

# Electrical Circuit Simulator

|          |           |
|----------|-----------|
| Version: | 1.0       |
| Datum:   | 16.09.19  |
| Status:  | Version 1 |

## Inhalt

|   |   |
|---|---|
| 1. Einleitung .....   | 3 |
| 1.1 Electrical Circuit Simulator (ECS) .....                      | 3 |
| 1.2 Features des ECS .....  | 3 |
| 1.2.1 Erstellung einer Schaltung .....                            | 3 |
| 1.2.2 Simulation der Schaltung .....                              | 4 |
| 1.2.3 Anzeige der Ergebnisse .....                                | 4 |
| 2. Anforderungen .....  | 5 |
| 2.1 Anforderungen an den Anwender / Nutzungseinschränkungen ..... | 5 |
| 2.2 Laufzeittests .....   | 5 |

# 1. Einleitung

## 1.1 Electrical Circuit Simulator (ECS)

Der Electrical Circuit Simulator – kurz ECS – ist ein Tool zur mathematischen Simulation einer elektrischen Schaltung. Dem Anwender steht dabei eine grafische Benutzeroberfläche zur Verfügung, über welche er eine Schaltung anlegen kann. Über diese Oberfläche lässt sich die Schaltung mathematisch simulieren und der Anwender bekommt die Ergebnisse angezeigt.

## 1.2 Features des ECS

### 1.2.1 Erstellung einer Schaltung

Der ECS unterstützt den Anwender beim Anlegen und Erstellung einer elektrischen Schaltung. Die grafische Benutzeroberfläche bietet dem Anwender dabei die Möglichkeit, die aktuelle Schaltung als Schaltbild visuell angezeigt zu bekommen.

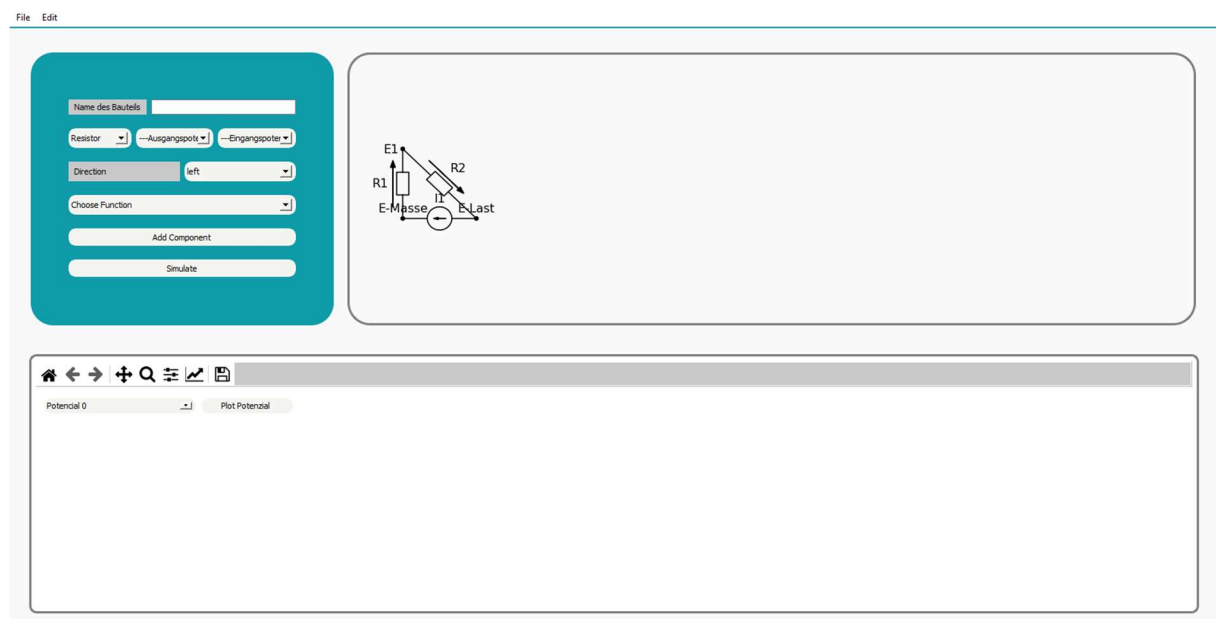


Abbildung 1

Durch eine Eingabemaske (Abbildung 1 – dunkel blauer Bereich) kann der Anwender sich seine Schaltung nach seinen Ansprüchen zusammenstellen. Dafür stehen dem Anwender eine Reihe von verschiedenen Bauteilen zur Verfügung: Spulen, Widerstände, Kondensatoren, Strom- sowie Spannungsquellen. Jedes Bauteil lässt sich durch wenige Klicks genau an der passenden Stelle der Schaltung hinzufügen. Durch Standard-Features wie „Rückgängig machen“ kann ein Eingabefehler schnell korrigiert werden.

Darüber hinaus bietet der ECS die Möglichkeit, das Verhalten eines Bauteils zu individualisieren, in dem für jedes Bauteil eine Funktion ausgewählt werden kann, die das Verhalten, in Abhängig von Parametern wie beispielsweise der Zeit, vorgibt. Hierfür bietet das Programm eine Reihe von vorgefertigten Methoden. Auf Anfrage kann diese Auswahl sogar beliebig erweitert werden.

Der große Vorteil des ECS beim Anlegen einer neuen Schaltung, ist die Visualisierung des Schaltplans. Der Anwender weiß bei jeder Aktion genau, wie die Schaltung derzeit aussieht und kann weitere Bauteile beliebig hinzufügen. Durch die Möglichkeit zur individuellen Benennung der Bauteile, verliert der Anwender nicht den Überblick über große Schaltungen.

Der Zustand einer jeden Schaltung kann dabei auch gespeichert und geladen werden. Falls ein Anwender seine Arbeit unterbrechen muss, kann er wie gewohnt über das File-Menü oder Tastenkombination seine bisherige Arbeit abspeichern und später wieder laden.

### 1.2.2 Simulation der Schaltung

Der Hauptbestandteil des ECS ist natürlich die Simulation der erstellten Schaltung. Dazu nutzt die Anwendung schnelle mathematische Verfahren<sup>1</sup>, um auch große Schaltungen in kurzer Zeit simulieren zu können. Bei kleinen Anwendung stehen die Ergebnisse den Anwender quasi sofort zur Verfügung. Laufzeitergebnisse finden sich in Kapitel 2.

Beim Simulieren der Schaltung werden von der Anwendung Startwerte vom Anwender erwartet, besteht aus den Startwerten für die Potenziale sowie dem Zeitintervall, über welches die Schaltung simuliert werden soll. Der Anwender kann dies nicht nur einmal tun, sondern beliebig oft die Schaltung mit verschiedenen Werten simulieren und die Ergebnisse vergleichen.

### 1.2.3 Anzeige der Ergebnisse

Der ECS stellt neben der Visualisierung der Schaltung auch eine Visualisierung der simulierten Ergebnisse bereit. Der untere Teil der Anwendung (siehe Abbildung) zwei ist ausschließlich dafür vorgesehen.

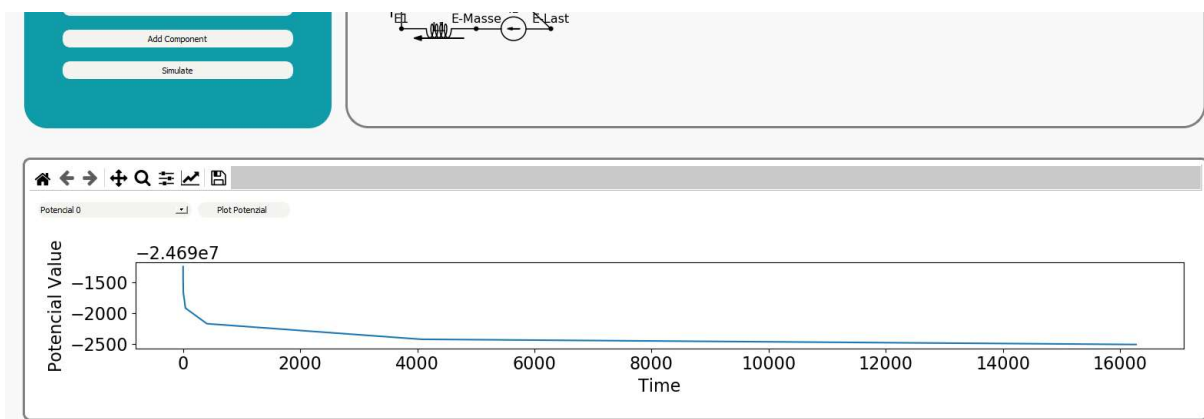


Abbildung 2

Über ein interaktives Navigationsmenü kann der Anwender die Darstellung der Simulationswerte seinen Bedürfnissen anpassen. Der ECS stellt beispielsweise die Möglichkeit bereit, die Achsen zu skalieren oder in gewisse Bereiche herein zu zoomen. Ein weiteres Feature ist der Darstellung der simulierten Werte zu exportieren. Dazu stehen verschiedene Dateiformate zur Verfügung.

<sup>1</sup> Die genauen Hintergründe des Verfahrens sind in der Arbeit von Dr.Jansen genauer dargestellt. , <https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/17818/jansen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 2. Anforderungen

Der ECS hat keine besonderen technischen Anforderungen an das Anwendungsgerät. Da der ECS plattformübergreifend in Python geschrieben wurde, kann das Programm auf den unterschiedlichsten Systemen laufen.

### 2.1 Anforderungen an den Anwender / Nutzungseinschränkungen

Der Anwender dieses Programms sollte ein gewisses technisches Verständnis für elektronische Schaltungen aufweisen. Die aktuelle Programmversion unterstützt noch nicht die Überprüfung einer Schaltung auf ihre Gültigkeit. Daher ist es dem Anwender überlassen, eine gültige Schaltung anzulegen. Ist die Schaltung ungültig, wird lediglich eine entsprechende Fehlermeldung vom System geworfen, ohne die Fehlerursache näher zu erläutern.

### 2.2 Laufzeittests

Für die Bestimmung der benötigten Zeit zur Simulation der Schaltung können folgende Zeiten garantiert werden.

Für die durchgeführten Messungen waren dabei die Ausgangsbedingungen dieselben:

#### **Hardware:**

CPU: i5-3320M

Arbeitsspeicher: 8 GB RAM

#### **Schaltung Aufbau:**

1 – Stromquelle mit zeitabhängigem Verhalten

X – Widerstände in Reihe geschaltet mit konstantem Verhalten

#### **Simulationsparameter:**

Simuliertes Intervall = 1000

Simulationsschrittweite = 1 (automatisch vom Programm wenn benötigt angepasst)

Startpotenzialwerte = 1

#### **Ergebnis:**

| Anzahl Widerstände | Benötigte Zeit |
|--------------------|----------------|
| 10                 | 0.062381 sec   |
| 50                 | 0.187370 sec   |
| 100                | 0.370097 sec   |

Der ECS weist damit eine hohe Simulationsgeschwindigkeit auf.

Es ist allerdings anzumerken, dass bei Schaltungsgröße  $>70$  Elementen die Reaktionszeit der GUI auf das Hinzufügen neuer Elemente etwas verlangsamt ist. Eine Optimierung ist für spätere Versionen vorgesehen