
Αυτά τα κουμπιά αποτελούν τα λεγόμενα **Transform tools** και χρησιμοποιούνται στο παράθυρο απεικόνισης και διαχείρισης της σκηνής μας (Scene View). Το 1<sup>ο</sup> κουμπί (Hand Tool) επιτρέπει την περιήγηση μέσα στη σκηνή. Τα υπόλοιπα κουμπιά αφορούν με σειρά την μετακίνηση, την περιστροφή, τη αλλαγή της κλίμακας και την αλλαγή των διαστάσεων του επιλεγμένου αντικειμένου (Game Object).



Εικόνα 29 - Toolbar

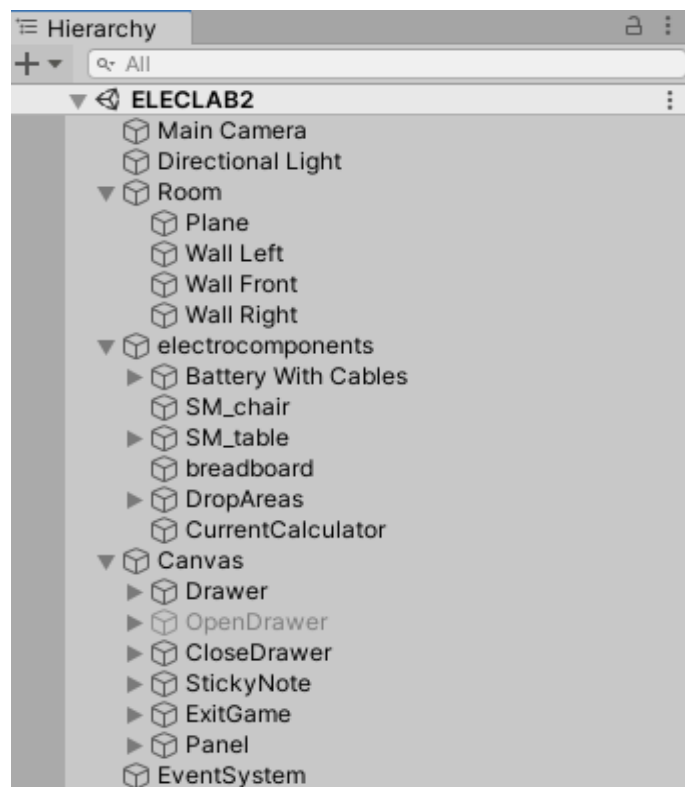


Με τη χρήση αυτών των δύο κουμπιών (Gizmos) επηρεάζεται η προβολή της σκηνής.



Εικόνα 30 - Toolbar

Από αριστερά προς τα δεξιά τα κουμπιά αυτά ανοίγουν ένα ξεχωριστό για το καθένα παράθυρο, τα οποία είναι, το παράθυρο του **Collaborate** δηλαδή η δυνατότητα να μοιραστείς τα αρχεία και τον κώδικά σου με άλλους χρήστες με τους οποίους συνεργάζεσαι για την δημιουργία αυτού του παιχνιδιού. Αμέσως μετά το παράθυρο με της υπηρεσίες της εταιρίας, την προεπισκόπηση του λογαριασμού μας, τη διαχείριση και εναλλαγή μεταξύ των επιπέδων απεικόνισης (Layers) και τέλος το παράθυρο με το οποίο μπορείς να αλλάξεις την θέση των προκαθορισμένων παραθύρων και να προσθέσεις καινούρια.

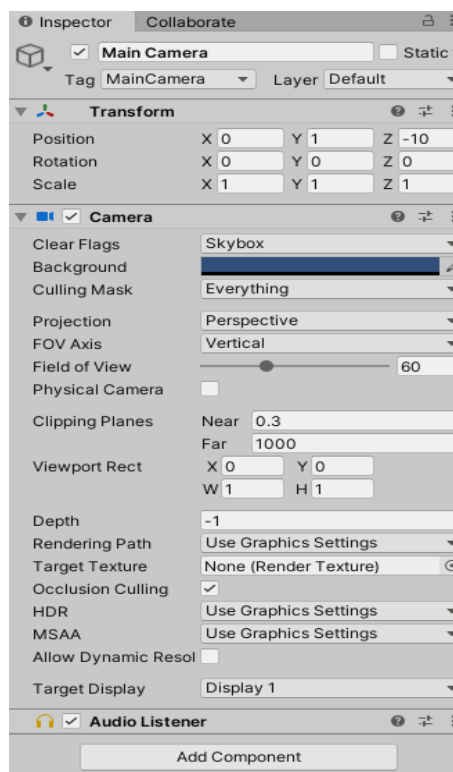


Εικόνα 31 - Hierarchy

Το παράθυρο **Hierarchy** εμφανίζει κάθε GameObject σε μια σκηνή, όπως μοντέλα, κάμερες ή προκατασκευές. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο Hierarchy για να ταξινομήσετε και να ομαδοποιήσετε τα GameObjects που χρησιμοποιείτε σε μια σκηνή. Όταν προσθέτετε ή αφαιρείτε GameObjects στην προβολή Σκηνή, τα προσθέτετε ή τα

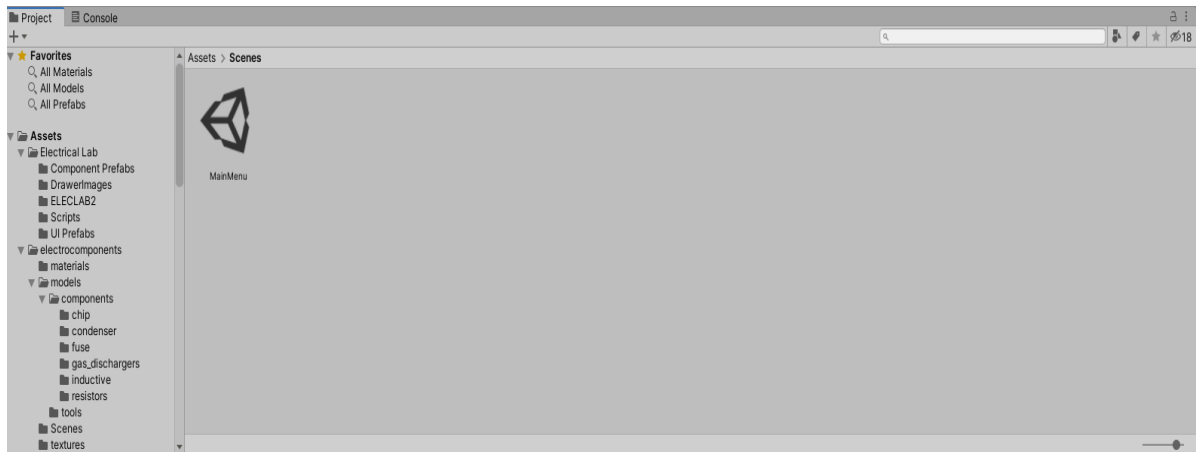
αφαιρείτε επίσης από το παράθυρο Hierarchy. Το παράθυρο Hierarchy μπορεί επίσης να περιέχει άλλες σκηνές, με κάθε Σκηνή να περιέχει τα δικά της GameObjects.

Το Unity χρησιμοποιεί την έννοια των ιεραρχιών γονέα-παιδιού, για να ομαδοποιήσει τα GameObjects. Ένα αντικείμενο μπορεί να περιέχει άλλα GameObjects που κληρονομούν τις ιδιότητές του. Μπορείτε να συνδέσετε GameObjects μεταξύ τους για να βοηθήσετε στη μετακίνηση, την κλίμακα ή τη μετατροπή μιας συλλογής GameObjects. Όταν μετακινείτε το αντικείμενο ανώτατου επιπέδου ή το γονικό GameObject, μετακινείτε επίσης όλα τα θυγατρικά αντικείμενα GameObject.



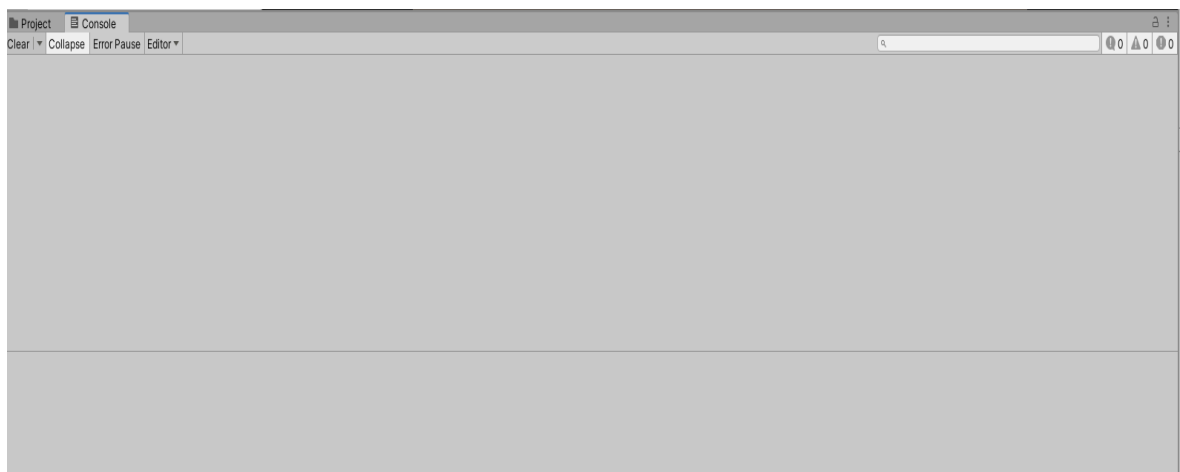
Εικόνα 32 - Inspector

Το παράθυρο **Inspector** χρησιμοποιείται για να προβληθούν και να επεξεργαστούν ιδιότητες και ρυθμίσεις για σχεδόν τα πάντα στο Unity Editor, συμπεριλαμβανομένων των GameObjects, Unity Components, Assets, Materials, ρυθμίσεις και προτιμήσεις στο πρόγραμμα επεξεργασίας.



Εικόνα 33 - Project Window

Το παράθυρο **Project** εμφανίζει όλα τα αρχεία που σχετίζονται με το Project σας και είναι ο κύριος τρόπος για την πλοήγηση και την εύρεση Assets και άλλων αρχείων στην εφαρμογή.



Εικόνα 34 - Console

Το παράθυρο της **Κονσόλας** εμφανίζει σφάλματα, προειδοποιήσεις και άλλα μηνύματα που δημιουργούνται από το Unity. Μπορεί να εμφανίσει τα δικά μηνύματα δημιουργημένα από το χρήστη τα οποία αποσκοπούν στην αποσφαλμάτωση χρησιμοποιώντας την κλάση Debug.



Εικόνα 35 - Game & Scene View

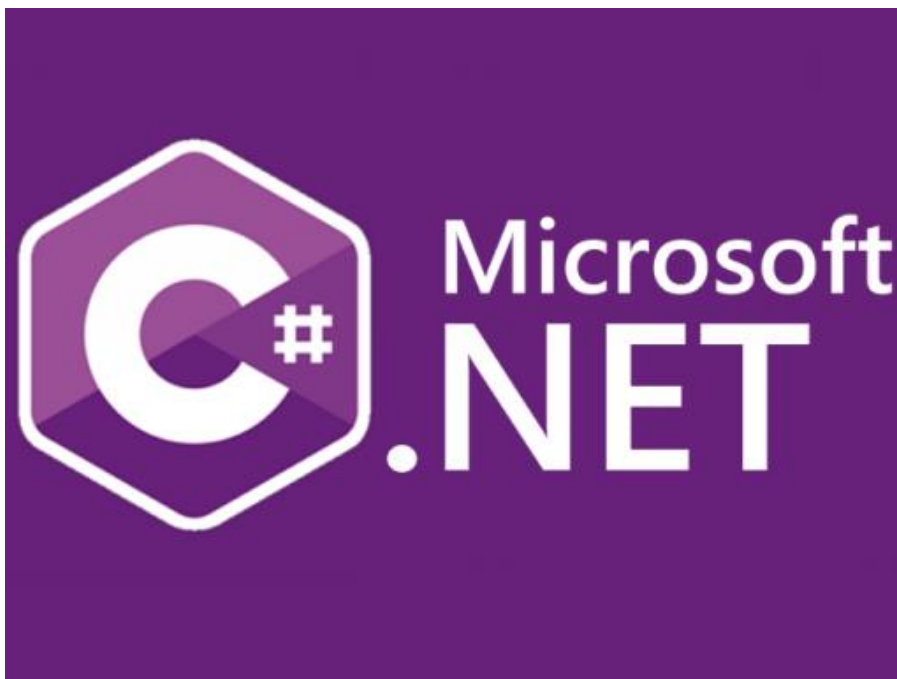
Το παράθυρο **Scene View** είναι η διαδραστική προβολή του κόσμου που δημιουργείται με τη βοήθεια της παιχνιδομηχανής. Χρησιμοποιείται για την επιλογή και τοποθέτηση σκηνικών, χαρακτήρων, καμερών, φωτών καθώς και κάθε άλλου τύπου GameObject.



Εικόνα 36 - Toolbar

Στο παράθυρο **Game View** απεικονίζεται το παιχνίδι μας και τρέχει σε δοκιμαστική μορφή και τα κουμπιά αυτά επιτρέπουν την έναρξη και την διακοπή της ροή του.

### 5.1.2 Γλώσσα προγραμματισμού C#



Εικόνα 37 - C# Logo

Η C# είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού η οποία κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 2000 και είναι υλοποιημένη από την Microsoft και σχεδιασμένη από τον **Anders Hejlsberg**. Η C# έχει πολλές ομοιότητες με την γλώσσα Java, η οποία είναι και αυτή αντικειμενοστραφής. Έχει σχεδιαστεί για να είναι οικονομική όσον αφορά την μνήμη που χρησιμοποιεί (χρησιμοποιώντας Garbage Collector) όμως δεν συγκρίνεται με τις επιδόσεις της C ή τις assembly [28]. Με το που δημιουργείται ένα C# script στο Unity γράφονται αυτομάτως οι παρακάτω γραμμές κώδικα στο αρχείο:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class MainPlayer : MonoBehaviour {

    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }
}
```

*Εικόνα 38 - C# Script template*

Αυτός ο κώδικας για να εκτελεστεί, θα πρέπει να έχει τοποθετηθεί σε ένα αντικείμενο του Scene View. Κάθε κώδικας που τοποθετείται σε ένα αντικείμενο κληρονομεί από την διεπαφή MonoBehaviour. Αν ο κώδικας δεν κληρονομεί από αυτήν την διεπαφή τότε δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε κανένα αντικείμενο. Η συνάρτηση Start() εκτελείται μια φορά στην αρχή της προσομοίωσης ενώ η Update() εκτελείται σε κάθε frame. Η συμπεριφορά του αντικειμένου δημιουργείται φτιάχνοντας δικές μας συναρτήσεις χρησιμοποιώντας το scripting API του Unity (Unity Engine). Επίσης σχεδόν πάντα είναι απαραίτητη και η χρήση συγκεκριμένων βιβλιοθηκών της C# (για παράδειγμα System.Collections).

## 5.2 Περιγραφή των βασικών αρχών της Ανάλυσης Κυκλωμάτων

Ο προσομοιωτής δημιουργήθηκε με σκοπό να δώσει μια εναλλακτική της εργαστηριακής πλευράς του μαθήματος «Ανάλυση Κυκλωμάτων» όταν η εκπαίδευση πραγματοποιείται αναγκαστικά εξ' αποστάσεως. Η χρήση της βοηθάει στην εκμάθηση των βασικών αρχών της ανάλυσης κυκλωμάτων, στην κατανόησή τους και επιτρέπει στο μαθητή - φοιτητή να πειραματιστεί με αυτές σε ένα φιλικό και διασκεδαστικό περιβάλλον.

Ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα είναι ένα σύστημα που αποτελείται από ηλεκτρονικά εξαρτήματα όπως αντιστάσεις, τρανζίστορ, πυκνωτές, επαγωγείς, δίοδοι και πολλά άλλα, συνδεδεμένα με καλώδια μέσω των οποίων μπορεί να ρέει ηλεκτρικό ρεύμα. Η κατασκευή κυκλωμάτων έχει να κάνει με την αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας για την κατασκευή χρήσιμων συσκευών για την καθημερινή μας ζωή.

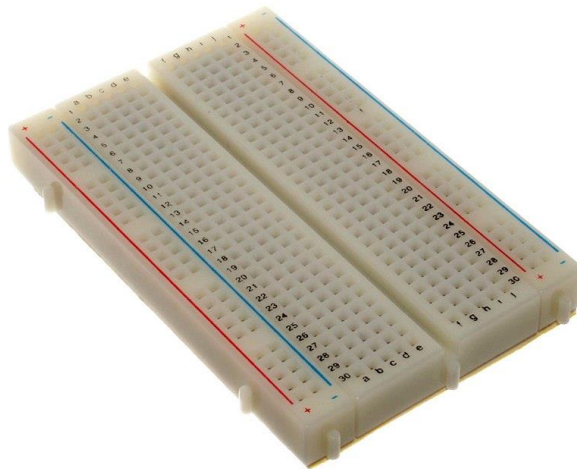
Ανάλυση κυκλώματος είναι η μαθηματική ανάλυση ενός ηλεκτρικού ή ηλεκτρονικού κυκλώματος. Είναι η διαδικασία μελέτης και ανάλυσης ηλεκτρικών μεγεθών μέσω υπολογισμών. Με αυτή την ανάλυση, μπορούμε να βρούμε τα άγνωστα στοιχεία ενός κυκλώματος, όπως τάση, ρεύμα, αντίσταση, σύνθετη αντίσταση, ισχύς, μεταξύ άλλων, σε όλη τη συνιστώσα του. Όταν κάνουμε ανάλυση κυκλώματος, πρέπει να κατανοήσουμε τα ηλεκτρικά μεγέθη, τις σχέσεις, τα θεωρήματα και ορισμένους βασικούς νόμους. Υπάρχουν δύο βασικοί νόμοι που πρέπει να ακολουθούνται για την ανάλυση κυκλώματος. Αυτοί είναι οι εξής: ο νόμος ρευμάτων (KCL) και ο νόμος της τάσης (KVL) του Kirchhoff.

Ο Νόμος ρευμάτων του Kirchhoff (KCL) είναι ένας από τους θεμελιώδεις νόμους που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση κυκλώματος. Δηλώνει πως το συνολικό ρεύμα που εισρέει σε μια διασταύρωση ή κόμβο ισούται με το ρεύμα που εκρέει από αυτόν, καθώς δεν χάνεται ρεύμα μέσα στον κόμβο. Με άλλα λόγια, δηλώνει ότι το συνολικό αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων που εισρέουν και εκρέουν από έναν κόμβο πρέπει να ισούται με μηδέν. Ο Gustav Kirchhoff στήριξε την ιδέα του στο νόμο της διατήρησης του φορτίου.

Ακόμη ένας θεμελιώδης νόμος- κανόνας που χρησιμοποιείται στην ανάλυση κυκλωμάτων είναι ο νόμος του Ohm. Ο νόμος του Ohm δηλώνει ότι το ρεύμα μέσω ενός αγωγού μεταξύ δύο σημείων είναι ευθέως ανάλογο με την τάση στα δύο σημεία καταλήγοντας στη συνήθη μαθηματική εξίσωση που περιγράφει αυτή τη σχέση  $I=V/R$ . Όπου  $I$  είναι το ρεύμα μέσω του αγωγού σε μονάδες αμπέρ,  $V$  είναι η τάση που μετριέται

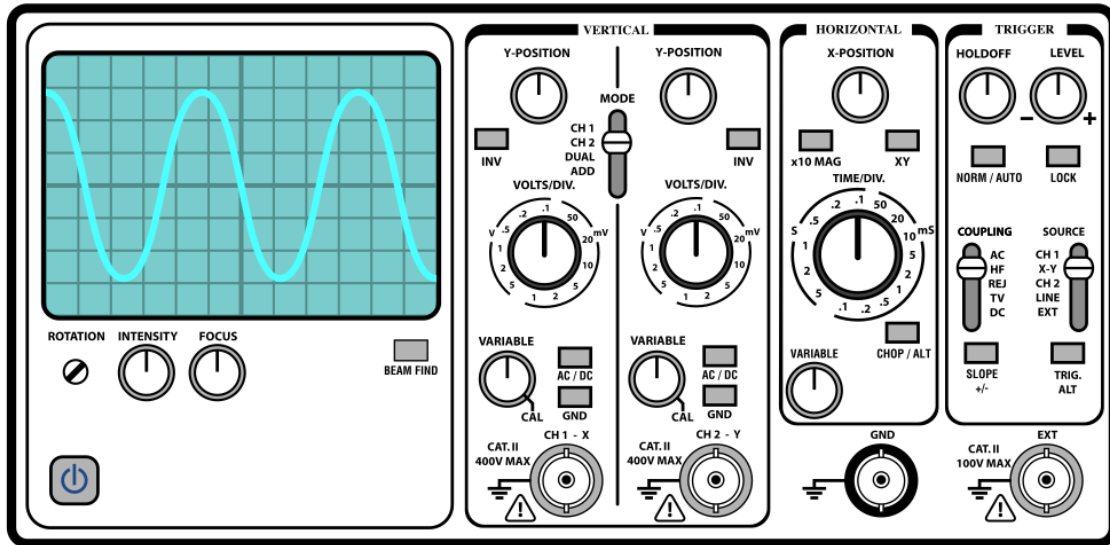
στον αγωγό σε μονάδες βολτ και  $R$  είναι η αντίσταση του αγωγού σε μονάδες ohms. Πιο συγκεκριμένα, ο νόμος του Ohm δηλώνει ότι το  $R$  σε αυτή τη σχέση είναι σταθερό, ανεξάρτητο από το ρεύμα. Εάν η αντίσταση δεν είναι σταθερή, η προηγούμενη εξίσωση δεν μπορεί να ονομαστεί νόμος του Ohm, αλλά μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί ως ορισμός της στατικής/ΣΡ αντίστασης. Ο νόμος του Ohm είναι μια εμπειρική σχέση που περιγράφει με ακρίβεια την αγωγιμότητα της συντριπτικής πλειονότητας των ηλεκτρικά αγώγιμων υλικών σε πολλές τάξεις μεγέθους ρεύματος. Ωστόσο, ορισμένα υλικά δεν υπακούουν στο νόμο του Ohm και αυτά ονομάζονται μη ωμικά.[29]

Στην εργαστηριακή πλευρά του μαθήματος οι φοιτητές δουλεύουν στο περιβάλλον εργαστήριου και χρησιμοποιούν τα λεγόμενα breadboards, αντιστάσεις, πυκνωτές και άλλα στοιχεία προκειμένου να δημιουργήσουν ένα κύκλωμα. Στη διάθεση τους υπάρχουν εξειδικευμένα μηχανήματα όπως το παλμογράφος (Oscilloscope), το πολύμετρο κ.α. που βοηθούν στην ανάλυση του.



*Εικόνα 39 - Breadboard [30]*

Το breadboard είναι μια απλή συσκευή που έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει τη δημιουργία ηλεκτρικών κυκλωμάτων χωρίς να χρειάζεται συγκόλληση (Soldering). Μέσα του υπάρχουν μεταλλικές λωρίδες που συνδέουν τις τρύπες στις οποίες τοποθετούνται τα ηλεκτρικά στοιχεία.[30]



Εικόνα 40 - Oscilloscope [31]

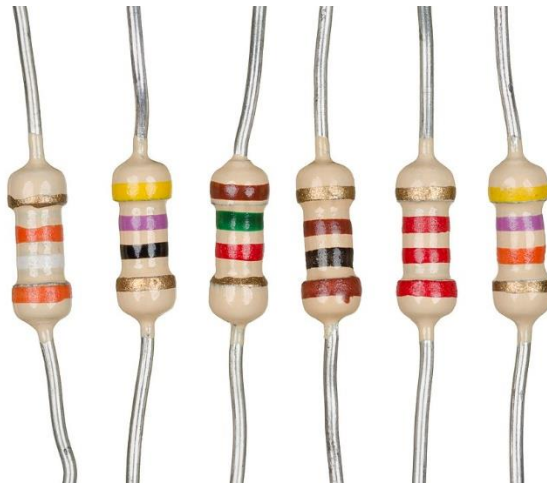
Ο παλμογράφος είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο δοκιμής που εμφανίζει γραφικά ποικίλες τάσεις σήματος, συνήθως ως βαθμονομημένη δισδιάστατη γραφική παράσταση ενός ή περισσότερων σημάτων σε συνάρτηση με το χρόνο. Η εμφανιζόμενη κυματομορφή μπορεί στη συνέχεια να αναλυθεί για ιδιότητες όπως το πλάτος, η συχνότητα, ο χρόνος ανόδου, το χρονικό διάστημα, η παραμόρφωση και άλλα. Αρχικά, ο υπολογισμός αυτών των τιμών απαιτούσε τη χειροκίνητη μέτρηση της κυματομορφής σε σχέση με τις κλίμακες που είναι ενσωματωμένες στην οθόνη του οργάνου. Τα σύγχρονα ψηφιακά όργανα μπορούν να υπολογίζουν και να εμφανίζουν απευθείας αυτές τις ιδιότητες.[31]





Εικόνα 41 - Πολύμετρο [32]

Το πολύμετρο έχει τη δυνατότητα να μετρά διάφορες ηλεκτρικές ιδιότητες. Το κλασικό πολύμετρο μετράει το ρεύμα, την τάση και την αντίσταση και είναι γνωστό και ως βολτόμετρο (VOM), καθώς η μονάδα είναι εξοπλισμένη με λειτουργικότητα βολτόμετρου, αμπερομέτρου και ωμόμετρου.[32]



Εικόνα 42 - Αντιστάσεις [33]

Η αντίσταση αποτελείται από δύο ακροδέκτες που εφαρμόζονται σε ένα κύκλωμα προκειμένου να εφαρμόσει την ηλεκτρική αντίστασή. Οι αντιστάσεις χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά κυκλώματα με σκοπό τη μείωση της ροής του ρεύματος, τη ρύθμιση των επιπέδων σήματος, τη διαίρεση των τάσεων, την πόλωση ενεργών στοιχείων και τον τερματισμό των γραμμών μεταφοράς, μεταξύ άλλων χρήσεων.[33]



Εικόνα 43 - Πυκνωτές [34]

Ο πυκνωτής είναι μια συσκευή που αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια σε ένα ηλεκτρικό πεδίο. Είναι ένα παθητικό ηλεκτρονικό εξάρτημα με δύο τερματικά. Η επίδραση ενός πυκνωτή είναι γνωστή ως χωρητικότητα. Ενώ υπάρχει κάποια χωρητικότητα μεταξύ οποιωνδήποτε δύο ηλεκτρικών αγωγών που βρίσκονται σε ένα κύκλωμα, ο πυκνωτής είναι ένα εξάρτημα σχεδιασμένο με σκοπό να προσθέτει χωρητικότητα στο κύκλωμα. Ο πυκνωτής ήταν αρχικά γνωστός ως συμπυκνωτής.[34]



Εικόνα 44 - Πηνία [35]

Ένας επαγωγέας, που ονομάζεται επίσης πηνίο, είναι ένα παθητικό ηλεκτρικό εξάρτημα δύο τερματικών που αποθηκεύει ενέργεια σε ένα μαγνητικό πεδίο όταν το ρέει ηλεκτρικό ρεύμα. Ένας επαγωγέας τυπικά αποτελείται από ένα μονωμένο σύρμα τυλιγμένο σε ένα πηνίο. Όταν το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο αλλάζει, το χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο επάγει μια ηλεκτροκινητική δύναμη (e.m.f.).[35]

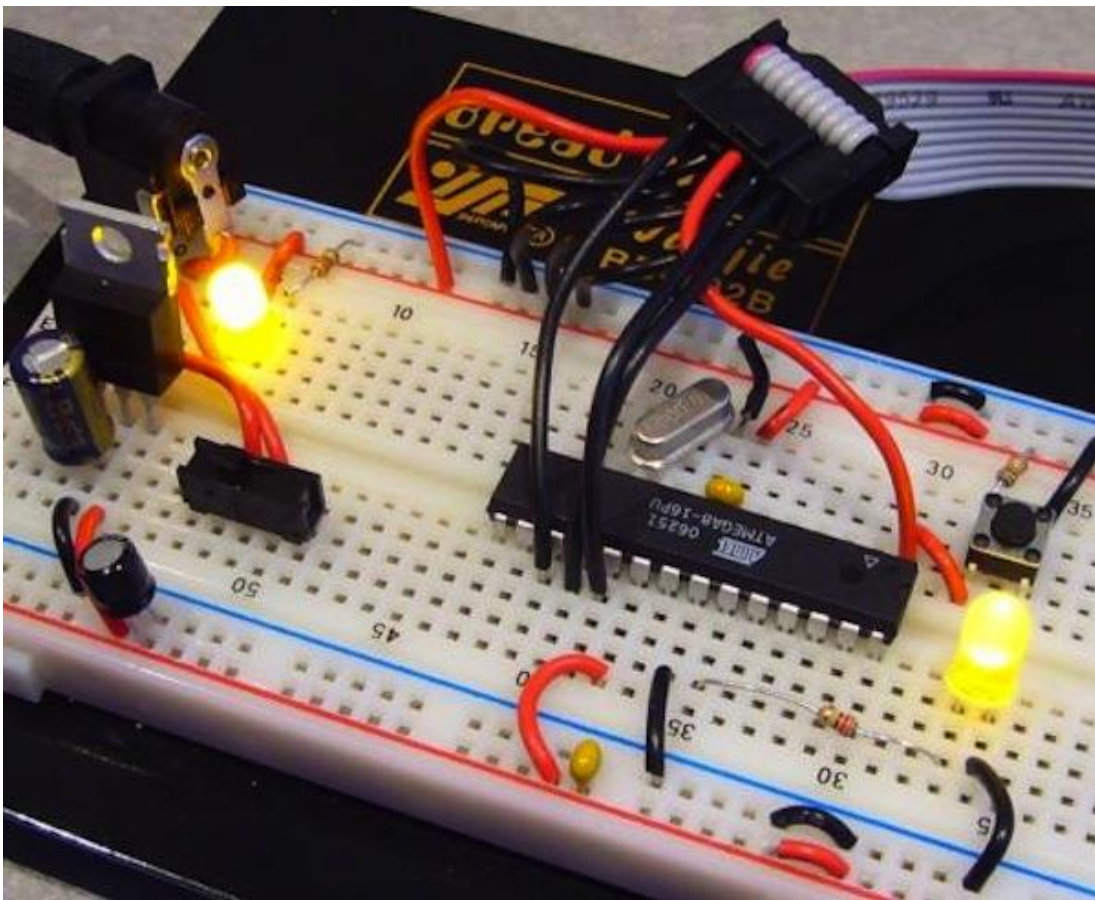


*Εικόνα 45 - Ηλεκτρική Ασφάλεια [36]*

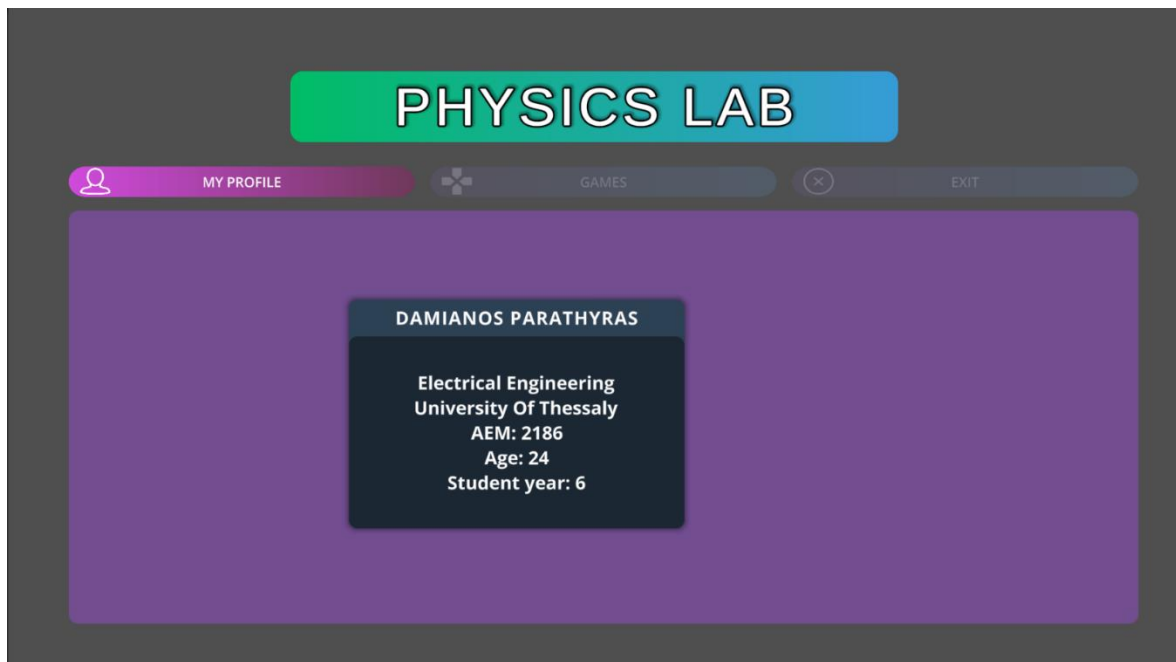
Η ασφάλεια είναι μια ηλεκτρική συσκευή ασφαλείας που λειτουργεί για να παρέχει προστασία από υπερένταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Το βασικό συστατικό του είναι ένα μεταλλικό σύρμα ή λωρίδα που λιώνει όταν το διαρρέει πολύ ρεύμα, διακόπτοντας έτσι τη ροή του ρεύματος.[36]

### 5.3 Λειτουργίες εφαρμογής

Η εφαρμογή αυτής της διπλωματικής δημιουργήθηκε με σκοπό οι φοιτητές να μπορούν να πειραματιστούν με τα κυκλώματα όπως στο εργαστήριο όταν δεν έχουν πρόσβαση σε αυτό. Με τη σκέψη πως οι βασικές έννοιες του μαθήματος και οι αρχές του εργαστηρίου είναι γνωστές η εφαρμογή προσομοιώνει το εργαστήριο χωρίς να είναι πλήρως ρεαλιστική. Έτσι η εμπειρία θα είναι πιο ευχάριστη και θα στοχεύει στην κατανόηση όχι στην πλήρη αναπαράσταση του εργαστηρίου. Για το λόγο αυτό στην προσομοίωση θεωρείται πως κάθε γραμμή του breadboard τροφοδοτείται με ρεύμα με σκοπό να αποφευχθεί η χρήση καλωδίων τροφοδότησης για κάθε χρησιμοποιούμενη γραμμή και στοιχείο, κάτι που απλοποιεί την εμφάνιση του κυκλώματος και βοηθάει στην κατανόηση και ανάλυση του. Επιπλέον η συχνότητα της τάσης του δικτύου θεωρείται σταθερή και ίση με 50 Hz διότι με αυτή την τιμή δίνεται στην Ελλάδα από το δίκτυο της ΔΕΗ.

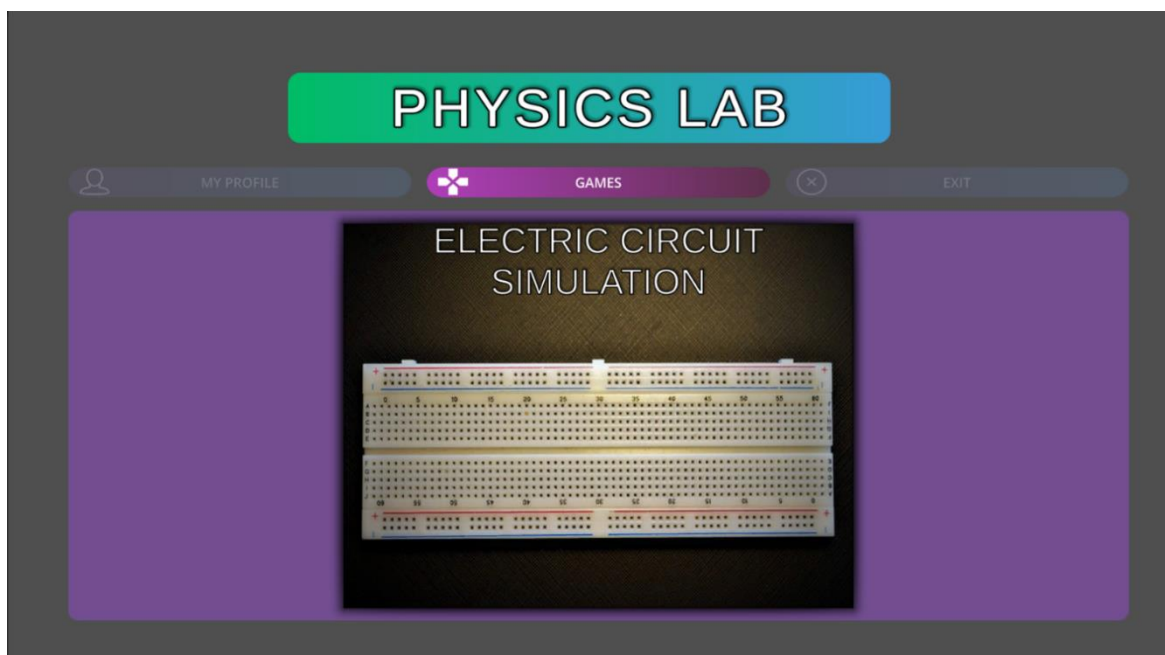


Εικόνα 46 - Παράδειγμα κυκλώματος σε αληθινό breadboard [37]



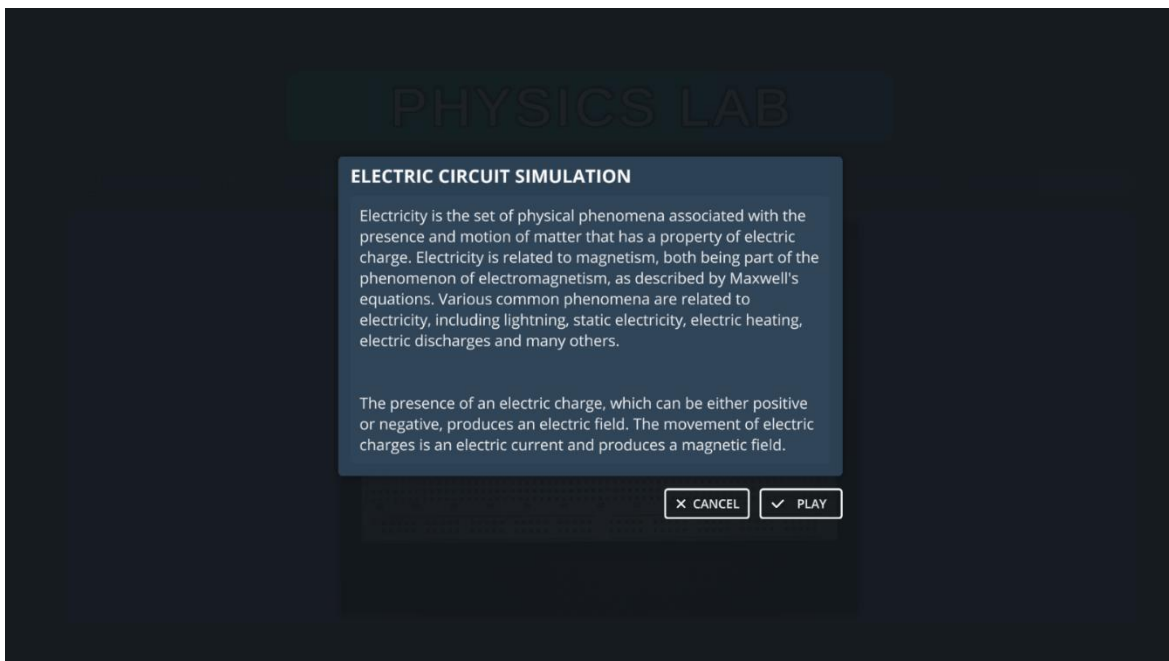
Εικόνα 47 - Σκηνή καλωσορίσματος

Στην παραπάνω εικόνα εμφανίζεται η 1<sup>η</sup> σκηνή που προβάλλεται στο χρήστη με το άνοιγμα της εφαρμογής. Στο παράθυρο «MY PROFILE» ( το προφίλ μου) εμφανίζονται στα ακαδημαϊκά στοιχεία του χρήστη.



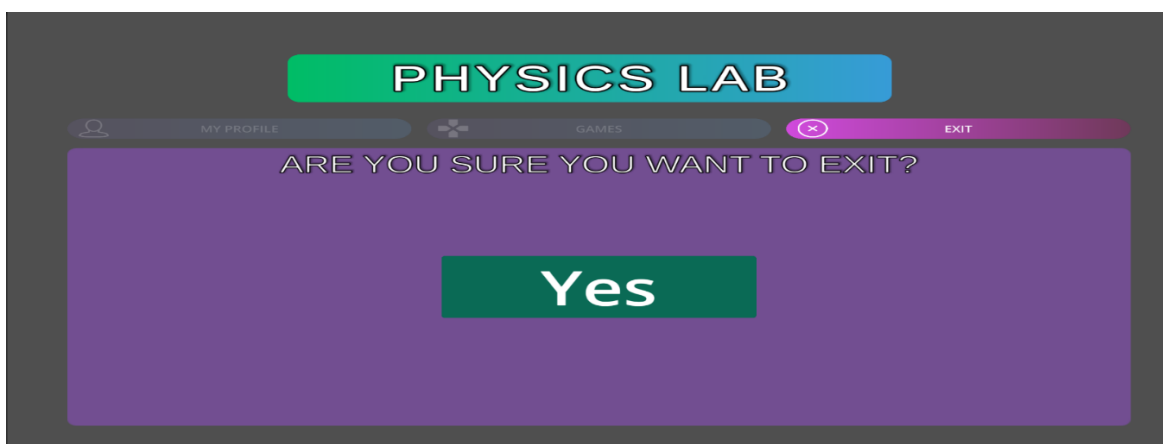
Εικόνα 48 - Παιχνίδια της εφαρμογής

Στο παράθυρο «Games» εμφανίζονται με μια αντιπροσωπευτική για το καθένα εικόνα τα παιχνίδια στα οποία έχει πρόσβαση ο χρήστης.



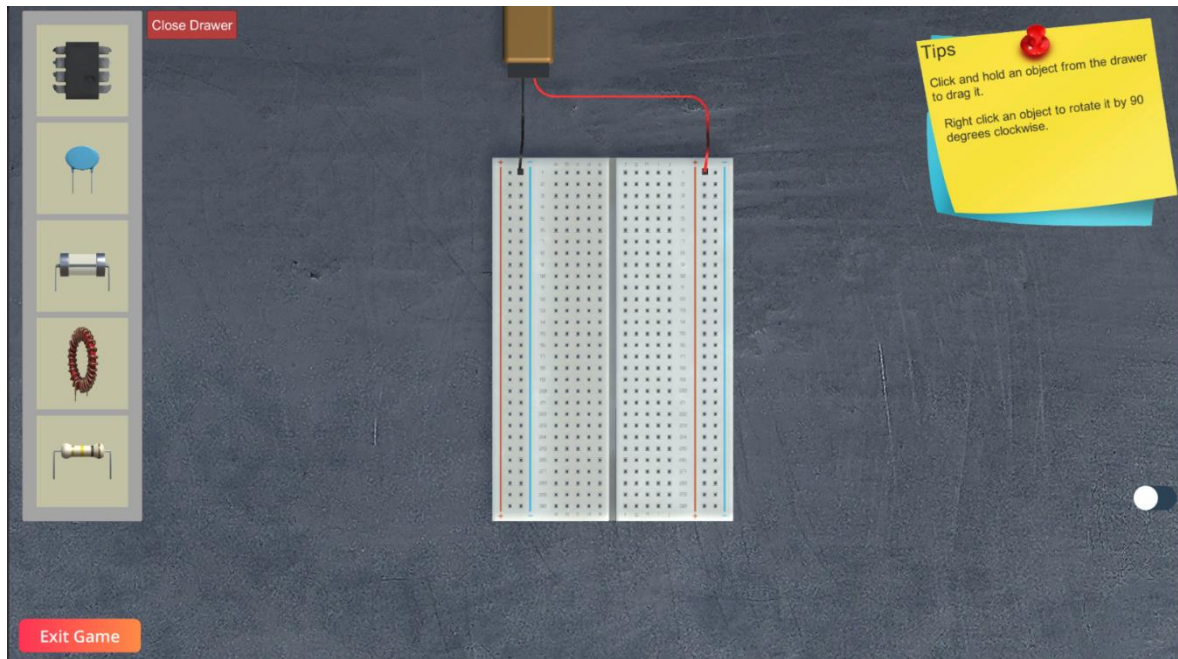
Εικόνα 49 - Περίληψη παιχνιδιού

Κάνοντας κλικ στο εκάστοτε παιχνίδι εμφανίζεται ένα pop-up window (αναδυόμενο παράθυρο) το οποίο περιέχει μια μικρή περίληψη του παιχνιδιού και δύο κουμπιά, ένα για επιστροφή στο menu και ένα για έναρξη του παιχνιδιού.



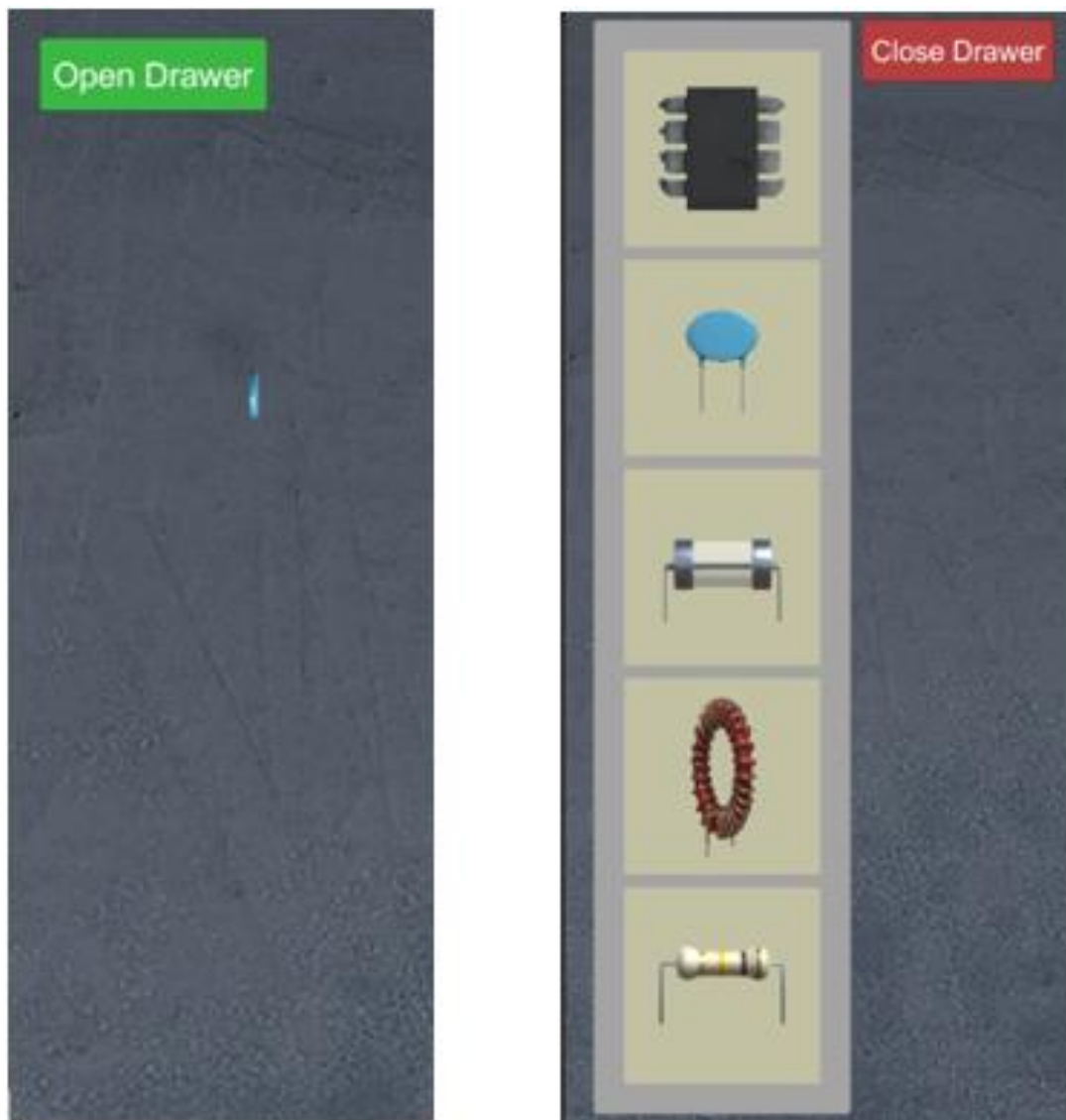
Εικόνα 50 - Παράθυρο εξόδου

Το τρίτο και τελευταίο παράθυρο αυτής της σκηνής το χρησιμοποιεί ο χρήστης για πραγματοποιήσει έξοδο από την εφαρμογή.



Εικόνα 51 - Η σκηνή της προσομοίωσης

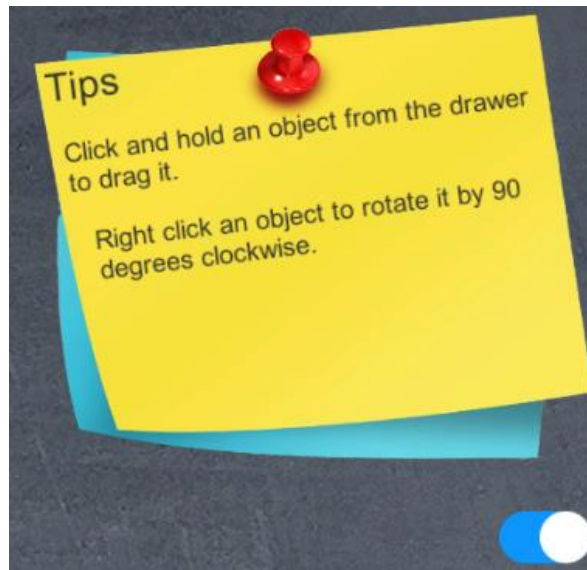
Στην εικόνα 4.25 βλέπουμε το περιβάλλον προσομοίωσης. Πρόκειται για μια 3D απεικόνιση ενός φανταστικού εργαστηρίου που η κάμερα βλέπει το δωμάτιο από ψηλά (top down view) κάτι που δίνει την αίσθηση ενός του 2D περιβάλλοντος. Ουσιαστικά έχει τοποθετηθεί ένα breadboard επάνω σε ένα γραφείο.



*Εικόνα 52 - Εικονικό συρτάρι*

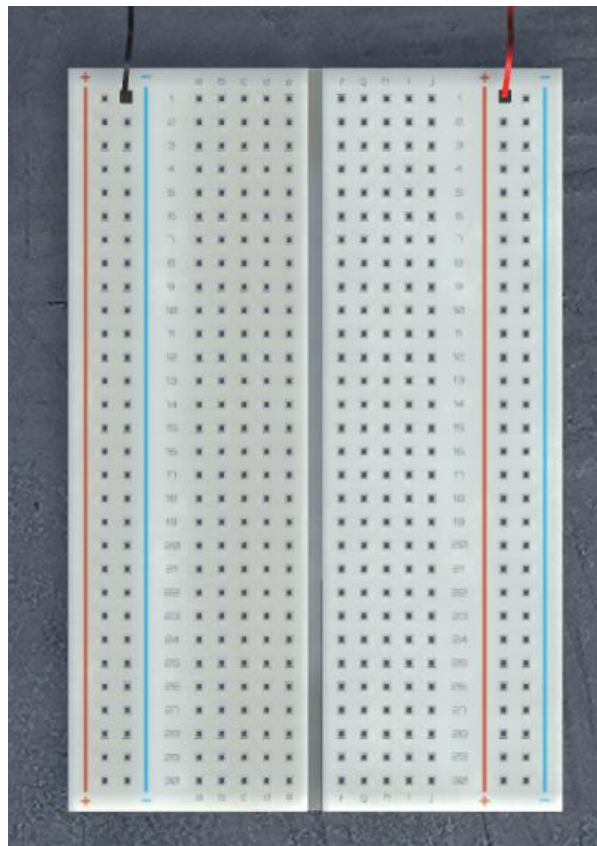
Με την χρήση UI (User Interface) αντικειμένων έχει δημιουργηθεί ένα εικονικό «συρτάρι» και δύο κουμπιά, ένα για την εμφάνιση και ένα για την απόκρυψη του από τη σκηνή. Σε αυτό υπάρχουν πέντε εικονίδια και κάθε ένα αντιπροσωπεύει ένα ηλεκτρικό στοιχείο. Ο χρήστης κάνοντας click and hold πάνω σε ένα εικονίδιο μπορεί να σύρει αντικείμενα με τη χρήση «Drag and drop» συστήματος για να τα τοποθετήσει όπου επιθυμεί μέσα στη σκηνή, δηλαδή επάνω στο εικονικό γραφείο ή το breadboard.





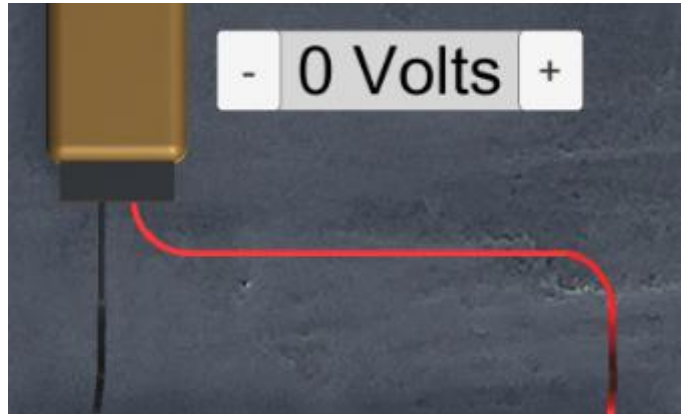
*Εικόνα 53 - Παράθυρο συμβουλών*

Στο παράθυρο αυτό απεικονίζεται μήνυμα προς το χρήστη που περιέχει συμβουλές-εξηγήσεις για τις λειτουργίες της προσομοίωσης. Ακριβώς πιο κάτω υπάρχει ένας διακόπτης για την εμφάνιση και απόκρυψη του παραθύρου.



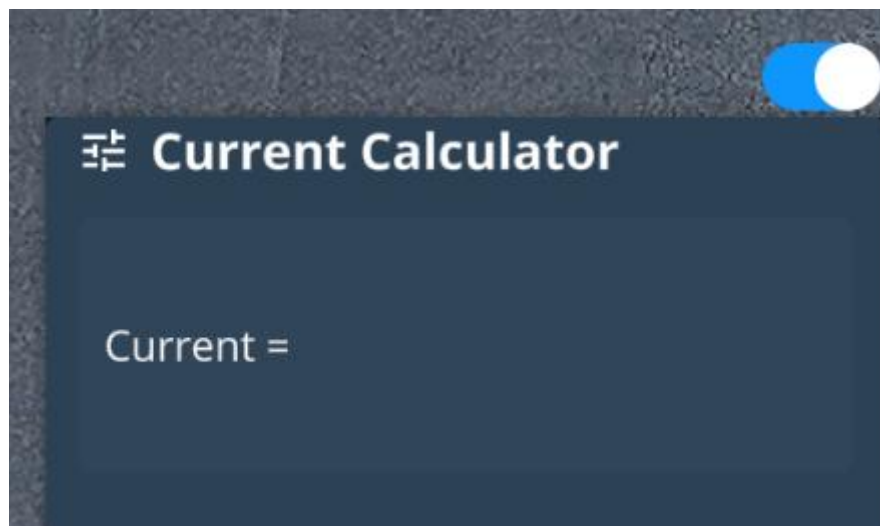
*Εικόνα 54 - Εικονικό breadboard*

Όπως προαναφέρθηκε ο χρήστης σύροντας-μετακινώντας ένα στοιχείο μπορεί να τοποθετήσει στο σημείο που θέλει στο breadboard, αν ο χρήστης δεν το τοποθετήσει με ακρίβεια στις τρύπες τότε η εφαρμογή το τοποθετεί στις δύο πιο κοντινές.



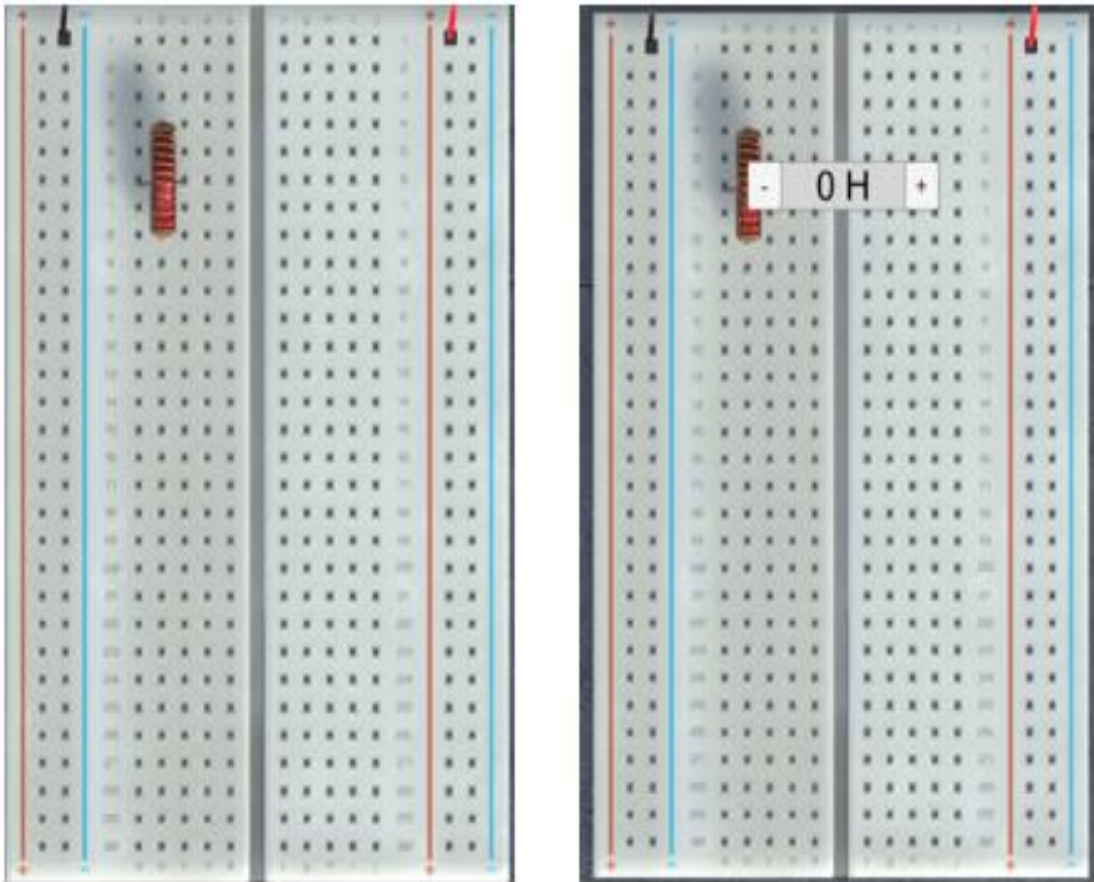
Εικόνα 55 - Εικονική πηγή ρεύματος

Το breadboard συνδέεται με μια πηγή για να τροφοδοτείται με ρεύμα. Κάνοντας κλικ σε αυτή εμφανίζεται pop-up window στο οποίο αναγράφεται η τιμή της τάσης της σε Volt, η οποία μπορεί να μεταβληθεί πατώντας τα κουμπιά «συν» και «πλην».



Εικόνα 56 - Παράθυρο υπολογισμού ρεύματος

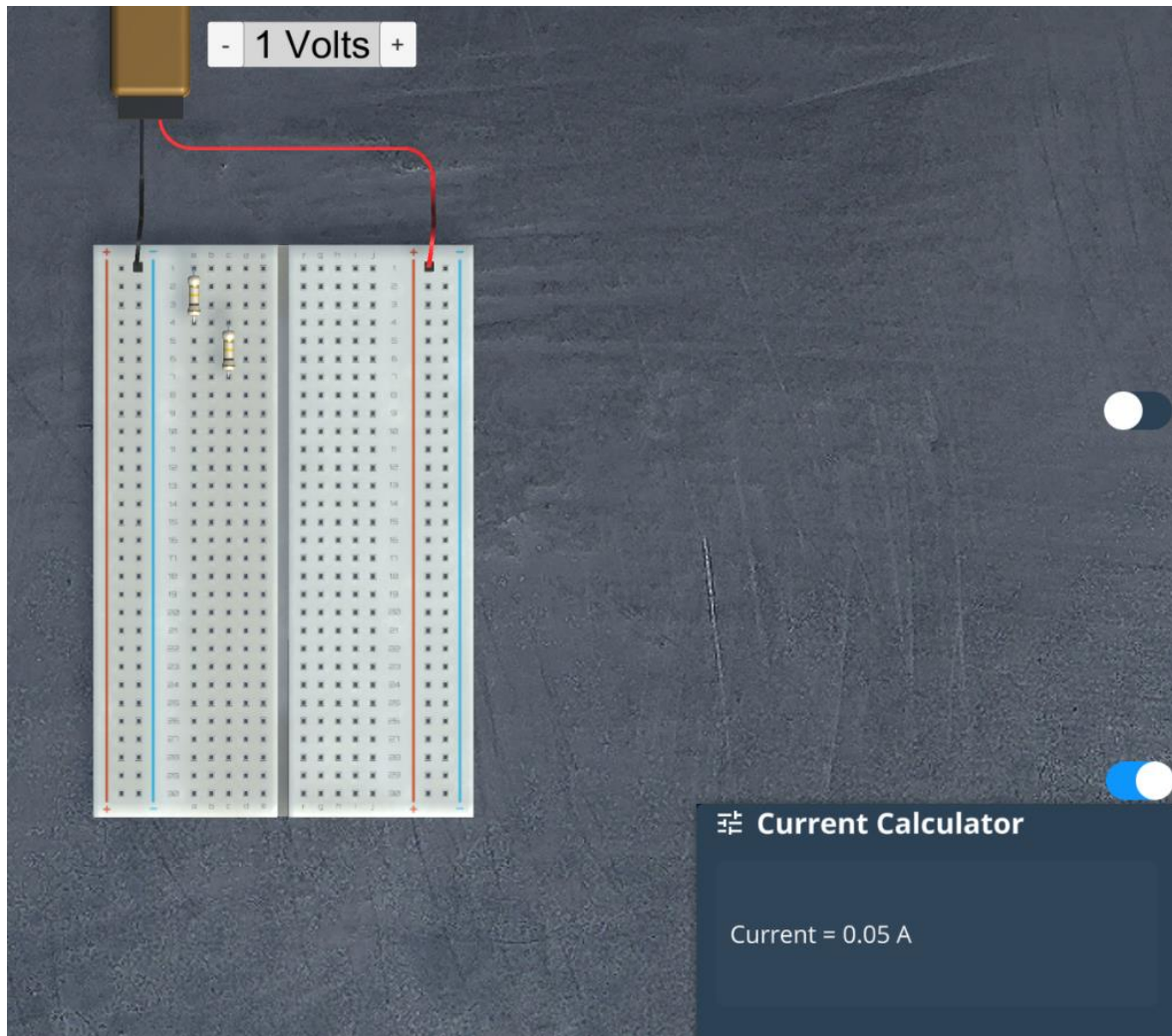
Σε αυτό το παράθυρο εμφανίζεται η τιμή του ρεύματος σε Amper εφόσον το κύκλωμα που έχει δημιουργήσει ο χρήστης είναι κλειστό αλλιώς εμφανίζεται μήνυμα λάθους.



Εικόνα 57 - Παράθυρο μεταβολής τιμής

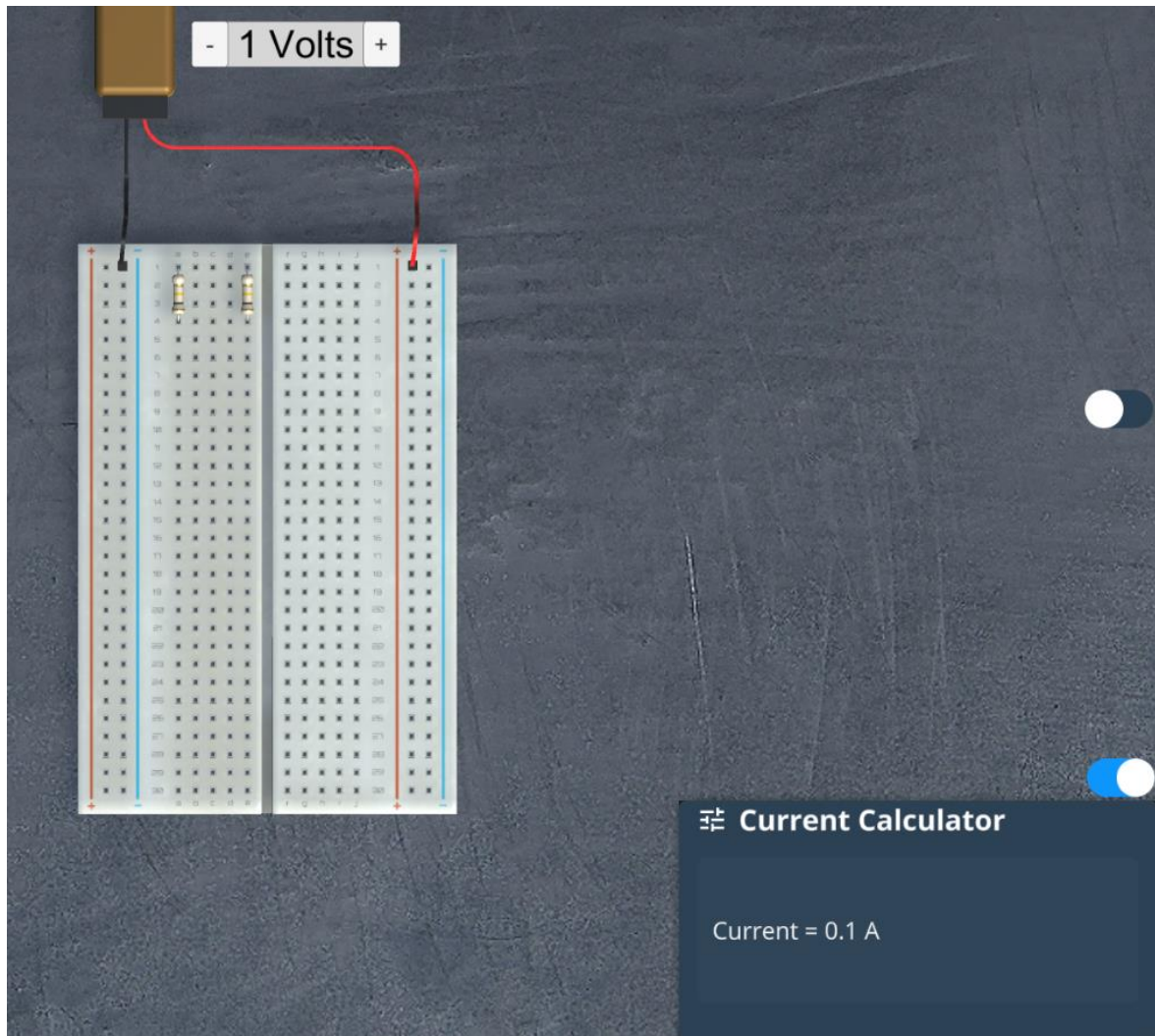
Το παράθυρο αυτό έχει την ίδια λογική με αυτό της μπαταρίας δηλαδή σε αυτό ο χρήστης βλέπει και μεταβάλλει την τιμή του στοιχείου με τη διαφορά πως εμφανίζεται με δεξί κλικ στο αντικείμενο και μόνο όταν αυτό έχει τοποθετηθεί σωστά στο breadboard.

Στη συνέχεια με την βοήθεια εικόνων μέσα από το παιχνίδι (screenshots) θα ακολουθήσουν παραδείγματα κυκλωμάτων στο breadboard και η ανάλυση τους.



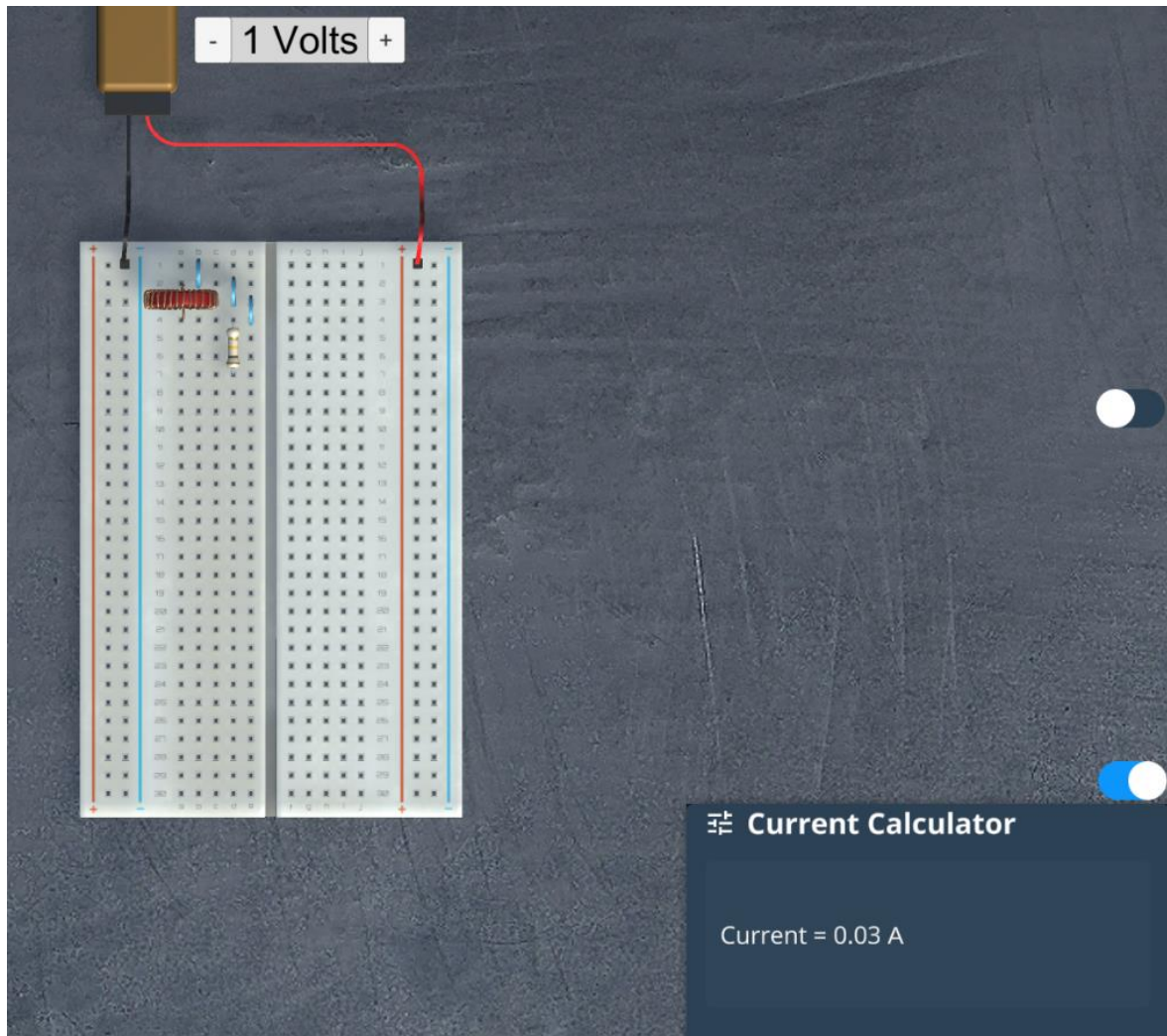
Εικόνα 58 - Αντιστάσεις σε σειρά

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.33 έχει δημιουργηθεί ένα απλό κύκλωμα με δύο μόνο αντιστάσεις συνδεδεμένες σε σειρά. Αυτό γίνεται αντιληπτό επειδή στη σειρά του breadboard που τελειώνει η πρώτη αντίσταση ξεκινάει η δεύτερη. Θεωρώντας ότι οι αντιστάσεις έχουν και οι δύο τιμή 10 Ohm και η μπαταρία τάση 1 Volt το συνολικό ρεύμα υπολογίζεται σε 0.05 Amper. Πιο συγκεκριμένα  $R = R_1 + R_2 = 10 + 10 = 20$  Ohm και σύμφωνα με το νόμο του Ωμ έχουμε  $I = V/R \Rightarrow I = 1/20 = 0.05$  A.



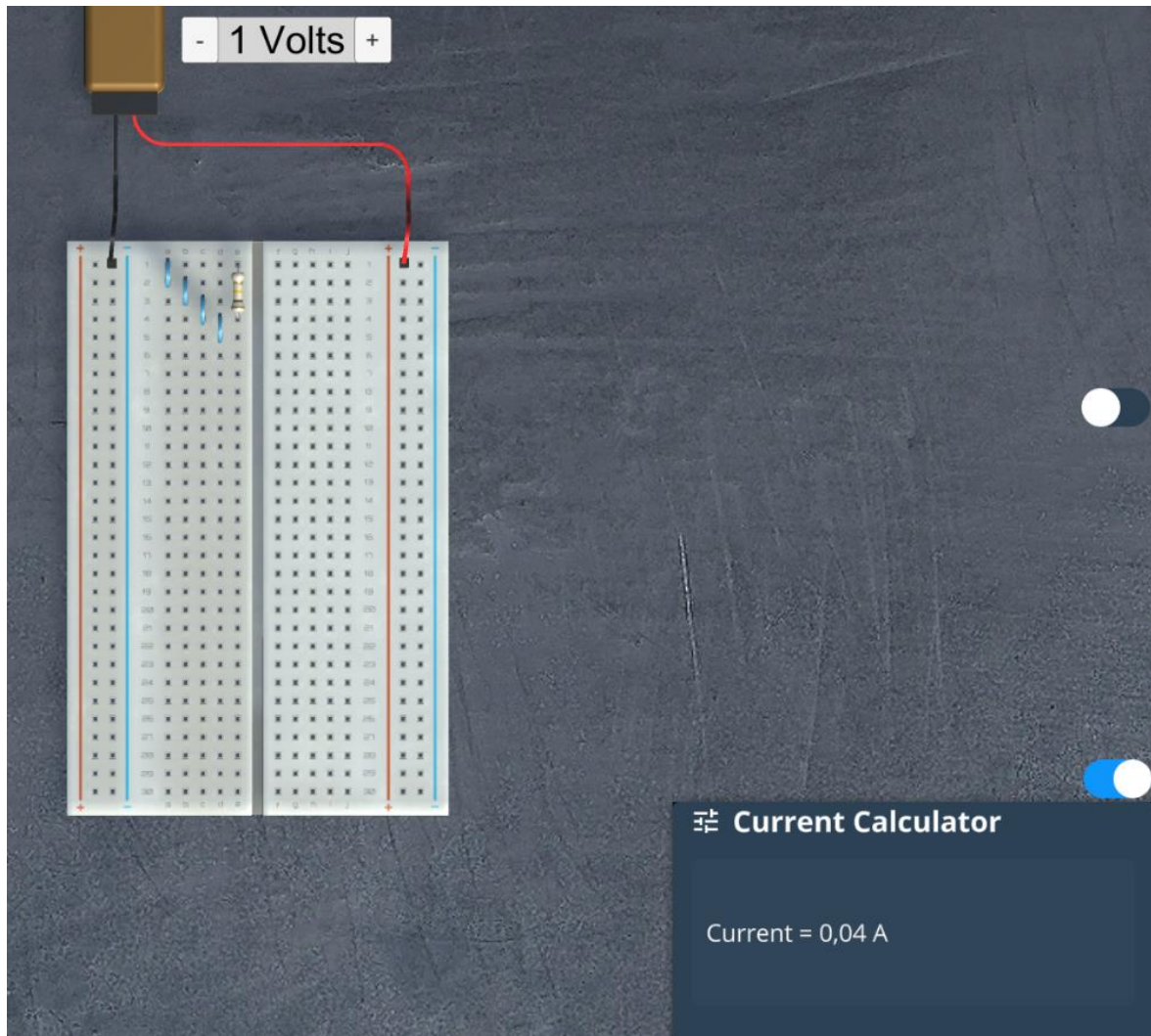
Εικόνα 59 - Αντιστάσεις συνδεμένες παράλληλα

Σε αυτό το παράδειγμα έχουν τοποθετηθεί δύο αντιστάσεις στο breadboard συνδεμένες παράλληλα. Αυτό είναι γνωστό διότι και οι δύο αντιστάσεις ξεκινούν και τελειώνουν στις ίδιες σειρές του breadboard. Θεωρώντας ότι οι αντιστάσεις έχουν και οι δύο τιμή 10 Ohm και η μπαταρία τάση 1 Volt το συνολικό ρεύμα υπολογίζεται σε 0.1 Amper. Πιο συγκεκριμένα  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$  οπότε  $R = (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2) = (20 \times 20) / (20 + 20) = 400/40 = 10 \text{ Ohm}$  και σύμφωνα με το νόμο του Ohm έχουμε  $I = V/R$   $I = 1/10 = 0.1 \text{ A}$ .



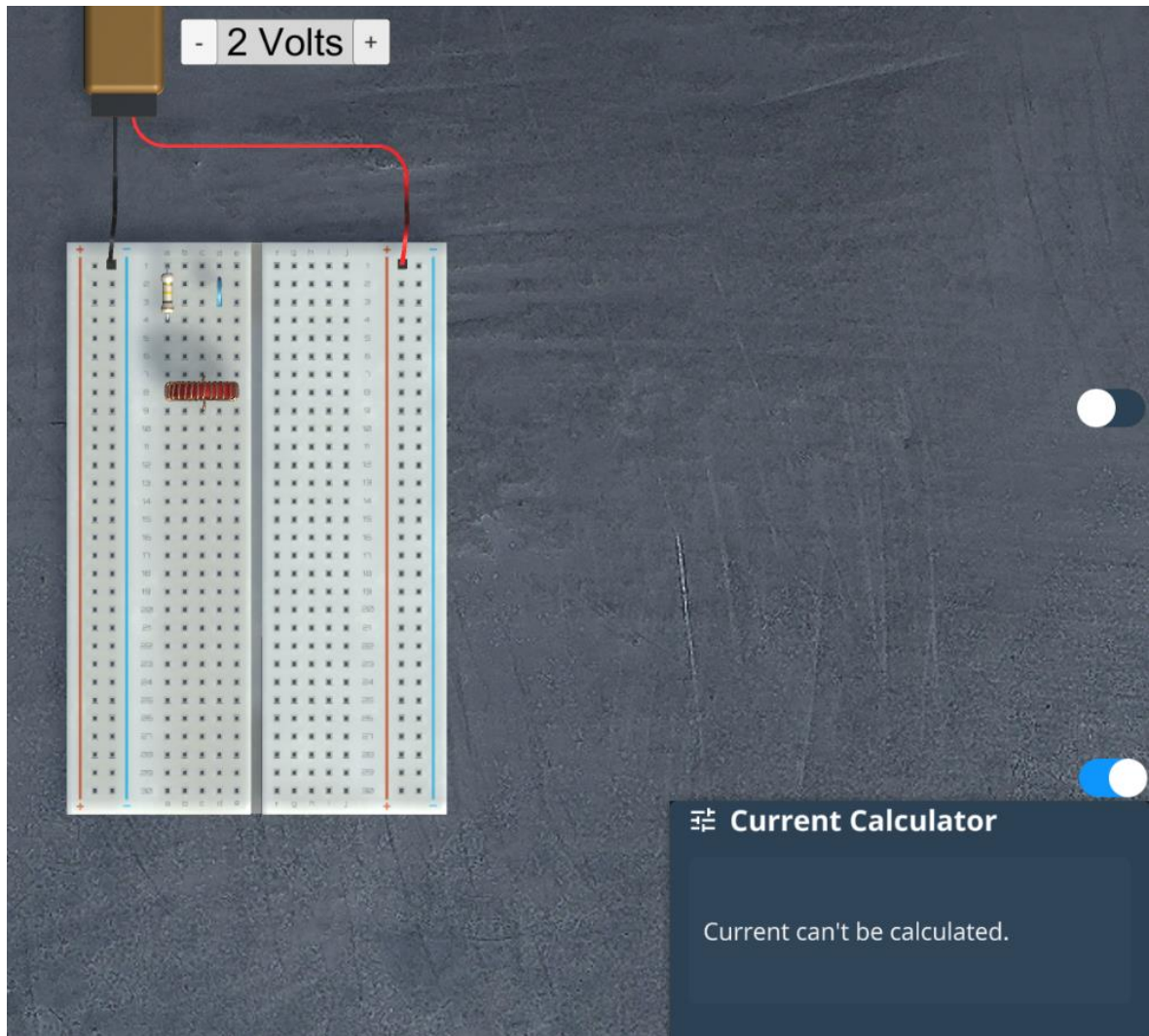
Εικόνα 60 - Παράδειγμα πολύπλοκου κυκλώματος

Σε αυτό το παράδειγμα θεωρείται πως όλοι οι πυκνωτές έχουν τιμή ίση με 3 mF, το πηνίο 0,1 H και αντίσταση 10 Ohm. Έτσι  $Z_C = 1/(2\pi \times 50 \times 0.003) = 10 \text{ Ohm}$  και  $Z_L = 2\pi \times 50 \times 0,1 = 30 \text{ Ohm}$  κατά προσέγγιση. Σύμφωνα με την διάταξη των στοιχείων στο breadboard ο 1<sup>ος</sup> πυκνωτής συνδέεται σε σειρά με το υποκύκλωμα που αποτελούν το πηνίο με τον 2<sup>ο</sup> και τον 3<sup>ο</sup> πυκνωτή. Στο υποκύκλωμα αυτό οι δύο πυκνωτές συνδέονται σε σειρά και οι δύο μαζί παράλληλα με το πηνίο. Οπότε  $Z_C = Z_{C2} + Z_{C3} = 2 \times Z_{C2} = 20 \text{ Ohm}$  και  $Z_{LC} = (Z_L \times Z_C) / (Z_L + Z_C) = (30 \times 20) / (30 + 20) = 600 / 50 = 12 \text{ Ohm}$ . Αφού όπως προαναφέρθηκε ο 1<sup>ος</sup> πυκνωτής είναι σε σειρά με το υποκύκλωμα έχουμε  $Z_{LC2} = Z_{LC} + Z_{C1} = 10 + 12 = 22 \text{ Ohm}$ . Τέλος όλα τα προηγούμενα στοιχεία συνδέονται σε σειρά με την αντίσταση οπότε το ολικό  $Z = Z_{LC2} + R = 10 + 22 = 32 \text{ Ohm}$ . Έτσι καταλήγουμε πως  $I = V / Z = 1 / 32 = 0,03 \text{ Amper}$ .



Εικόνα 61 - Δεύτερο παράδειγμα πολύπλοκου κυκλώματος

Θεωρείται πως οι τιμές των στοιχείων είναι 3mF για κάθε πυκνωτή και 30 Ohm για την αντίσταση. Από το breadboard φαίνεται πως οι τρεις πρώτοι πυκνωτές είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους σε σειρά οπότε  $Z_C = Z_{C1} + Z_{C2} + Z_{C3} = 3 \times Z_{C1} = 3 \times 1/(2\pi \times 50 \times 0.003) = 30$  Ohm. Όλοι μαζί αποτελούν υποκύκλωμα που συνδέεται παράλληλα με την αντίσταση έτσι  $Z_{CR} = (Z_C \times R)/(Z_C + R) = 30 \times 30 / (30 + 30) = 900/60 = 15$  Ohm. Τέλος όλα τα προηγούμενα στοιχεία συνδέονται σε σειρά με τον 4<sup>ο</sup> πυκνωτή οπότε το ολικό  $Z = Z_{CR} + Z_{C4} = 25$  Ohm και το ρεύμα  $I = V / Z = 1 / 25 = 0,04$  Amber.



Εικόνα 62 - Παράδειγμα ανοιχτού κυκλώματος

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.37 τα στοιχεία που είναι τοποθετημένα στο breadboard δεν συνδέονται σωστά οπότε έχουμε ανοιχτό κύκλωμα και το ρεύμα δεν μπορεί να υπολογιστεί, έτσι η εφαρμογή εμφανίζει μήνυμα λάθους.



## 5.4 Συγκριτική μελέτη της εφαρμογής

Για την δημιουργία αυτής της εφαρμογής πηγή άντλησης ιδεών αποτέλεσαν όλες οι εφαρμογές που αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 4.2. Πολλά είναι τα κοινά σημεία μεταξύ αυτών αλλά υπάρχουν και σαφείς διαφορές. Μια κατάλληλη εφαρμογή για σύγκριση αποτελεί το CircuitLab γιατί βασίζεται σε ανάλογη φιλοσοφία. Αναλυτικότερα:

- Κοινός στόχος και των δύο είναι να δώσουν τη δυνατότητα στο χρήστη να πειραματιστεί με τα ηλεκτρικά κυκλώματα σε ένα εικονικό περιβάλλον.
- Είναι σχεδιασμένες ώστε ο χρήστης να μπορεί να επαληθεύσει τις εργασίες του και να εντοπίσει τυχόν λάθη του.
- Παρέχουν ελευθερία επιλογών στο χρήστη παρέχοντας του τα κατάλληλα εργαλεία.
- Η ευελιξία τους τις καθιστά κατάλληλα εκπαιδευτικά εργαλεία που μπορούν να ενταχθούν σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης.
- Σημαντικότερη διαφορά αποτελεί το περιβάλλον στο οποίο εντάσσουν το χρήστη, ενώ το CircuitLab στηρίζεται σε μια 2D προσομοίωση ενός τετραδίου η συγκεκριμένη εφαρμογή προσομοιώνει ένα φανταστικό εργαστήριο σε 3D μορφή.
- Το CircuitLab είναι μια εφαρμογή επιστημονικού χαρακτήρα πλήρως ανεπτυγμένη και απευθύνεται σε χρήστες που εξοικειωμένους με το αντικείμενο της ανάλυσης κυκλωμάτων.
- Οι δυνατότητες ανάλυσης που παρέχει το CircuitLab είναι σημαντικά περισσότερες από την συγκεκριμένη εφαρμογή γιατί έχει πιο ευρύ αντικείμενο.
- Η ρεαλιστική απεικόνιση των κυκλωμάτων στην εφαρμογή αυτής της διπλωματικής κεντρίζει πιο εύκολα το ενδιαφέρον του χρήστη δίνοντας του μια πιο σαφή εικόνα της χρήσης των ηλεκτρικών στοιχείων.
- Η απλότητα της συγκεκριμένης εφαρμογής την καθιστά κατάλληλο εργαλείο σε κατώτερες βαθμίδες εκπαίδευσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από σχετικά αρχάριους χρήστες.
- Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως το CircuitLab δεν ακολουθεί τις αρχές του Gamification γιατί έχει έναν ξεκάθαρα εκπαιδευτικό χαρακτήρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΝΟΨΗ

#### 6.1 Συμπεράσματα

Οι τεχνολογικές προκλήσεις της εποχής μας καθιστούν επιτακτική την ανάγκη ένταξης σύγχρονων ψηφιακών εργαλείων στην εκπαίδευση. Η διδακτική τεχνική του Gamification είναι ένα σπουδαίο εργαλείο που χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Επιτρέπει στους μαθητές τη συγκέντρωση της προσοχής τους και στους εκπαιδευτικούς την καλύτερη συνεργασία με τους μαθητές τους. Έτσι η μαθησιακή διαδικασία από επίπονη και αγχωτική γίνεται ενδιαφέρουσα και ελκυστική.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό τόσο τη μελέτη και κατανόηση των συστημάτων του Gamification όσο και την ανάπτυξη και τη εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος στην εκπαίδευση. Δημιουργήθηκε λοιπόν μια προσομοίωση του εργαστηρίου του μαθήματος «Ανάλυση Κυκλωμάτων». Στόχος της δημιουργίας της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι να αποτελέσει τη βάση για ένα νέο εξελίξιμο μηχανισμό που θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τα εργαλεία που σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στόχο έχουν να παρέχουν στοχευμένα κατάλληλα κίνητρα στους χρήστες-φοιτητές για περεταίρω ενασχόληση με το αντικείμενο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

## 6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις του προσομοιωτή

Ο προσομοιωτής που σχεδιάστηκε είναι άρτια και λειτουργική, είναι δομημένος πάνω στις βασικές αρχές του Gamification και αναπαριστά ψηφιακά το ρεαλιστικό περιβάλλον ενός εργαστηρίου. Λόγω της απλής του σχεδίασης μπορεί να δεχτεί αλλαγές ή βελτιώσεις όπως:

- Ανασχεδιασμό για χρήση σε κατώτερες βαθμίδες εκπαίδευσης.
- Πρόσθεση επιπλέον επιστημονικών εργαλείων που θα επιτρέπουν μεγαλύτερη ανάλυση των κυκλωμάτων, όπως παλμογράφο πολύμετρο κ.α. .
- Δημιουργία server που θα δίνει την δυνατότητα ανταλλαγής αρχείων μεταξύ εκπαιδευτικών και φοιτητών όπως την δημιουργία ασκήσεων.
- Εφαρμογή περισσότερων στοιχείων παιχνιδοποίησης όπως πόντοι, μετάλλια και βαθμολογικοί πίνακες που θα εντείνουν την προσπάθεια των χρηστών.
- Σχεδιασμό άλλων εκδόσεων της εφαρμογής όπως διαδικτυακή ή για κινητά.
- Πρόσθεση περαιτέρω ηλεκτρικών στοιχείων κυκλώματος.
- Ανασχεδιασμό του UI (User Interface) για μια πιο φιλική και μοντέρνα απεικόνιση.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] «Μέθοδοι διδασκαλίας» [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://www.slideshare.net/cgotzar/ss-3043830>

[Πρόσβαση 16/1/2022].

[2] «Σύγχρονες μέθοδοι & τεχνικές διδασκαλίας» [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://slideplayer.gr/slide/11154821/>

[Πρόσβαση 16/1/2022].

[3] «Εκπαίδευση» [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%AF%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7>

[Πρόσβαση 16/1/2022].

[4] Ελληνικό σύνταγμα, Νόμος 4485, 2017

[5] Thorpe, M. (2002). Rethinking Learner's Support: the challenge of collaborative online teaching. Open Learning, 17(2). 105-119.

doi: <https://doi.org/10.1080/02680510220146887a>.

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[6] Fischer G.(2013). From Renaissance Scholars to Renaissance Communities: Learning and Education in the 21st Century, In W. Smari, & G. Fox (Eds.), International Conference on Collaboration Technologies and Systems, IEEE, San Diego, 13-21, available at:

<http://l3d.cs.colorado.edu/~gerhard/papers/2013/CTS.pdf>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[7] Andrés B., Sanchis R. & Poler R.(2015). Quiz game applications to review the concepts learnt in class: An application at the University context. Proceedings of INTED2015 Conference, 2nd-4th March 2015, Madrid, Spain, 5654-5662.

[8] Seralidou E. & Douligeris C. (2017). Design, development and implementation of a “Web Technologies” android application for Higher Education. International Conference on Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning (IMCL 2017), Thessaloniki – Greece, 287-294

[9] Bellanca J. & BrendtR.(2010). 21st Century skills: Rethinking how students learn. Bloomington: Solution Tree Press (Eds).

[10] Sanchez-Mena, Antonio & Queiro, Carmen & Galbis-Cordova, Amparo & Marti-Parreño, José & Alvarez-Jareño, Jose. (2016). STUDENT TEACHERS’ INTENTION TO USE GAMIFICATION. 4488-4494. 10.21125/iceri.2016.0206.

[11] Kapp, Karl M. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. John Wiley & Sons, 2012

[12] Hussein, Bassam A. 2015. "A Blended Learning Approach to Teaching Project Management: A Model for Active Participation and Involvement: Insights from Norway" *Education Sciences* 5, no. 2: 104-125

[13] O'Malley C., Vavoula G., Glew J., Taylor J., Sharples M. & Lefrere P. (2003). Guidelines for Learning, Teaching and Tutoring in a Mobile Environment. MOBIlearn. Project Deliverable D4.1 Retrieved 02-02-2019 from

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal00696244/document>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[14] Deterding S., Khaled R., Nacke L. & Dixon D. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". Paper presented at the 15th International Academic MindTrek Conference, Tampere.

<http://dx.doi.org/10.1145/2181037.2181040>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[15] Huotari K. and J. Hamari (2012). Defining gamification: a service marketing perspective. Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference, 17-22.

[16] Zichermann G. and Linder J. (2013). The Gamification Revolution. New Delhi: McGraw Hill Education (India) Private Limited.

[17] Gamfed available at: <https://gamfed.com/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[18] Gamification Nation available at <https://www.gamificationnation.com/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[19] JP Mangalindan (2010). Play to win: The game-based economy

<https://fortune.com/2010/09/03/play-to-win-the-game-based-economy/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[20] «Gamification» [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://el.wikipedia.org/wiki/Gamification>

[Πρόσβαση 16/1/2022].

[21] Boyle, Elizabeth, Thomas M. Connolly, and Thomas Hainey. "The role of psychology in understanding the impact of computer games." Entertainment Computing 2.2 (2011): 69-74.

[22] Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious Games : An Overview.

[http://www.autzones.com/din6000/textes/semaine12/SusiEtAl\(2005\).pdf](http://www.autzones.com/din6000/textes/semaine12/SusiEtAl(2005).pdf)

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[23] The Video Game Industry: Formation, Present State, and Future, Zackariasson, Peter; Wilson, Timothy L. (2012)

[24] Nicholson, Scott. "A user-centered theoretical framework for meaningful gamification." Games+ Learning+ Society 8.1 (2012).

[25] Osborne, Martin J., and Ariel Rubinstein. A course in game theory. MIT press, 1994.

[26] Yu-kai Chou, Gamification & Behavioral Design available at:

<https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[27] «Unity Engine» [Ηλεκτρονικό]. Available:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[28] «C Sharp (programming language) » [Ηλεκτρονικό]. Available:

[https://en.wikipedia.org/wiki/C\\_Sharp\\_\(programming\\_language\)/](https://en.wikipedia.org/wiki/C_Sharp_(programming_language))

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[29] «Νόμος του Ohm» {Ηλεκτρονικό}. Available:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Ohm%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Ohm%27s_law)

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[30] «Breadboard» {Ηλεκτρονικό}. Available:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[31] « oscilloscope » {Ηλεκτρονικό}. Available:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Oscilloscope>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].



[32] « multimeter » {Ηλεκτρονικό}. Available:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Multimeter>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[33] « resistor » {Ηλεκτρονικό}. Available:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Resistor>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[34] « capacitor » {Ηλεκτρονικό}. Available:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Capacitor>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[35] « inductor» {Ηλεκτρονικό}. Available:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Inductor>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[36] « fuse » {Ηλεκτρονικό}. Available:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Fuse\\_\(electrical\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuse_(electrical))

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[37] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-breadboard/all>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[38] <https://www.classdojo.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[39] <https://kahoot.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[40] <https://www.socrative.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[41] <https://get.plickers.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[42] <https://www.powtoon.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[43] <https://www.brainscape.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[44] <https://www.duolingo.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[45] <https://www.khanacademy.org/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[46] <https://www.coursera.org/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[47] <https://www.blinkist.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[48] <https://yousician.com/> [Πρόσβαση: 19/1/2022].

[49] <https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[50] <https://phet.colorado.edu/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[51] <https://www.circuitlab.com/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].

[52] <https://phet.colorado.edu/>

[Πρόσβαση: 19/1/2022].