

Labor für Videotechnik

Ortsfrequenzen (V2)

Versuchstag: _____ Gruppen-Nr.: _____

Teilnehmer: _____

Name Vorname Matr.-Nr.

Name Vorname Matr.-Nr.

Name Vorname Matr.-Nr.

Ausarbeitung: _____

Name Vorname

Versuchsleiter: Prof. Dr. Wolf-Peter Buchwald

Dipl.-Ing. Irina Ikkert

Vortestat: _____

Testat: _____ abgegeben am: _____

Ortsfrequenzen

Versuch 2

Einführung

Entgegen der klassischen Betrachtungsweise, bei der Frequenzen in Hertz mit Schwingungen pro Sekunde angegeben werden, empfiehlt sich bei der Videobildwiedergabe als alternative Maßeinheit die Ortsfrequenz in Schwingung pro Meter, Zentimeter oder Millimeter. Tatsächlich steht hier ein geometrisches Bild anstelle eines Zeitsignals im Vordergrund. Der Bezug auf geometrische Größen befreit von dem Zwang, ein periodisches Helligkeitsmuster nur in Zeilenrichtung proportional zur Zeitachse zu beschreiben. Man bezieht eine Ortsfrequenz häufig auch auf die sichtbare Bildbreite (**pw** - picture width) oder die entsprechende Bildhöhe (**ph** - picture height), je nach Art der Ortsfrequenz (horizontal oder vertikal). Eine Angabe erfolgt dann in **c/pw** (cycles/picture width) oder **c/ph** (cycles/picture height).

Die klassische Beschreibung eines sinusförmigen Videosignals mit der Frequenz von beispielsweise 1 MHz weist eine Periodendauer von $1\mu\text{s}$ auf, so dass in der aktiven Zeilendauer von $52\mu\text{s}$ somit 52 Schwingungen durchlaufen werden. Somit sieht man auf dem Bildschirm 52 sogenannte Linienpaare (1 Linienpaar entspricht einer weißen und schwarzen Line), die von oben nach unten verlaufen. Als Ortsfrequenz ergäbe sich hierbei ein Wert von 52c/pw . Würde dieses Helligkeitsmuster als grafische Testvorlage von einer Kamera aufgenommen und um 90 Grad gedreht, so würden die aufgenommenen periodischen Muster nunmehr parallel mit der Zeilenabtastrichtung verlaufen. Das bedeutet für das Zeitsignal einer Zeile ein konstanter Spannungswert über der aktiven Zeilendauer, der sich nur von Zeile zu Zeile verändert. Die elektrische Videofrequenz in Hertz wäre also praktisch bei Null entsprechend einem Gleichwert bezogen auf eine Kurzzeitbetrachtung über eine Zeile. Und dies, obwohl die Vorlage nur in ihrer Orientierung um 90 Grad gedreht wurde.

Die Beschreibung als Ortsfrequenz trägt dieser Problematik Rechnung, indem ein sinusförmiges Helligkeitsmuster als Testvorlage in ihren horizontalen und vertikalen Teilortsfrequenzen angegeben werden. Es resultiert also ein Wertepaar (f_x, f_y) , das meist in c/pw bzw. c/ph angegeben wird, um auch bei unterschiedlichen Displaygrößen identische Beschreibungen zu gewährleisten.

Auf der folgenden Seite ist dieses Beispiel schematisch grafisch erläutert. Die skizzierten Fälle eines horizontalen, vertikalen und diagonalen sinusförmigen Helligkeitsmusters basieren alle auf der gleichen aber jeweils gedrehten Vorlage.

Horizontale Ortsfrequenz:

Proportionalität zwischen Zeit t und horizontaler Koordinate x liefert einen entsprechend linearen Zusammenhang zwischen klassischer Frequenz f und horizontaler Ortsfrequenz f_x

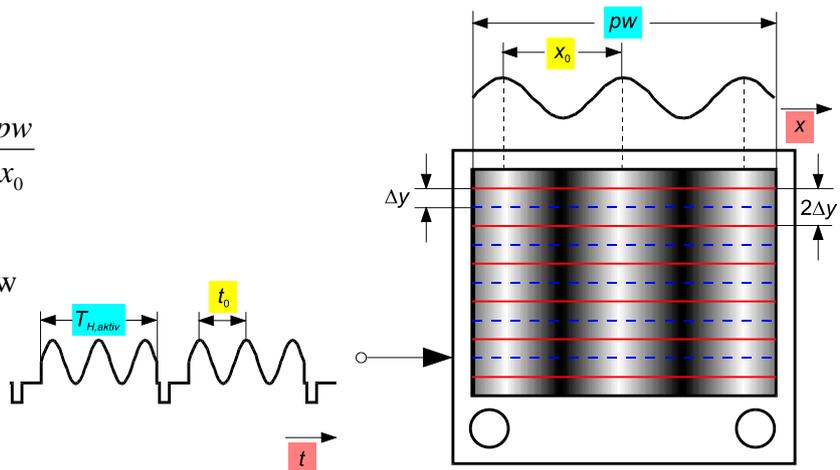
$$\frac{t}{T_{H,aktiv}} = \frac{x}{pw}$$

$$\frac{f}{f_0} = \frac{f_x}{f_{x0}}$$

$$f_{x0} = \frac{1}{x_0} \quad \text{bzw.} \quad f_{x0} = \frac{pw}{x_0}$$

↑
zB. in c/mm

↑
in c/pw



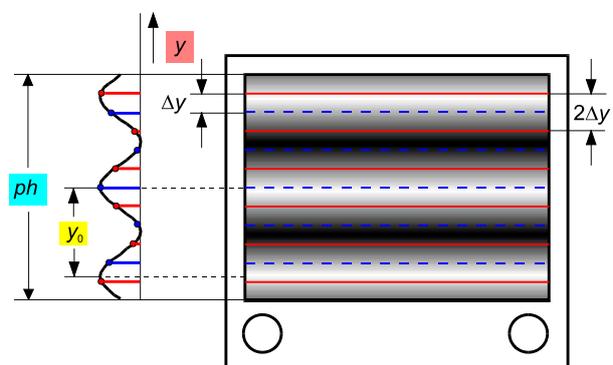
Vertikale Ortsfrequenz:

Muster ist gegenüber obiger Darstellung nur um 90 Grad gedreht, lässt aber keine Proportionalität mit dem Zeitsignal in Zeilenrichtung erkennen. Die Beschreibung erfolgt daher als vertikale Ortsfrequenz f_y

$$f_{y0} = \frac{1}{y_0} \quad \text{bzw.} \quad f_{y0} = \frac{ph}{y_0}$$

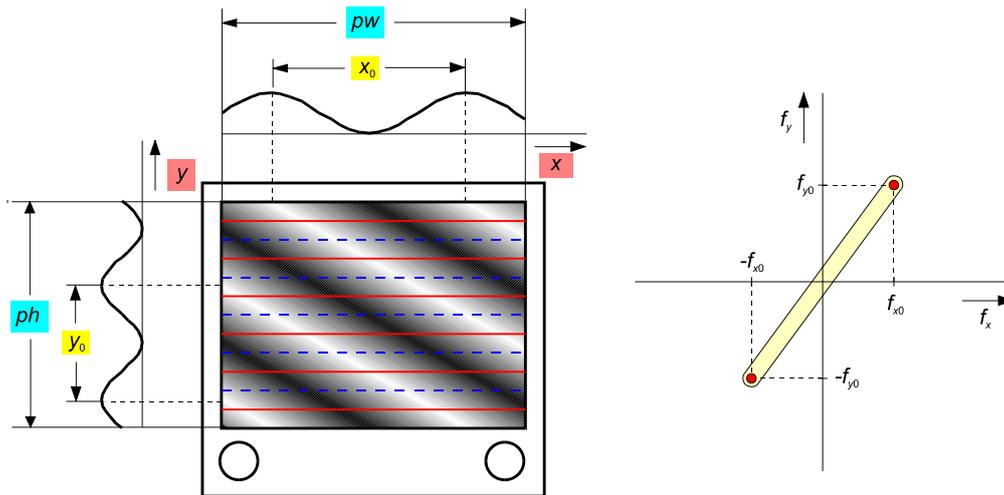
↑
zB. in c/mm

↑
in c/ph



Diagonale Ortsfrequenz:

Ein schräges periodisches Helligkeitsmuster kann in einen reinen horizontalen und vertikalen Anteil aufgeteilt werden. Es resultiert ein spektraler Punkt in der zweidimensionalen Frequenzebene (plus der üblichen negativen, gespiegelten Frequenz).

**Allgemeine Erweiterung:**

Wie im eindimensionalen Zeitbereich können im zweidimensionalen Ortsbereich auch beliebige Helligkeitsverläufe spektral beschrieben werden. Anstelle eines eindimensionalen Spektrums ergibt sich hier ein zweidimensionales Ortsfrequenzspektrum. Der Zusammenhang ist über eine modifizierte und erweiterte Fouriertransformation grundsätzlich vergleichbar einer klassischen Spektralberechnung.

klassisches Spektrum:
$$U(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(t) \cdot e^{-j2\pi ft} dt$$

horizontales Spektrum:
$$U(f_x) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(x) \cdot e^{-j2\pi f_x x} dx$$

vertikales Spektrum:
$$U(f_y) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(y) \cdot e^{-j2\pi f_y y} dy$$

zweidimensionales Spektrum:
$$\begin{aligned} U(f_x, f_y) &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} u(x, y) \cdot e^{-j2\pi f_x x} \cdot e^{-j2\pi f_y y} dx dy \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} u(x, y) \cdot e^{-j2\pi(f_x x + f_y y)} dx dy \end{aligned}$$

Versuchsdurchführung

Messung 1

Geräteanordnung: Testbildgenerator 1
FBAS Ausgangssignal über T-Stück am Oszilloskop (Kanal 1) durchschleifen und an den FBAS-Eingang des Monitors anschließen (gelbe Cinch-Buchse)

Messung: Es sind jeweils die elektrische Frequenz in Hertz und die zugeordnete Ortsfrequenz in c/pw anzugeben! Die Ortsfrequenz wird direkt am Monitor geometrisch über die Breite des jeweiligen Schwingungsintervalls ermittelt.

Messen Sie die ersten drei und die letzten zwei Burstschwingungen (von links aus gezählt)

Messung 2

Geräteanordnung: Videokamera und optische Strichrastervorlage,
Monitorsignal der Kamera mittels T-Stück an Oszilloskop durchschleifen,

- Messung:
- 2.1 Strichraster aufnehmen, so dass eine reine horizontale Ortsfrequenz resultiert, gegebene optische Marken für die Bildbreite über Zoom einstellen
 - elektrische Frequenz und Ortsfrequenz angeben
 - 2.2 Strichraster um 90 Grad drehen, Kameraposition und Zoom unverändert lassen
 - elektrische Frequenz und Ortsfrequenz angeben
 - 2.3 Strichraster um 45 Grad zurückdrehen, Kameraposition und Zoom unverändert lassen:
 - elektrische Frequenz und Ortsfrequenz angeben