

Power spectral density of a UWB signal with discrete quantized pulse positions

Densité spectrale de puissance d'un signal d'UWB avec des positions d'impulsions quantifiées et discrètes

John Nielsen and Stan Zwierzchowski

The FCC specification for ultra-wideband (UWB) emissions states that the effective isotropic radiated power (EIRP) cannot exceed -41.3 dBm per 1 MHz bandwidth in the frequency region of 3.1 to 10.6 GHz. Hence, to achieve adequate transmit power in a UWB data link it is necessary to use a wide-bandwidth modulation scheme. This requirement presents a pair of technical challenges which are addressed in this paper. The first challenge is to realize a wide-bandwidth radiated transmitter pulse shape which adequately covers the UWB band from 3.1 to 10.6 GHz. The second challenge is to structure the modulation such that the discrete line component of the power spectral density (PSD) of the transmitted signal is minimized. This is necessary as the discrete spectral components are essentially wasted power and limit the output transmitted power due to the FCC EIRP mask. In this paper the radiated EIRP of a UWB signal based on pulse position modulation (PPM) is explored. Previous researchers have derived the PSD under the supposition that the PPM pulse delay is continuous. However, simpler and more insightful expressions are possible for the PPM PSD if the pulse delays are restricted to quantized steps, as is assumed in this paper. A network-analysis approach for determining the EIRP of the unmodulated radiated pulses is given based on spectral measurements of an experimental UWB transceiver pair. These EIRP characteristics are applied to the derived equations for the continuous and discrete portions of the PSD of the UWB signal. From this, insights emerge into optimum PPM transmitter implementation that maximizes transmit power and minimizes power losses due to the discrete spectral lines. As demonstrated in this paper, such optimization necessitates the joint design of the UWB transmitter radiated pulse shape and PPM structure.

Les spécifications de la FCC pour les émissions à ultra-large bande (UWB) imposent que la puissance rayonnée isotrope efficace (EIRP) ne puisse pas excéder -41.3 dBm par largeur de bande de 1 MHz dans la région de fréquence de 3.1 à 10.6 GHz. Par conséquent, pour réaliser une transmission de puissance adéquate dans un canal de transmission de données d'UWB, il est nécessaire d'employer un type de modulation à grande largeur de bande. Ceci représente deux défis techniques qui sont discutés dans cet article. Le premier défi consiste à réaliser une forme d'impulsion rayonnée à grande largeur de bande qui couvre adéquatement la bande d'UWB de 3.1 à 10.6 GHz. Le deuxième défi consiste à structurer la modulation de sorte que la composante de ligne discrète de la densité spectrale de puissance (PSD) du signal transmis soit réduite au minimum. Ceci est nécessaire puisque les composants spectraux discrets constituent essentiellement de la puissance gaspillée tout en limitant aussi la puissance transmise à cause de la restriction de l'EIRP promulguée par la FCC. Dans cet article l'EIRP rayonnée d'un signal d'UWB basée sur la modulation de position d'impulsion (PPM) est explorée. D'autres chercheurs ont dérivé la PSD avec l'hypothèse que le délai de l'impulsion PPM soit continu. Cependant, des expressions plus simples et plus intéressantes sont possibles pour la PPM PSD si les délais d'impulsion sont limités aux pas quantifiés, comme on le suppose dans cet article. Une approche d'analyse de réseau pour déterminer l'EIRP des impulsions rayonnées non modulées est fournie. Celle-ci est basée sur des mesures spectrales d'une paire expérimentale d'émetteur-récepteur d'UWB. Ces caractéristiques d'EIRP sont appliquées aux équations dérivées pour les parties continues et discrètes de la PSD du signal d'UWB. De ceci, des connaissances intéressantes émergent pour l'implantation optimale d'émetteurs PPM qui maximisent la puissance transmise et réduisent au minimum les pertes de puissance dues aux lignes spectrales discrètes. Comme on le démontre dans cet article, une telle optimisation rend nécessaire la conception commune de la forme d'impulsion rayonnée par l'émetteur d'UWB et la structure PPM.