

Dateiname: DA001_Gennerich_A

Titel:

Entwurf eines Mikrocontroller-gesteuerten Systems zur experimentellen Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Nervenzellen

Bearbeiter:

Arne Gennerich

Text der Kurzfassung:

Auf Basis der biophysikalischen und elektrischen Eigenschaften von olfaktorischen Rezeptorzellen wurde ein Messsystem für Versuche mit der Patch-Clamp-Technik entwickelt. Das System erfüllt die folgenden Funktionen:

- Generierung einer Pipettensteuerspannung zur Einprägung eines Zell-Potentialverlaufs
- Generierung von Triggersignalen (vier Kanäle)
- Triggereingang für externes Starten/Stoppen der Pulsausgabe
- Automatische Kompensation der transienten kapazitiven Fehlerströme

Die Entwicklung des Systems begann mit der Auswahl einer geeigneten Controller-Karte, die die Systemsteuerung übernehmen sollte. Die verwendete PC-ADDIN-Karte überzeugte durch die einfache Einbindung in das Gesamtsystem und durch den niedrigen Preis. Die Programmierung eines Test-Editors und der zur Kommunikation zwischen PC und MC nötigen Funktionen lieferte die Basis für die Überprüfung sämtlicher Systemfunktionen sowie der MC-Software, die zeitlich parallel geschrieben wurde.

Im Anschluss erfolgte die Synthese der DA-Wandler-Karte DAC1, deren Aufgabe die Erzeugung der Pipettensteuerspannung ($\pm V$, -Bit, .kHz) und die Ausgabe der vier Triggersignale ist.

Eine eingehende Analyse der bei Patch-Clamp-Versuchen (Voltage-Clamp) auftretenden kapazitiven Ströme führte zur Berechnung der zur Kompensation der Transienten nötigen Signalverläufe sowie zu der Generierung der nötigen Kompensationssignale.

Die Grundelemente der Kompensationskarte COMP bilden die beiden Exponentialfunktionsgeneratoren (Synthese durch Analyse). Die Analysen zur Transientenproblematik hatten gezeigt, dass das Kompensationssignal aus der Steuerspannung selbst und aus Exponentialfunktionen mit Zeitkonstanten entsprechend der zu kompensierenden Transienten bestehen musste. Für die Steuerung der Kompensationskarte COMP wurde die DA-Wandler-Karte DAC-Karte entwickelt.

Im Anschluss an den Abgleich sämtlicher Ausgangsverstärker folgte die Überprüfung des Systems an zwei Zell-Modellen. Die Testmessungen zeigten in anschaulicher Weise das Ergebnis, welches durch den Einsatz des Systems erzielt wird.

Durch diese Arbeit wurde somit ein System geschaffen, welches in Verbindung mit einem einfachen Personal-Computer und der nötigen Software (MC_PULS, DPULSE, und TRAN) einen preiswerten Aufbau eines Patch-Clamp-Arbeitsplatzes ermöglicht. Durch die Entwicklung einer Kompensationseinheit sind nun Patch-Clamp-Versuche in einfacher Weise, ohne aufwendige manuelle Kompensation kapazitiver Transienten möglich.

Durch zwei Systeme dieser Art können im weiteren Doppel-Patch-Versuche durchgeführt werden. Die in diesem System eingesetzte PC-ADDIN-Karte ermöglicht nach einmaliger Initialisierung eine rechnerunabhängige Signalgenerierung. Der PC kann somit während eines Experimentes Messwerte aufnehmen und verarbeiten.

Durch kleine Änderungen der MC-Software kann dieses System für andere Anwendungen, z.B. als mikrocontrollergesteuerter Signalgenerator (5 Kanäle: $\pm V$, 2 mal $\pm 2.5V$ und 2 mal $0 \dots 2.5V$), eingesetzt werden.

Diese Arbeit zeigt beispielhaft die unmittelbare Verbindung von Physiologie und Elektrotechnik/Systemtheorie. Sie zeigt anhand einer wichtigen Anwendung den Einsatz von Mikrocontrollern im Bereich der Forschung. Die Diplomarbeit gibt eine Übersicht der Controller Hardware und -Programmierung sowie der verwendeten PC-ADDIN-Karte und ermöglicht somit eine einfache Einführung bzw. Einarbeitung für Mitarbeiter des physiologischen Institutes für weitere „Mikrocontroller-Projekte“.