

Array-Antennen (Gruppenstrahler): Eigenschaften, Beispiele und Visualisierung der Richtcharakteristik

1. Einleitung

In der modernen Gesellschaft spielt die weltweite und schnelle Kommunikation eine wichtige und zentrale Rolle. Dank drahtloser Übertragung (wireless) kann z.B. mit dem Smartphone oder Tablet PC fast verzögerungsfrei auf beliebig viele Daten zugegriffen, oder Informationen gesucht werden. Die Geschichte der drahtlosen Übertragung ist relativ jung und begann mit den "Maxwellschen Gleichungen", wo 1873 der Physiker Maxwell in genialer Weise die Gleichungen so darstellte, dass daraus die (theoretische) Existenz von elektromagnetischen Wellen ersichtlich war. Erst Heinrich Hertz konnte in Jahren 1885 bis 1889 mit genialen Experimenten die Existenz von elektromagnetischen Wellen nachweisen. Die erste drahtlose Übertragung demonstrierte Marconi im Jahre 1898. Heute werden Marconi (1874-1934) und auch Popow (1859-1905) als Erfinder der Antenne genannt.

Da man die elektromagnetischen Wellen weder sieht noch hört (uns fehlt das entspr. Sinnesorgan) bleibt für die meisten Anwender die drahtlose Übertragung immer noch geheimnisvoll und rätselhaft. Die zugehörige Theorie ist relativ abstrakt, aber äusserst erfolgreich, denn sie beschreibt alle Phänomene korrekt und hat uns die moderne drahtlose Kommunikation ermöglicht. Elektromagnetische Wellen können von ganz tiefen Frequenzen (Wellenlängen im km-Bereich) bis zu sehr hohen Frequenzen (Wellenlängen im mm-Bereich) abgestrahlt und empfangen werden. Die "Umwandlung" von "drahtgebundener Wellenausbreitung" zu "freier Wellenausbreitung" (Sendefall) und umgekehrt (Empfangsfall) geschieht mittels **Antennen**, welche für die drahtlose Technologie eine zentrale Rolle spielen.

Antennen kommen in unterschiedlichsten Bauformen und Ausprägungen vor. Das Prinzip und die wichtigen Begriffe werden meistens am "Hertzschen Dipol" erläutert (einfachster Fall) und dann auf weitere Bauformen erweitert ($\lambda/2$ - Dipol, Faltdipol).

Eine wichtige und sehr verbreitete Bauform sind sog. "Gruppenantennen" oder "Arrays", welche in allen möglichen Ausprägungen und Technologien vorkommen. Dabei werden "Strahler" einzeln angesteuert und bilden dann zusammen die Antenne (Array). Diese Art von Antennen sind sehr flexibel und durch die individuelle Ansteuerung der Einzelstrahler (Amplitude, Phase, oder beides) lassen sich "Antennen-Eigenschaften" realisieren, welche äusserst attraktive Anwendungen möglich machen:

- Elektronische Strahlschwenkung
- Adaptives Diagrammsynthese
- Störer ausblenden (Nullstelle im Diagramm)
- Konfigurierbare Diagramm
- Gleichzeitig in mehrere Richtungen schauen
- Bodenechos unterdrücken (Radar / AWACS)

Diese Möglichkeiten sind für Hightech Anwendungen (militärischen Bereich, Raumfahrt) sehr interessant und es ist nicht überraschend, dass dort der grösste Einsatzbereich dieser Array-

Technologie liegt. Aber auch im Amateurfunk werden solche Arrays als aktive Empfangsantennen für bestimmte Frequenzbänder verwendet (z.B. 8 Einzelstrahler kreisförmig angeordnet mit wählbarer Richtung in Winkelschritten von 45°).

Das Array-Prinzip kommt auch in Anwendungen in der Akustik, Medizin und Optik vor (Lautsprecher-Arrays, Ultraschallköpfe, Beugung am Gitter, usw.). Überall wo Wellen und die zugehörigen Phänomene (konstruktive und destruktive Interferenz) auftreten, lässt sich das Array-Prinzip anwenden.

Konkret geht es in diesem Projekt um die Entwicklung und Realisierung eines Tools, mit welchem der Benutzer das Array-Prinzip "erleben und verstehen" kann. Dazu sollen mit illustrativen Beispielen wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Die Berechnung und Darstellung der Strahlungscharakteristik (Strahlungsdiagramm) ist ein zentrales Element des Tools.

2. Aufgaben/Anforderungen an Tool

Entwerfen und realisieren Sie ein benutzerfreundliches Tool/Programm/GUI/usw. mit welchem ebene Array-Antennen berechnet werden können und Antennendiagramme in geeigneter Art und Weise visualisiert werden können. Folgende wichtige "Spezialfälle" und Anwendungen sollen dabei auch berücksichtigt werden:

- Diagrammsynthese mit unterdrücken Nebenkeulen
- Diagrammsynthese mit Nullstelle an gewünschter Stelle
- Strahlschwenkung (phased array)
- Anordnung der Strahler in typischen Geometrien (Zeile, Quadrat, Kreis,...)
- Diskrete Amplituden (Einfluss Quantisierung)
- ...

Ergeben sich im Laufe des Projekts neue Erkenntnisse, so können obige Anforderungen auch angepasst und/oder erweitert werden.

3. Bemerkungen

Die Software und das GUI sind in enger Absprache mit dem Auftraggeber zu entwickeln. Der Auftraggeber steht als Testbenutzer zu Verfügung und soll bei der Evaluation des GUI eingebunden werden. Alle verwendeten Formeln, Algorithmen und Berechnungen sind zu verifizieren, eine vorgängige oder parallele Programmierung in Matlab ist zu empfehlen. Zur Fachthematik des Projektes werden Inputs durchgeführt.